



UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

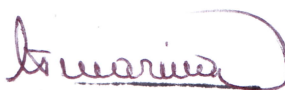


MANUEL ANTONIO CARBAJAL LOPEZ

Y

GIANINA MIRELLA VILLACORTA SIFUENTES

SAN JUAN BAUTISTA, DICIEMBRE 2016


Gonzalo Chavín Marina Peña
Ingeniero Mecánico de Fluidos
Esp. Hidrología - Hidráulica
Reg. Cip. N° 60681

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo

A Dios que nos ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación.

A nuestros padres por su amor incondicional, por enseñarnos las bases de responsabilidad y deseo de superación. Por el apoyo brindado, y la constante cooperación para culminar este proyecto. Y por nuestra gran inspiración para ir creciendo día a día con mucho esfuerzo.

A nuestras familias por el apoyo y motivación constante durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

No ha sido fácil concluir con esta tarea pero el camino siempre se vuelve más liviano cuando se cuenta con el apoyo de personas que te animan día a día a seguir firme en la persecución de tus metas.

En primer lugar nos gustaría agradecer a Dios por permitirnos alcanzar nuestros objetivos, y concretar este sueño anhelado.

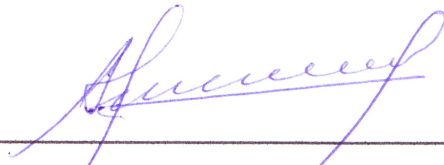
Así mismo no podemos dejar pasar esta oportunidad para agradecer a todos quienes nos acompañaron en este proceso, especialmente a nuestros padres y demás familiares, los que nunca dejaron de confiar en nuestras capacidades.

También quisiéramos dar la gracias a los amigos más cercanos que no me dejaron de alentar para que concluyéramos con esta importante etapa de mi Vida.

A la Universidad Científica Del Perú que ha sido participe en nuestros caminos a ser profesionales. De la misma manera agradecer a nuestros docentes, porque sus aportes de conocimiento y experiencia en nuestra formación.

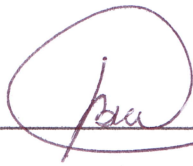
Y por último agradecer a nuestro Asesor de Investigación y de Tesis de Grado, Ing. Gonzalo Marina Peña por sus consejos, aportes y experiencia para lograr con el cumplimiento de nuestra tesis.

APROBACIÓN



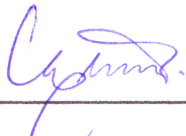
Ing. Mario Amador Vela Rodríguez

Presidente



Ing. Carol García Langer

Miembro del Jurado



Ing. Lilliana Bautista Serpa

Miembro del Jurado



Universidad Científica del Perú

**FACULTAD
DE CIENCIA E
INGENIERÍA**

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Iquitos, a las 18:00 horas del día miércoles 14 de diciembre del año 2016, se reunió el Jurado Examinador, que firma al final del presente documento, para evaluar la Sustentación de los bachilleres en Ecología:

**MANUEL ANTONIO CARBAJAL LÓPEZ
GIANINA MIRELLA VILLACORTA SIFUENTES**

En la modalidad de: **SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**"Evaluación técnica y económica del sistema convencional del
alcantarillado residual entre alcantarillado al vacío en calle Garote,
distrito de Belén, provincia de Maynas, región Loreto"**

Después de las deliberaciones correspondientes, se procedió a evaluar:

Indicador	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Promedio
A) Dominio del Tema	16	16	15	16
B) Calidad de Redacción de la Tesis	15	15	14	15
C) Competencia Expositiva (Claridad conceptual, argumentación y coherencia)	16	16	16	16
D) Calidad de Respuestas	15	16	15	15
E) Uso de Terminología Especializada	16	16	16	16
Calificación Final:	16			

Aprobado Por: UNANIMIDAD

Calificación Final (en letras): DIECISEIS

Presidente: Ing. Mario Amador Vela Rodríguez

Miembro: Ing. Carol García Langer

Miembro: Ing. Liliana Bautista Serpa

INDICADOR	PUNTAJE
Desaprobado	Menos de 13 puntos
Aprobado por Mayoría	De 14 a 15 puntos
Aprobado por Unanimidad	De 16 a 17 puntos
Aprobado por Excelencia	De 18 a puntos

La Universidad Vive en Ti

Av. Abelardo Quiñones Km. 2,5 San Juan Bautista, Iquitos

Telf.: (065) 261088-261092

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
APROBACIÓN	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	iv
INDICE DE CONTENIDO	v
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURA	xi
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv
 CAPITULO I	
Introducción.	2
 CAPITULO II	
Perfil de Investigación.	
2.1 Título	5
2.2 Planteamiento del Problema	5
2.2.1 Historia del Alcantarillado	5
2.2.2 Descripción del Problema	10
2.2.2.1 Situación y Contexto de la problemática actual	10
2.2.2.2 Identificación y Determinación del Problema	10
2.2.2.3 Selección del problema	10
2.3 Formulación del problema	11
2.3.1 Problema general	11
2.3.2 Problemas específicos	12

CAPITULO III

Objetivos de la Investigación.

3.1 Objetivo General	13
3.2 Objetivos Específicos	13

CAPITULO IV

Justificación, Importancia

4.1 Justificación Técnica	14
4.2 Justificación Económica	14
4.3 Justificación Social	14

CAPITULO V

Marco Teórico Referencial

5.1 Conceptos relacionados al problema	15
5.1.1 Sistemas de Alcantarillado Convencional	15
5.1.2 Sistemas de Alcantarillado No Convencional	16
5.1.3 Alcantarillado al Vacío	20
5.1.4 Sistemas in situ	21

CAPITULO VI

Hipótesis

6.1 Hipótesis	22

CAPITULO VII

Desarrollo de la Investigación: Origen y Funcionamiento Del Alcantarillado Al Vacío

7.1 Origen del alcantarillado al vacío	23
7.2 Teoría de Operación del Alcantarillado al Vacío	26
7.3 Proceso de Funcionamiento desde el domicilio hasta la Estación del Vacío	27
7.4 Funcionamiento de la Red de Vacío	30
7.5 Funcionamiento de la Estación de Vacío	32

CAPITULO VIII

Accesorios y Materiales

8.1 Unión de tubería con goma para uso de vacío	35
8.2 Materiales de Tubería	35
8.3 Tuberías Laterales de Servicio	35
8.4 Configuración de la cámara de la válvula y construcción del alcantarillado	36
8.4.1 Cámara de la Válvula	38
8.4.2 Conexiones Domiciliarias	39
8.5 Tuberías de la Red Principal	39
8.6 Perfiles de la Red de Vacío	40
8.6.1 Perfil Horizontal	40
8.6.2 Perfil Ascendente	41
8.6.3 Perfil Descendente	41
8.7 Cambios de Nivel, Ascensos o Saltos	42
8.8 Funcionamiento de la Válvula de Vacío	43
8.9 Admisión de Aire	44
8.10 Accesorios	45
8.11 Sensor	46
8.12 Ventilación	47
8.13 Consideraciones al Momento de Construir una Red de Vacío	48

CAPITULO IX

Memoria De Cálculo Hidráulico

9.1 Calculo red de Alcantarillado Gravitacional	56
9.2 Cálculo para la red de Alcantarillado al Vacío	59
9.2.1 Principios Generales	60

CAPITULO X

Presupuesto y Evaluación Económica

10.1 Presupuesto	75
10.2 Evaluación Económica	79

CAPITULO XI

Operación y Mantenimiento de las Redes de Alcantarillado

11.1 Maniobra de operación	85
11.2 Medida de conservación y limpieza	85
11.3 Conservación y Reparación del Sistema de Alcantarillado	90
11.4 Problemas más importantes en la Operación de un Sistema	91
11.5 Acciones para una Operación Eficiente	93
11.6 Informe de Mantenimiento y Operación	93
11.6.1 Alcantarillado Convencional	93
11.6.2 Alcantarillado al Vacío	94

CAPITULO XII

Conclusiones y Recomendaciones	96

CAPITULO XIII

Fuentes De Información

13.1 Referencias Bibliográficas	98

ANEXOS	99

INDICE DE TABLAS

N°	Titulo	Pág.
01	Caudales de Diseño Máximo Recomendado Válvula de Interface	30
02	Peak Factors Based on Ten State	62

INDICE DE CUADROS

N°	Titulo	Pág.
01	Redes de la Ciudad de Iquitos	2
02	Redes de la Ciudad de Iquitos	3
03	Calculo Hidráulico del Alcantarillado Convencional	57
04	Numero de Lotes Según Diámetros de Tuberías	60
05	Caudales Máximos Según Diámetros de Tuberías	61
06	Recomendación para la altura de saltos	65
07	Determinación de las pérdidas por Fricción y Perdidas Estáticas	67
08	Determinación de La Capacidad del Vacío en la Red	68
09	Determinación del Tamaño de la Estación del Vacío	69
10	Resumen del Presupuesto del Alcantarillado Convencional	75
11	Presupuesto del Alcantarillado Convencional a Precio Social	76
12	Resumen del Presupuesto del Alcantarillado al Vacío	77
13	Presupuesto del Alcantarillado al Vacío a Precio Social	78
14	Alternativa N°1 – Evaluación Económica	80
15	Alternativa N°2 – Evaluación Económica	81
16	Alternativa N°1 – Costo – Efectividad	82
17	Alternativa N°2 – Costo – Efectividad	83
18	Resultados Evaluación Social	83

INDICE DE FIGURAS

N°	Titulo	Pág.
01	Excusado de Tierra de Henry Moule 1861	7
02	Componentes de Redes de Alcantarillado sin Arrastre de Sólido	18
03	Primer Diseño de una Red de Vacío	23
04	Sistema Típico de Evacuación Aguas Servidas	24
05	Trazado Excavación Red de Vacío	26
	a. Esquema de Funcionamiento Red de Vacío desde un Predio a la Red de Vacío	27
	b. Sistema de Alcantarillado por Vacío de la Cámara Colectora a la Planta de Tratamiento	28
06	Perfil Tipo entre Vivienda y Cámara de Vacío	28
07	Corte Cámara de Vacío	29
08	Perfil Diente de Sierra	31
09	Sistema de Saltos Tuberías en perfil Diente de Sierra	31
10	Estación de Vacío	32
11	Estación de Vacío con Bombas	33
12	Estación de Vacío con Eyectores	34
13	Conexión Lateral de la Cámara a la Red	36
14	Componentes de una Cámara de Vacío	37
15	Cámara de Vacío	38
16	Instalación de Tuberías	40
17	Perfil Horizontal	41
18	Perfil Ascendente	41
19	Perfil Descendente	42
20	Método de Elevación en Perfiles	42
21	Ventilación	45
22	Tipo de Ventilación	47
23	Ventilación Cámara	48
24	Conexión a Cámara	53

25	Muestra el Esquema para el Cálculo de NPSHA en el Sistema AIRVAC	
	Sistemas con Valores Típicos	70
26	Tanque al Vacío	73
27	Volumen del Tanque	74
28	Tobera para la Limpieza Hidrodinámica	86
29	Cepillo espiral	86
30	Cepillo esférico	87
31	Cepillo circular	87
32	Rastillo de hierro forjado para la limpieza de musgo	87
33	Enjuagadores de caucho	87
34	Pala depósito para limpieza de arena y fango	87
35	Accesorios diversos	87
36	Platillo dragadores	88
37	Platillos dragadores	88
38	Extracción de sedimentos en un tramo de tubería	89
39	Tipo de sondas	89
40	Aparatos corta raíces	89

RESUMEN

La presente tesis tiene por finalidad de mostrar las bondades del sistema de alcantarillado al vacío, como una alternativa tecnológica de recolección de aguas servida, en lugares que presenta altos niveles freáticos y que frecuentemente presenta épocas de inundación estacional. Para ello se realiza una evaluación técnica y económica basada en la dotación de servicios de alcantarillado residual de 78 viviendas de la calle Garote, ubicado en la ribera del río Itaya, del distrito de Belén, en la ciudad de Iquitos y que actualmente no cuenta con este servicio de recolección de aguas servidas.

Se elige esta zona debido a que el terreno en el cual se emplaza, es una zona inundable, ideal para la realización de este estudio, sumado a un terreno arenoso y con presencia de nivel freático alto, lo que permite colocar a prueba la viabilidad de este sistema, en relación a los costos y beneficios, de la utilización del método tradicional de alcantarillado.

Para lograr este cometido, se realiza una aproximación conceptual que permite conocer el origen y funcionamiento de este sistema, con el objeto de obtener una mayor comprensión de parte del lector.

SUMMARY

This thesis aims to demonstrate the benefits of vacuum sewer system as a technological alternative wastewater collection in places that have high water tables and often have periods of seasonal flooding. To do a comparative analysis based on the provision of services residual sewage of 78 homes on Garote Street, located on the left bank of the river Itaya, Belen district, in the city of Iquitos and now does not count with this service wastewater collection.

This area is chosen because the land on which it is located is a flood zone, ideal for conducting this study, coupled with sandy soil and the presence of high water table, allowing you to place test the feasibility of this system in relation to the costs and benefits of using traditional method of sewage.

To achieve this goal, a conceptual approach that allows to know the origin and operation of this system in order to gain a greater understanding by the reader is done.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El servicio de agua potable en la ciudad de Iquitos comenzó a funcionar en 1954 con 1,065 conexiones domiciliarias y 40 km. de red de distribución.

En 1970, Iquitos contaba con 3,800 conexiones domiciliarias y 55 km. de red. Posteriormente con la ejecución de la II y III etapa del Plan Nacional Urbano de Agua Potable la cobertura del servicio se incrementó notablemente hasta llegar a 18,400 conexiones y 102 km. de red de distribución, en el año de 1980.

CUADRO N° 01: REDES DE LA CIUDAD DE IQUITOS

	1970	1980
Redes matrices y de relleno	54.7 Km.	102.0 Km.
Conexiones domiciliarias	3,800	18,400
Dotación de servicio	188 lts/seg.	500 lts/seg.
Capacidad de reservorio	4,000 m ₃	4,000 m ₃

En cuanto al desagüe pluvial y doméstico, durante la década del '70 la característica es la del tipo convencional con un sistema Mixto, sólo se habían hecho trabajos de canalización y alcantarillado en algunos puntos críticos de mayor presión de la población, como es la canalización de la calle Ricardo Palma

El sistema de desagüe pluvial y doméstico alcanza en el año 1994, una extensión de 46 km., y que se encuentra concentrado en el casco urbano central de la ciudad.

El esfuerzo más serio por solucionar los problemas de desagüe fue realizado en los años 1966-1969 por la firma alemana Goolfedder, pero que al poco tiempo quedó desactualizado por cuanto no se previó la explosión demográfica que iba a sufrir por efecto del "boom" petrolero¹.

¹ Crecimiento Urbano de Iquitos: Condicionamientos Estructurales en la Década del '70 y sus Perspectivas. IIAP.1994. Marta Rodríguez Achung

Actualmente, el Gobierno Regional de Loreto, viene ejecutando las obras de los servicios de alcantarillado residual, “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado e Instalación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la ciudad de Iquitos”.

El sistema del alcantarillado residual, comprende la ampliación de redes de Alcantarillado, en 154,298 metros y el reemplazo de 119,121 metros, y abarcará las zonas que están ubicadas por encima de la cota 94.40 msnm (Cota Máxima de Inundación en la zona de Investigación – Referencia los Planos de Perfiles Longitudinales); es por debajo de esta cota que el alcantarillado al vacío tiene ventajas comparativas respecto al alcantarillado convencional. El sistema de alcantarillado de la ciudad está diseñado para conducir las aguas servidas hacia la planta de tratamiento de aguas servidas ubicada al norte de la ciudad, mediante un sistema de bombeo para lo cual se van a implementar 19 estaciones de bombeo, también se contempla la construcción de colectores de aguas servidas.

La separación de aguas pluviales de las aguas servidas, mediante la separación de las gambotas de la conexión de alcantarillado, con lo cual se propone el reemplazo de 30,673 conexiones y la ampliación de 7,926 conexiones de alcantarillado, en total 38,599 conexiones de alcantarillado.

CUADRO N° 02: REDES DE LA CIUDAD DE IQUITOS

	2010	2014
Redes de Alcantarillado	119.1 km	154.2 km
Conexiones Domiciliarias	30,673	38,599

Por otro lado, se tiene previsto la instalación y puesta en operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual se plantea como solución al tratamiento de las aguas servidas de esta ciudad, la construcción de una planta de tratamiento mediante Reactores Anaeróbicos de flujo Ascendente seguidos de filtros percoladores.

Las obras auxiliares y los procesos de tratamiento con que contará la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad Iquitos son las siguientes:

- Cámara de llegada
- Cámara de rejillas y medidor de caudal
- Cámara de tamices
- Desarenador 2 unidades
- Reactor anaeróbico de flujo ascendente 12 unidades
- Reactor de oxidación de mezcla completa

- Filtro percolador
- Sedimentador secundario
- Tanque de desinfección
- Deshidratado de lodos
- Conductos de distribución y recolección a los diferentes procesos de tratamiento
- Estación elevadora de aguas residuales
- Emisor y disposición final

Una vez tratada el agua servida esta será descargada mediante el emisor hacia el Rio Nanay.

El alcantarillado convencional, que se construye en la ciudad de Iquitos, tiene una serie de dificultades que se presentan en el proceso de ejecución debido a la presencia de suelos hidromórficos² que incrementan el problema de la infiltración de aguas hacia las redes y la eliminación de olores proveniente de los propios buzones y cámaras de bombeo, así como el tiempo empleado para su construcción, es por estas razones que vimos la oportunidad de presentar esta tesis y que tiene por finalidad de demostrar y comparar las ventajas tecnológicas y económicas que sustentan la sostenibilidad en el tiempo del alcantarillado al vacío, así como su rentabilidad social, respecto al alcantarillado convencional.

Este sistema funciona mediante la utilización de un diferencial de presión negativa generada desde una estación de vacío. Esto representa una alternativa viable para su instalación en terrenos complicados, donde el alcantarillado gravitacional resulta imposible o dificultoso construir.

Para realizar este análisis se utiliza como base de este estudio la construcción de una red de alcantarillado residual para dotar villa de este servicio a 78 viviendas, cuyo terreno presenta las características ideales, que facilitan la obtención de los datos necesarios para realizar la investigación

² Suelos Hidromórficos: perteneciente a suelos entre zonas caracterizados por un exceso de humedad permanente por lluvias, nieve o nivel freático muy cercano a la superficie.

CAPITULO II

PERFIL DE INVESTIGACIÓN.

2.1 TITULO

“EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO”

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.2.1 HISTORIA DEL ALCANTARILLADO

La historia de los alcantarillados se origina desde los primeros asentamientos humanos. La concentración demográfica fue razón para la construcción de estructuras que facilitaran el drenaje de aguas lluvias. Veremos por ejemplo, cómo en el Imperio Romano, los sistemas de alcantarillados fueron diseñados para drenar exclusivamente aguas pluviales. Habiendo resuelto el problema de evacuación de aguas pluviales, el alto índice de enfermedades a nivel mundial durante el siglo XIX hizo que el hombre necesitara deshacerse de las aguas residuales y residuos sólidos de las ciudades. Este fue el comienzo de la utilización de sistemas de alcantarillados como alternativa de drenaje de aguas y sólidos residuales³.

El drenaje o alcantarillado se inventó al principio para evacuar las aguas pluviales de las ciudades. Los romanos fueron grandes constructores de drenaje de aguas de lluvia y grises. Cuando edificaban una ciudad, empezaban por construir canales subterráneos. La gran cloaca de Roma, la Cloaca Máxima fue edificada alrededor de los 600 a.C. por Tarquin El Antiguo. Cuando las ciudades romanas desaparecieron y fueron ocupadas por otras poblaciones, se volvieron focos de infección, y las epidemias de peste y cólera regularmente provocaban una alta mortalidad. Los invasores de las ciudades romanas no mantenían limpios los drenajes, estos se taparon con la basura y se volvieron verdaderas cloacas. En Europa es hasta el siglo XII cuando las autoridades locales vuelven al método antiguo y se construyen canales debajo de las avenidas principales de las ciudades. Esto fue el principio de la llamada “ingeniería sanitaria”. Estos canales tenían una doble función: arrastrar la basura y evacuar el agua de lluvia.

En Francia, la Abadía de Royaumont, por ejemplo, tiene un ingenioso sistema para la evacuación de las aguas residuales: las letrinas de los monjes se construían sobre el río. Los Hospicios de Beaune utilizaban también el arroyo en el que fueron contruidos para drenar sus efluentes. Cluny está equipado con

³ Artículo de la Historia del alcantarillado de la Página Prezzi.co

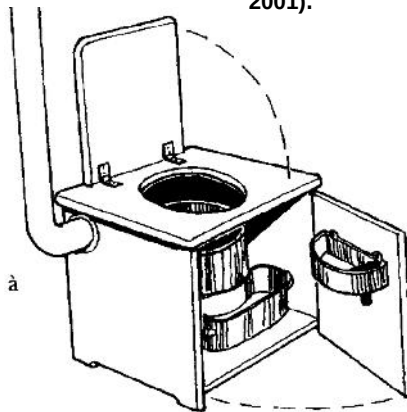
un sofisticado sistema de alcantarillado. En las ciudades de la Edad Media, el excremento tiene un valor económico. Se vende como fertilizante o "polvo". También la orina que se filtra en la tierra, y se deposita en las paredes de los sótanos para formar el nitrato que se utiliza para hacer la pólvora. Las mejores casas tienen letrinas conectadas a una fosa que debe ser vaciada regularmente.

En el siglo XVIII, la Academia Medicina estaba convencida de que las "miasmas" eran el agente de las infecciones, sin embargo la aristocracia no hizo caso, y es solamente en el siglo XIX cuando nació el concepto de "higiene" y los nacientes gobiernos locales empezaron a tomar en serio los "miasmas": el alcantarillado era entonces la solución para evacuar y limpiar la ciudad de los desechos. En 1843 en Alemania, se construyó la primera red de alcantarillado moderna. Se estableció en Hamburgo en el marco de la reconstrucción de la ciudad a raíz de un incendio. En la ciudad de París, el río Bièvre en el cual las talabarterías y curtidoras vaciaban sus residuos, fue convertido en cloaca, ocultando de la vista los desechos que sin embargo, seguían vertiéndose en el río Sena. En el transcurso de los siglos XIX y XX el alcantarillado fue raras veces cuestionado y por el contrario, se integró a una ingeniería sanitaria de la cual todavía no ha salido. El alcantarillado ha sido utilizado como símbolo del progreso sobre todo en ciudades de los países del sur que carecían de tal sistema. El debate es urgente con relación al drenaje y no basta con enumerar sus innumerables "fallas" para comprobar sus efectos negativos en términos de productividad económica, social y ambiental.

Lo que constituyó el éxito del alcantarillado en el siglo XIX, cuando el agua se empezó a suministrar en los departamentos, fue la invención del llamado "Water Closet" (W.C.) al final del siglo XVI. En 1595 el poeta inglés John Harington (1561-1612), ahijado de la reina Elizabeth I de Inglaterra y ex alumno del famoso colegio Eton, inventó el sistema del excusado de válvula que bautizó Ajax y fue instalado en el palacio de Kelston de su madrina y protectora, la Reina. En aquella época se utilizaba una bacinica bajo la cama y fue sobre un pedido de su madrina, harta de oler los olores de la bacinica, que John imagina la primera caída de agua con válvula. Instaló un tanque de agua sobre el techo de la residencia y un largo tubo conducía el agua hacia el excusado. Abriendo una llave, se dejaba caer el agua en el excusado y luego bajaba hacia una fosa. El poeta es más famoso por su invento que por su poesía. Por desgracia, el genial invento no tuvo mayor futuro, ya que para que funcionara correctamente, era necesario un sistema de alcantarillado que Londres no tenía aún. Es hasta 1775 que Alexander Cummings patentó un sanitario de cisterna, basado en la idea de Harington, perfeccionado después por Samuel Prosser, con su válvula esférica y Joseph Bramah, en 1778 quien inventó el sistema de sifón que se sigue utilizando hasta nuestros días.

Durante la segunda mitad del Siglo XIX en Inglaterra hubo un gran debate entre los defensores de los excusados de agua y los defensores de los excusados de tierra. La primera patente para un excusado de tierra fue obtenida por Thomas Swinburne en 1838 pero su sistema no fue muy aceptado. Un cuarto de siglo después, Henry Moule hizo algunos ensayos en su jardín, enterrando materias fecales y descubriendo después de tres a cuatro semanas que la materia enterada había desaparecido. Así Moule inventó un sistema de excusado que deposita una cantidad controlada de tierra cayendo de un tanque localizado atrás de la tasa sobre las materias fecales. Luego creó una compañía, la Moule Earth- Closet Company Ltd y desarrolló algunos modelos de lujo, y otros más corrientes destinados al uso de particulares o de escuelas y hospitales (véase la Figura 1). Henry Moule fue uno de los primeros defensores de las letrinas secas y criticó fuertemente la locura del saneamiento con agua. En 1868, publicó un folleto llamado: "The Advantages of the Dry Earth System" que fue difundido a gran escala. A pesar de que muchos de estos excusados fueron instalados en varios lugares (campo militar en Wimbledon, y escuelas), ganaron los defensores del saneamiento de agua. Durante los años 1870, varios inventores buscaron cómo podría ser utilizado el calor para tratar los gérmenes patógenos y suprimir los olores. Varios modelos se desarrollaron pero no fueron aceptados (Esrey et al., 2001).

FIGURA 1: EXCUSADO DE TIERRA DE HENRY MOULE, 1861 (FUENTE: STEVEN ET AL., 2001).



En 1885, el alcantarillado es adaptado de manera generalizada en Inglaterra y dotado de una legislación completa al respecto. Así, en virtud de un acta de Salud Pública inglesa, se obligó también a instalar en todas las casas que se construyeran, un servicio de inodoro. Los higienistas franceses se resisten al principio a esta solución que consideran como un despilfarro por el consumo importante de agua, la contaminación de los ríos y la pérdida de abonos para la agricultura. Sin embargo, la importación del guano peruano y del nitrato chileno entre 1850 y 1880 levanta esta última objeción. En aquella época, como lo subraya Robert (1992) violentas controversias, en las cuales participó Hugo (1862), opusieron a los defensores de la solución inglesa y a los defensores de

la solución francesa que devolvía a la tierra lo que era de ella. En la mitad del siglo XIX la solución del “tout-à-l’égout” tiene sus defensores, el sistema funciona parcialmente en la capital francesa y se vacía en el río Sena. Los barrios Ecole Militaire, Invalides, Bicêtre, La Salpêtrière, l’hôtel de la Monnaie tienen alcantarillado (Corbin, 1982). Los defensores, de Sponi (1856) a Guéneau de Mussy (1874), sostienen incansablemente que el alcantarillado es el único sistema para provocar el movimiento de los excrementos y por lo tanto, para evitar la amenaza de la estagnación (Corbin, 1982). De hecho el debate era complejo, el sistema del alcantarillado imponía a los propietarios contratar el servicio de agua considerado como una carga elevada. En 1856, solamente diez mil inmuebles de los treinta y dos mil de la capital francesa eran alimentados con agua. El alcantarillado amenazaba las empresas de poceros que representaban un poderoso grupo de presión.

Al cabo de un siglo de debates y rechazos, hacia 1890, la solución del alcantarillado ya había triunfado en toda Europa y de ahí se extendió su uso al continente americano. El “higienismo” o “sanitarismo” decimonónico declaró obsoleta toda solución que no fuera la solución “inglesa”, es decir el alcantarillado más W.C. El Barón Haussmann y el ingeniero Belgrand se encargaron de limpiar París de todos los desechos y poluciones e instalaron una red de alcantarillado bajo las grandes avenidas entre 1851 y 1870.

La remoción de los excrementos por medio del agua fue entonces una solución incuestionable por los mismos ingenieros sanitarios y los defensores de la lucha contra los “miasmas” rechazando a priori otras soluciones tales como las soluciones “secas”. Cabe mencionar que en aquella época las aguas negras del alcantarillado se descargaban en los ríos, de las ciudades europeas o en campos abiertos periféricos. El alcantarillado tiene como resultado simplemente, desplazar la contaminación del lugar mientras las enfermedades continúan: el cólera y la tifoidea matan a miles de personas cada año. Como lo mostraron los trabajos de Corbin (1982) el “higienismo” no nace de las teorías de Pasteur, se trataba de poner los “miasmas” de los pozos negros fuera del alcance de las narices delicadas de la burguesía, la teoría de los “miasmas” nunca fue una teoría científica sino más bien una construcción social del olor.

Llega el siglo XX y los conocimientos en microbiología se desarrollan a partir de los trabajos de Pasteur en el siglo pasado. Por fin se entendió que los micro-organismos eran responsables de la degradación de la materia orgánica y esta capacidad de eliminación de las materias biodegradables es utilizada en las primeras estaciones de tratamiento biológicas. A partir de 1914, científicos ingleses presentan un sistema de estanques donde las aguas servidas son oxigenadas para permitir su degradación a través de los microorganismos. Este descubrimiento comprueba científicamente que no se necesita agua para tratar las aguas negras sino más bien oxígeno (tratamiento aerobio), sin embargo, la

idea del alcantarillado y saneamiento con agua sigue viva. El conocimiento científico descubría el modo de reciclar todos los desechos. Pero en los años veinte, la generalización del W.C. contribuyó a fundir y juntar en una sola sustancia las aguas negras y las aguas industriales y hasta las aguas de lluvia. Sin embargo, la difusión del alcantarillado fue lenta: en 1907, en Francia, sobre 616 ciudades de más de 5,000 habitantes, 294 no tenían ningún sistema de alcantarillado. Al final de los años cuarenta, con la economía del despilfarro y durante los “treinta gloriosos años”, se difundió la idea que era más económico tirar que reciclar. Es hasta los años 70’s con las olas verdes que la idea del reciclamiento hace de nuevo su aparición. Este fue (brevemente) el origen de las ideas que hicieron del saneamiento lo que es ahora en todo el planeta⁴.

El servicio de agua potable en la ciudad de Iquitos comenzó a funcionar en 1954 con 1,065 conexiones domiciliarias y 40 km. de red de distribución.

En 1970, Iquitos contaba con 3,800 conexiones domiciliarias y 55 km. de red. Posteriormente con la ejecución de la II y III etapa del Plan Nacional Urbano de Agua Potable la cobertura del servicio se incrementó notablemente hasta llegar a 18,400 conexiones y 102 km. de red de distribución, en el año de 1980.

En cuanto al desagüe pluvial y doméstico, durante la década del '70 la característica es la del tipo convencional con un sistema Mixto, sólo se habían hecho trabajos de canalización y alcantarillado en algunos puntos críticos de mayor presión de la población, como es la canalización de la calle Ricardo Palma

El sistema de desagüe pluvial y doméstico alcanza en el año 1994, una extensión de 46 km., y que se encuentra concentrado en el casco urbano central de la ciudad.

El esfuerzo más serio por solucionar los problemas de desagüe fue realizado en los años 1966-1969 por la firma alemana Goolfedder, pero que al poco tiempo quedó desactualizado por cuanto no se previó la explosión demográfica que iba a sufrir por efecto del "boom" petrolero⁵.

⁴ El Alcantarillado Sanitario como modelo global de construcción de riesgo local. **Joel Audefroy**.

⁵ Crecimiento Urbano de Iquitos: Condicionamientos Estructurales en la Década del '70 y sus Perspectivas. IIAP.1994. Marta Rodríguez Achung

2.2.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

2.2.2.1 Situación y contexto de la problemática actual

¿Es posible establecer un sistema de transportes de aguas residuales que no contamine las cargas freáticas y espejos de agua de los ríos adyacentes a la ciudad de Iquitos?, ¿Cuáles indicadores serían relevantes para controlar la gestión de la inversión pública de las Entidades del Estado en la búsqueda de sistema de drenaje y alcantarillado sustentable?, ¿Es posible desarrollar una alternativa que permita ser aplicado en las localidades que frecuentemente alcanzan niveles de inundación por periodos largos sin contaminar significativamente el medio ambiente?

En consecuencia es posible aplicar como una alternativa tecnológica el alcantarillado al vacío, ya que el mismo presentaría indicadores económicos de rentabilidad social y sostenible.

2.2.2.2. Identificación y determinación del problema

La gestión de la inversión pública, en el sector saneamiento, en las Entidades del Estado no cuentan con indicadores que ayuden a evaluar las alternativas de acuerdos con las realidades socioeconómicas, hidromorfológicas, etc, lo cual conlleva a la toma de decisiones inadecuadas que de hecho ocasionan gastos innecesarios, y una mala percepción de la comunidad debido a la falta de información y a la ausencia de un seguimiento de control de las estrategias planteadas;

La realidad de la problemática de las Entidades del Estado gira en torno a una débil formación de las autoridades y funcionarios encargados de la gestión integral de la institución, que se traduce en un manejo ineficiente de los escasos recursos existentes y en una falta de visión orientada a incrementar valor a la institución.

Así también, incurre en una problemática el incumplimiento de las normativas respecto a la participación e involucramiento de la sociedad civil organizada en los procesos de formulación, control y evaluación de alternativas tecnológicas generando así descontento en la comunidad.

2.2.2.3. Selección del problema

Este problema ha sido seleccionado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de Selección del Problema a investigar:

- a) El problema incide significativamente en la calidad de vida de la población
- b) El investigador tiene acceso a la información y datos estadísticos.
- c) Incide en la calidad de gasto.
- d) Afecta negativamente la imagen de las instituciones del Estado y Organizaciones del sector
- e) Incrementa los costos de conducir y tratar agua residual

2.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

2.3.1 Problema General

El problema en el que se centra la presente tesis, exige responder a la interrogante:

¿Cómo influye la selección de alternativas tecnológicas de conducción de aguas residuales en el incremento de la calidad de vida y el desarrollo de la región Loreto?

Lograr determinar o establecer el problema de estudio, demanda listar la problemática integral observada de la gestión integral de los recursos hídricos, por consiguiente la relación que a continuación se describe aparentemente la problemática del área de estudio:

- a) No se lleva a cabo una planeación adecuada de los recursos y actividades lo que no permite hacer evaluaciones entre lo que se ha utilizado y lo que se ha planeado y de esa forma realizar los ajustes correspondientes;
- b) No se dispone de una organización estructural y funcional (Autoridad Autónoma) que sea capaz de aglutinar todos los recursos y orientarlos a una efectiva realización de las actividades;
- c) No se dispone de una dirección táctica y estratégica que oriente los recursos al cumplimiento de las metas, objetivos, misión y visión empresarial;
- d) Es deficiente la toma de decisiones, por la falta de información que provenga no sólo del aspecto financiero, sino también del aspecto de la comunidad, los procesos internos y externos, capacitación y entrenamiento del personal, etc.
- e) Se ha determinado una deficiente coordinación e integración de los gobiernos locales con el gobierno regional y nacional, así como de las organizaciones de la sociedad civil.
- f) Otro aspecto de la deficiente gestión integral de los recursos hídricos, lo constituye el control deficiente de las entidades fiscalizadoras, que no tiende a proteger los recursos, a la verificación de las funciones y a tener las pautas orientadoras del buen uso.

- g) Las Entidades que intervienen en el sector no realizan un adecuado diagnóstico con participación de los involucrados para definir las alternativas tecnológicas y los indicadores para la toma adecuada de decisiones gerenciales.
- h) Otro aspecto es la no utilización de la estrategia, ya sea en planes o simples acciones de este tipo para el desarrollo de las actividades de gobierno.

2.3.2 Problemas Específicos

1. ¿Cuál es la influencia del inadecuado diagnóstico situacional en la formulación y evaluación de alternativas tecnológicas en la solución de la evacuación de las aguas residuales y pluviales?
2. ¿Qué incidencia tiene la selección inadecuada de los sistemas de conducción y tratamiento de las aguas residuales en la baja calidad del gasto público?
3. Como influye la participación de la sociedad civil organizada (fiscalización) en la selección de alternativas, gestión y desarrollo de la inversión pública en proyectos de saneamiento?
4. ¿Es posible establecer como alternativa tecnológica a los problemas de altos niveles freáticos y de frecuentes niveles de inundación utilizando el alcantarillado al vacío?,
5. ¿Cuáles indicadores serían relevantes para controlar la gestión de los recursos hídricos en la región Loreto?,
6. ¿Es posible desarrollar un programa de instalación de alcantarillado al vacío en los centros poblacionales rurales que solo cuentan con escasas horas de servicios de energía eléctrica, provenientes de los hidrocarburos?

CAPITULO III OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de alternativas tecnológicas de conducción de aguas residuales para ser aplicado en mejorar los procesos de selección, priorización y ejecución de la inversión pública con el incremento de la calidad de vida y el desarrollo de la región Loreto

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.2.1 Analizar y evaluar la rentabilidad social del sistema de alcantarillado convencional y su planta de tratamiento de aguas residuales.
- 3.2.2 Fortalecer la participación de la sociedad civil organizada en la gestión y determinación de la alternativa tecnológica en el desarrollo de la inversión pública.
- 3.2.3 Elaborar un manual metodológico para el diseño de un proyecto de alcantarillado al vacío.

CAPITULO IV

JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA

4.1 Justificación Técnica

La selección de la mejor alternativa técnica está ligada tanto a factores internos como externos, y está encaminado a la consecución de las metas y objetivos poblacionales de contar con sistemas de alcantarillado sostenibles y sustentables.

El alcantarillado al vacío,

Para la realización de esta investigación se cuenta con la aprobación de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la UCP para tener acceso a la información que se encuentra disponible tanto a nivel impreso como los portales oficiales, además de contar con los recursos humanos, técnicos y bibliográficos que permitan la realización de esta aplicación.

4.2 Justificación Económica

Las entidades del Estado, pueden minimizar los costos de inversión en la selección adecuada de las alternativas tecnológicas para solucionar los problemas de evacuación de las aguas residuales y pluviales, así como también minimizar los costos de Operación y Mantenimiento.

4.3 Justificación Social

Con la implantación del alcantarillado al vacío, se pretende una mejor programación y criterios de priorización de los proyectos de inversión pública orientados a una mejor calidad de vida de la población y una participación más activa y efectiva de la comunidad en la toma de decisiones.

CAPITULO V

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

5.1 Conceptos relacionados al problema

Los sistemas de residuos líquidos para la recolección, evacuación y tratamiento de aguas residuales y/o pluviales se pueden clasificar en cuatro categorías: (i). Convencionales; (ii). No Convencionales; (iii). Al Vacío y (iv) En situ.

5.1.1 Sistema de alcantarillado Convencional

Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final, estos son:

a. Alcantarillado combinado:

En el que las aguas residuales y pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema.

b. Alcantarillado separado:

La recolección y transporte de las aguas residuales y pluviales se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

Los sistemas convencionales también pueden tener sistemas de conducción y distribución por gravedad, por bombeo o mixto.

El diseño hidráulico y estructural debe ser realizado teniendo en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones, vigentes desde el año 2006.

Específicamente para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, las normas son las siguientes:

OS.060 Drenaje pluvial urbano

OS.070 Redes de aguas residuales

OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales

OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales

OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria

5.1.2 Sistemas de alcantarillado No Convencional

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional sanitario, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población.

a. Los alcantarillados simplificados:

Conocidos también como Red de Alcantarillado Simplificado (RAS), funcionan esencialmente como un alcantarillado sanitario convencional pero teniendo en cuenta para su diseño y construcción consideraciones que permiten reducir el diámetro de los colectores tales como la disponibilidad de mejores equipos para su mantenimiento, que permiten reducir el número de pozos de inspección o sustituirlos por estructuras más económicas.

b. Los alcantarillados condominiales:

Son sistemas que recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas que normalmente están ubicadas en un área inferior a 1 ha mediante colectores simplificados, y son conducidas a la red de alcantarillado municipal o eventualmente a una planta de tratamiento.

Este sistema comprende las redes de alcantarillado en las propiedades horizontales dentro de una cuadra; dicho en otras palabras, las redes en régimen de condominio se proyectan por los solares o patios de las viviendas, con el fin de disminuir al máximo la longitud de las redes internas, (dentro de la vivienda) y externas.

El sistema básico de recolección está diseñado como un alcantarillado de redes simplificadas. La derivación en régimen de condominio dentro de cada cuadra consiste en una tubería superficial de Ø100 mm y por lo general con una pendiente mínima superior al 1%.

Como el alcantarillado en régimen de condominio dentro de una cuadra se construye a lo largo de propiedades privadas sucesivas, se debe contar previamente con el consentimiento de los dueños. Por este motivo es primordial realizar programas de educación sanitaria, higiene personal y participación comunal con el fin de promover el proyecto, explicar el sistema, convencer a los interesados y asegura la participación de la comunidad en la construcción, el mantenimiento y la operación del sistema.

c. Los alcantarillados sin arrastre de sólidos:

Los RASAS⁶, conocidos también como alcantarillados de pequeños diámetros, o redes de aguas residuales decantadas (RARD), son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde estos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundos.

El sistema se concibió originalmente en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en la década de los años setenta para solucionar problemas de infiltración en terrenos con escasa capacidad para absorber los efluentes de los tanques sépticos; esta tecnología se ha difundido a nivel mundial y su primera aplicación en América Latina fue en 1979 en el Brasil.

Sirven para uso doméstico en pequeñas comunidades o poblados y su funcionamiento depende de la operación adecuada de los tanques interceptores y del control al uso indebido de los colectores. Desde el punto de vista ambiental pueden tener un costo y un impacto mucho más reducido.

Las RASAS son pequeñas tuberías de plástico, colocadas frecuentemente con pendiente uniforme hacia abajo, las cuales colectan los efluentes de los tanques interceptores de las viviendas conectados a la red y las conducen al sitio de tratamiento y disposición final previamente seleccionada. Los tanques interceptores son parte integral de la red y tienen la importante función de retener la arena, natas y otros sólidos contenidos en las aguas de desecho provenientes de la vivienda, eliminando de este modo la necesidad de mantener velocidades auto limpiantes (capaces de transportar sólidos) en los conductos. La experiencia norteamericana en la operación del sistema de alcantarillado de Mt. Andrew, Alabama, indica que pueden permitirse pendientes planas, o incluso hacia arriba, en los conductos sin necesidad de incrementar el mantenimiento (Simmons et al., 1982).

El tipo de escurrimiento que se presenta en estas redes involucra reflujos, sobrecargas y muchas transiciones entre flujo a tubo lleno y

⁶ RASAS: Redes de Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos.

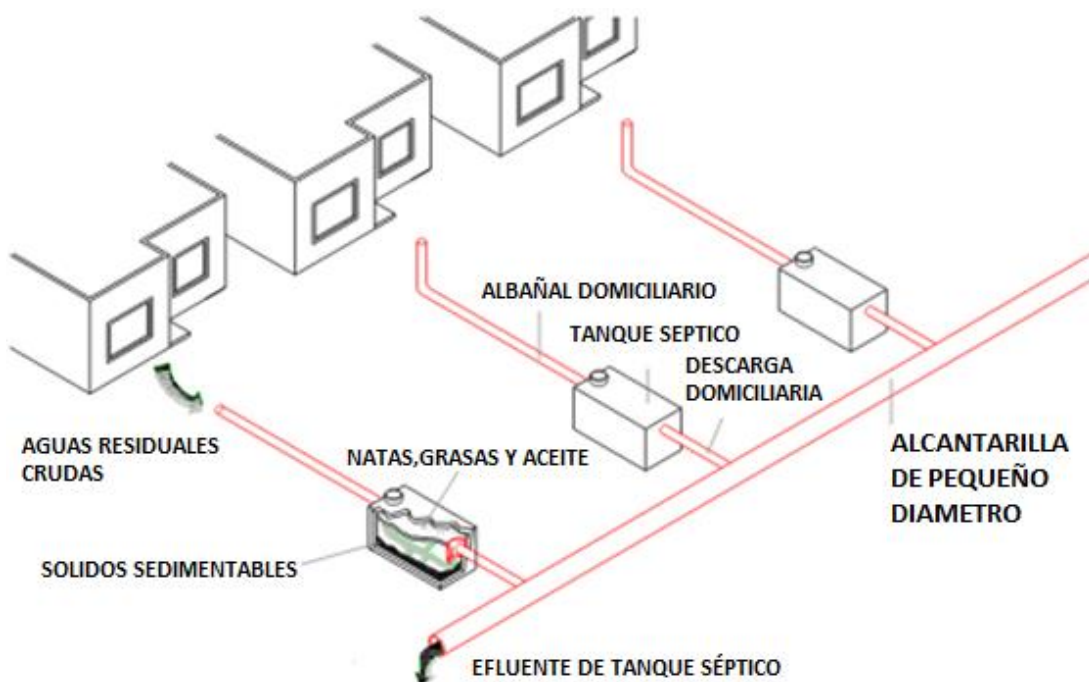
Fuente: Revista Académica - Universidad Autónoma de Yucatán, México

flujo a tubo parcialmente lleno. Sin embargo, después del llenado inicial de los tramos bajos, toda el agua localizada en la entrada alcanzará la salida. Es obvio que algunos tramos permanecerán llenos durante toda la operación de la red. En todo caso, la descarga de la red debe estar más abajo que la entrada de agua más baja y que cualquier vivienda servida por la red.

El modelo de red de alcantarillado de pequeño diámetro puede considerarse una combinación técnica del método de eliminación individual mediante tanques sépticos y una red de recolección del efluente sedimentado de esos tanques, la cual no requiere alcantarillas con una pendiente definida. También se le puede considerar como una innovación de los sistemas de alcantarillado de baja presión con bombas para efluentes de tanques sépticos.

Las RASAS están compuestas por los elementos siguientes: albañal domiciliario, tanque interceptor y red de alcantarillas con sus obras complementarias (Fig. 2), mismos que se describen a continuación

FIGURA N° 02: COMPONENTES DE REDES DE ALCANTARILLADO SIN ARRASTRE DE SOLIDO



Albañal domiciliario

Estas tuberías transportan los desechos líquidos de una o de un grupo de viviendas a la entrada del tanque interceptor. Cuando una sola vivienda alimenta al tanque, la tubería puede proyectarse como un albañal domiciliario; si son conexiones múltiples, las tuberías deben

diseñarse como redes simplificadas. En ambos casos, debe procurarse alcanzar al tanque con una reducida profundidad, lo cual evita costosas excavaciones y pérdida de energía hidráulica. No deben descargarse aguas pluviales a los tanques. Las conexiones o albañales domiciliarios deben tener de 7.5 a 10.0 cm. de diámetro y pendiente suficiente (2% cuando menos) para garantizar el transporte de los sólidos contenidos en las aguas residuales al tanque interceptor.

Tanque interceptor

El tanque interceptor es el elemento de los alcantarillados decantados que recibe los gastos variables de agua con partículas sólidas, provenientes de una o varias viviendas y entrega a la red de alcantarillas gastos relativamente constantes de aguas con bajos contenidos de sólidos sedimentables. Los tanques sépticos convencionales bien diseñados y contruidos pueden cumplir las funciones de los tanques interceptores. Estos tanques son parte integral y esencial de las RASAS, ya que de su eficiente desempeño depende el buen funcionamiento de las alcantarillas y sus necesidades de mantenimiento.

Las funciones de los tanques son permitir la sedimentación, digestión y almacenamiento de los sólidos contenidos en las aguas residuales, eliminando con esto la necesidad de arrastrar los materiales a través de las tuberías, y en consecuencia, permitiendo la instalación de las alcantarillas con pendientes de cualquier signo (hacia abajo o hacia arriba) que requieren poco mantenimiento. No menos importante es la función reguladora que también tienen estos tanques, ya que al amortiguar las variaciones de los flujos que reciben, descargan a la red gastos promedios menores a los estimados en sistemas convencionales, lo cual hace posible el empleo de tuberías de poca capacidad (pequeño diámetro), que tienen un funcionamiento hidráulico mejor que los grandes colectores, debido a que no necesitan manejar gastos extremos (caudales muy pequeños en ciertos momentos y caudales muy grandes en otros momentos).

Red de alcantarillas y obras complementarias

La red está conformada muy frecuentemente por tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) de pequeño diámetro, cuyo tamaño mínimo va de 5 a 10 cm. A diferencia de las alcantarillas convencionales, las de pequeño diámetro no se instalan necesariamente con pendiente uniforme hacia abajo, ni con alineamiento rectilíneo entre cada dos pozos de visita, ya que al no existir el transporte de materiales sólidos que puedan obstruir las tuberías, se les permite cambios de dirección por medio de curvas.

Las tuberías de conexión de los tanques sépticos a la red, llamadas descargas domiciliarias, deben ser de diámetro igual o menor a las alcantarillas para evitar la obstrucción de éstas.

Entre los elementos accesorios de la red se encuentran los pozos y registros de limpieza, las cajas de paso y las estaciones de bombeo. Los pozos y registros sirven para la inspección, limpieza y ventilación de las alcantarillas; los registros de limpieza son más utilizados que los pozos de visita por razones económicas y por impedir las infiltraciones y el paso de otros materiales. Los pozos de visita se recomiendan en las uniones de varios colectores y en los cambios bruscos de dirección. Las estaciones de bombeo se emplean cuando se quieren conectar viviendas situadas por abajo del nivel de la red decantada; deben evitarse al máximo, debido a sus altos costos de operación y mantenimiento, así como a la vulnerabilidad de su funcionamiento.

5.1.3. Alcantarillado al Vacío:

Los sistemas de alcantarillado por vacío de aguas residuales tienen como principio de funcionamiento la diferencia de presión entre la atmosférica y la presión negativa en la red colectora, y se utilizarán en situaciones adversas, donde las características geomorfológicas o geotécnicas del terreno impidan la construcción de sistemas de alcantarillado convencional (por gravedad o por bombeo).

El sistema de alcantarillado por vacío se debe aplicar como última opción luego de haber evaluado técnicamente que no es posible la construcción del sistema de alcantarillado convencional (por gravedad o bombeo), tanto en los sistemas urbanos como en los rurales.

Consecuentemente, luego de descartar técnicamente que no sea posible aplicar un sistema de alcantarillado convencional (por gravedad o bombeo), el sistema de alcantarillado por vacío se debe aplicar, cuando el proyecto se encuentre ubicado en terrenos que presenten, cuando menos, alguna de las siguientes características:

- a) Terrenos cuyo nivel freático sea alto, es decir que el nivel del agua se encuentre a una profundidad menor de 1.00 m, respecto del nivel del terreno;
- b) Terrenos inundables, en los que la inundación se presenta con una duración mínima de tres (3) meses durante el año;
- c) Terrenos rocosos, establecido así luego de realizado el estudio de suelos, y que además abarque un mínimo de 80% de la longitud total donde se instalarán las redes de alcantarillado; y,

- d) Terrenos con pendiente negativa, que no permitan la instalación del alcantarillado por gravedad.

El uso de este sistema debe ser justificado con sustento técnico, económico, social y ambiental, cumpliendo las exigencias del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP.

El diseño hidráulico se realiza en base a la “Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío”⁷, de la Dirección Nacional de Saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

5.1.4. Sistemas in situ:

Existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo y pueden ser apropiados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. En el tiempo, estos sistemas deben considerarse como sistemas transitorios a sistemas no convencionales o convencionales de recolección, transporte y disposición, en la medida en que el uso de la tierra tienda a ser urbano.

La intervención en los centros poblados rurales debe tener en cuenta los “Lineamiento para la Formulación de Programas o Proyectos de Agua y Saneamiento para los Centros Poblados del ámbito Rural”, aprobados con RM N° 108-2011-VIVIENDA, modificado por RM N° 201-2012-VIVIENDA; así como la “Guía de opciones técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para los centros poblados del ámbito rural”, aprobado con RM N° 184-2012-VIVIENDA; supletoriamente debe utilizarse las normas técnicas de la OMS-OPS.

⁷ Aprobado mediante R.M. N° 169-2013-VIVIENDA

CAPITULO VI

HIPOTESIS

6.1 Hipótesis

La implementación del sistema de alcantarillado al vacío mejoraría la calidad de vida de la población que se encuentra en zonas afectadas.

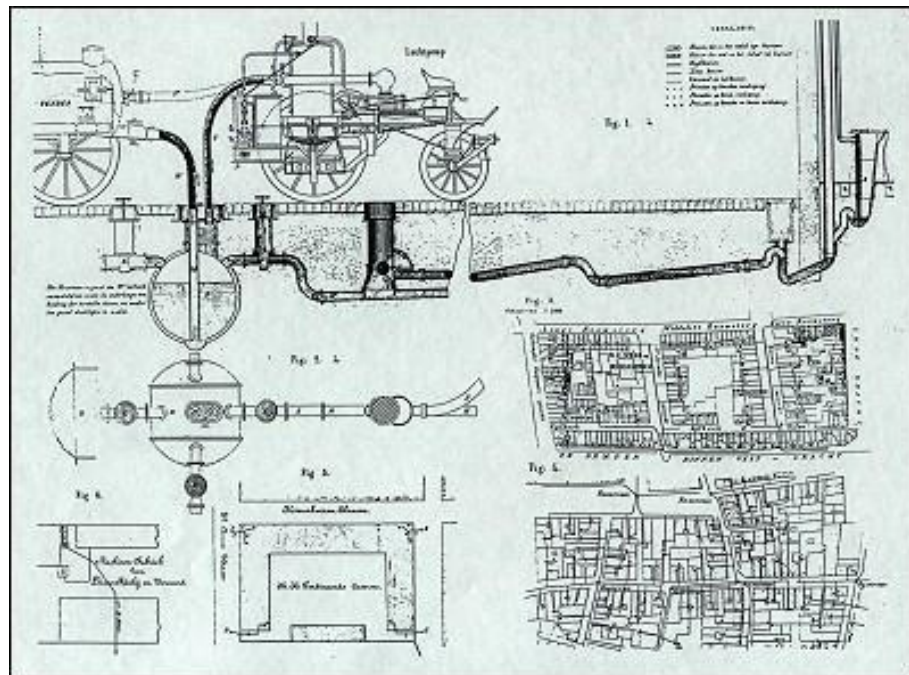
CAPITULO VII

DESARROLLO DE LA INVESTIGACION: ORIGEN Y FUNCIONAMIENTO DEL ALCANTARILLADO AL VACIO

7.1 ORIGEN DEL ALCANTARILLADO AL VACIO

La historia del alcantarillado al vacío comienza en el año 1866, cuando el Ingeniero Holandés Liemur presenta ante el congreso de Haarlem (desarrollado en Holanda) el primer sistema de recolección de aguas residuales mediante el uso de vacío como se aprecia en la figura N° 03.

FIGURA N° 03: PRIMER DISEÑO DE UNA RED DE VACÍO⁸



En el año 1956, después de 100 años desde la primera publicación del sistema de alcantarillado al vacío, el Ingeniero Sueco Joel Liljendahl registra una patente para el transporte y recogida de las aguas residuales por medio del vacío. El desarrollo en este momento buscaba el ahorro del agua en las descargas de los inodoros. Sustituyendo el agua como modo de transporte por el aire.

Electrolux AB. Suecia, en 1968, compra los derechos para la tecnología de vacío registrados por el inventor Sr. Joel Liljendahl.

⁸ Primer proyecto de sistema de alcantarillado al vacío publicado el año 1866 en Holanda.
Fuente: Terraigua, España

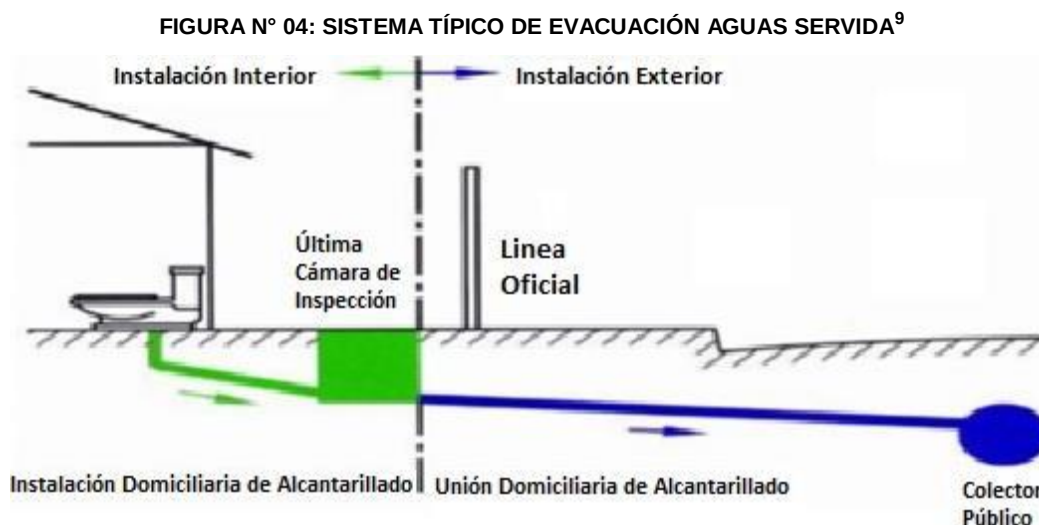
Electrolux- Quatfass BV (1969), Desarrolla el sistema VACUFLOW bajo la dirección del Ing. D.G. Quatfass.

En 1985 Electrolux vende su división de vacío a EVAC AB., incluyendo su nuevo uso para los sistemas de trenes y aviones.

En 1990, el Ing. D.G. Quatfass, aún activo dentro del grupo de EVAC como Director para las operaciones de Benelux, compra a EVAC AB. todos los derechos mundiales de VACUFLOW® creando Qua-Vac B.V.

En el 2005 QUA-VAC firma un acuerdo con Terraigua S.L para la distribución del sistema y su ingeniería en España.

Hasta el momento antes de que se diera a conocer este sistema en Europa y Estados Unidos el único medio que se utilizaba y que se mantiene vigente en gran parte del mundo en la recolección de las aguas negras provenientes de las viviendas era por medio del alcantarillado por gravedad el cual utiliza la fuerza de gravedad para el transporte de los desechos generados por los habitantes como se aprecia en la figura N° 04.



En la década del 60 la USEPA¹⁰ desarrolla una recolección alternativa desafiando a la industria al aportando fondos especiales para dicha tarea. Uno de los sistemas de recolección alternativa es el del alcantarillado al vacío.

Durante un tiempo, el alcantarillado al vacío era considerado como "nuevo" y sólo debían utilizarse como un sistema de último recurso. Pero más tarde, las mejoras en la tecnología condujeron a la aceptación de éstas como

⁹ Esquema de evacuación de aguas residuales desde una vivienda hasta el colector publico

Fuente: SlideShare – Sistema de Eliminación de Aguas Residuales.

¹⁰ La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (comúnmente conocida como EPA por sus siglas en inglés, algunas veces USEPA) es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente: aire, agua y suelo

colectores alternativos, pero aun así sólo debían utilizarse cuando resultaran recogidas significativas. Ahora, el alcantarillado al vacío se ha convertido en una alternativa aceptable en su correcta aplicación y están proporcionando un servicio de alcantarillado eficiente y confiable a las comunidades de todo el mundo. Sin embargo, un diseño adecuado es de suma importancia para llevar a cabo este sistema de manera eficiente.

En el Perú, a partir de la promulgación de la Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío, por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en el año 2013, se viene desarrollando proyectos de alcantarillado residual utilizando esta tecnología. Aún es una alternativa, que en el Perú no tiene mucho desarrollo, debido a su poca divulgación ya que todavía no existen empresas que vendan sus componentes.

En el Mundo, las experiencias del alcantarillado al vacío son muy amplias, tiene presencia en más de 170 países del mundo; entre ellos Dubái, Italia, Brasil, Francia, Japón, Corea, México y España, entre otros. En Latinoamérica sus primeros pasos han empezado de la mano de Manantial Chile S.A, y se espera que en un tiempo más pueda ser conocido en toda Sudamérica¹¹.

Durante los últimos 40 años, estos sistemas han sido puestos en funcionamiento en todo el mundo. Hay más de 700 AIRVAC¹² operativos del Sistema de Alcantarillado al Vacío en todo el mundo, incluyendo cerca de 250 sistemas en 27 estados de los Estados Unidos. Entre los proyectos realizados por AIRVAC se encuentran: Mahahual, Mexico Project; Large Municipal Project – Holden Beach, North Caroline¹³.

Uno de los proyectos más prestigiosos del Sistema de Alcantarillado al Vacío que actualmente se encuentra vigente es la Palm Jumeirah Island¹⁴, es la más pequeña de un conjunto de tres islas artificiales con forma de palmera conocidas como Palm Island ubicada en Dubai, Emiratos Árabes¹⁵.

Otros proyectos con gran envergadura, es Durrat Al Bahrain Resort, ubicada en Manama, Baréin¹⁶; es la mayor isla artificial en Bahréin después de la Islas Amwaj, parecida a las Islas Palm de Dubái.

¹¹ Sistema Alcantarillado al Vacío

Fuente: Manantial Chile S.A.

¹² AIRVAC, es una empresa líder mundial en tecnología del sistema de alcantarillado al vacío.

¹³ Project Gallery

Fuente: AIRVAC

¹⁴ Vacuum Sewerage System – Palm Jumeirah, Dubai

Fuente: Corodex Electromechanic

¹⁵ Artículo sobre “Palma Jumeirah”

Fuente: Wikipedia

¹⁶ Durrat Al Bahrain Resort – Manam, Baréin

7.2 Teoría de Operación del Alcantarillado al Vacío

El alcantarillado al vacío es un sistema mecanizado de transporte de aguas residuales, diseñado para ser utilizado en cualquier tipo de terreno, ambiente y condiciones de aplicación. A diferencia de flujo por gravedad, el alcantarillado al vacío utiliza la presión de aire diferencial que va desde los (-50Kpa a -70Kpa) otorgándole la fuerza necesaria para mover los residuos a través de la red. Se requiere de una fuente central de energía para operar las bombas de vacío necesarias para mantener el vacío (presión negativa) en el sistema de recogida. El sistema requiere de una válvula de interface vacío/gravedad normalmente cerrada en cada punto de entrada para sellar las líneas de vacío de manera que éste se pueda mantener. Estas válvulas, situadas en el interior de la cámara, se abren cuando una cantidad predeterminada de aguas residuales se acumula en la recogida de cada sumidero. La presión diferencial resultante entre la atmósfera y el vacío se convierte en la fuerza motriz que impulsa las aguas residuales hacia la estación del vacío.

Además, el sistema de red al vacío, al contrario del sistema convencional que utilizan la fuerza natural de la gravedad como impulsora de las aguas, gracias a la presión negativa que se genera desde la estación y se trasmite a toda la red, permitiéndole de este modo se pueda adaptar a todo tipo de perfil natural del terreno utilizando para ello zanjas estrechas de poca profundidad y tuberías de pequeño diámetro como se aprecia en la Figura N° 05.

FIGURA N° 05: TRAZADO EXCAVACIÓN RED DE VACÍO¹⁷.



Fuente: Corodex Electromechanic

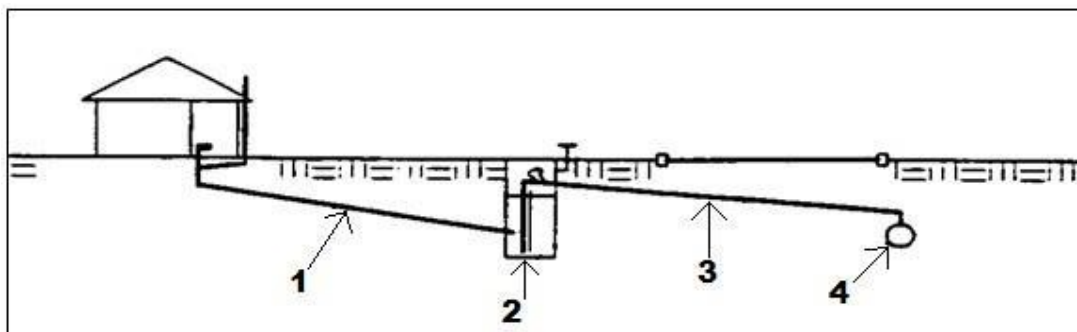
¹⁷ Excavación realizada para instalar el colector del Alcantarillado al vacío

Este sistema, combina un bajo costo constructivo en situaciones adversas y una mayor protección del medio ambiente con alta fiabilidad frente a infiltraciones salinas, control de vertidos además de requerir un escaso mantenimiento.

7.3 Proceso de Funcionamiento desde el domicilio hasta la Estación del Vacío

La figura 05B describe el proceso de drenaje de las aguas residuales al vacío desde la Vivienda hasta la Estación de Vacío.

FIGURA N°5A: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO RED DE VACÍO DESDE UN PREDIO A LA RED DE VACÍO.

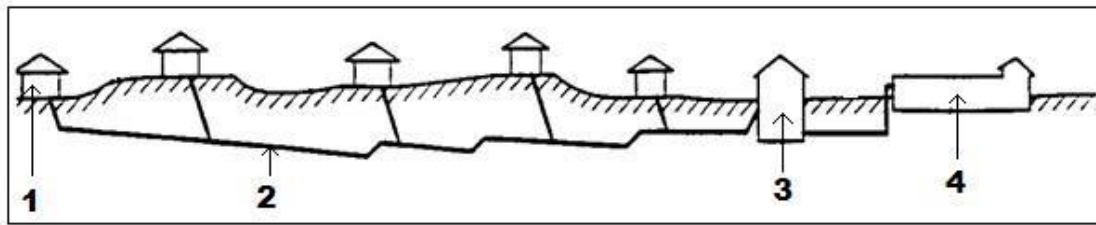


- 1 Desagüe por gravedad**
- 2 Cámara colectora**
- 3 Acometida**
- 4 Red de alcantarillado por vacío**

1. Las aguas servidas son transportadas por gravedad desde la vivienda hasta la cámara colectora, este es el único tramo del sistema que utiliza el sistema tradicional de transporte mediante gravedad.
2. Las Aguas Servidas proveniente desde la vivienda se almacenan en el interior de la cámara colectora, el cual tiene un mecanismo que cuando alcanza su límite de llenado (40 litros) esta se activa permitiendo entrar el vacío en el interior de la cámara.
3. Las aguas servidas son transportadas hasta la estación de vacío por medio de una red de tuberías con forma de dientes de sierra.
4. La estación de vacío tiene la función de generar la presión necesaria para el buen funcionamiento del sistema, además sirve de recolección de todas las aguas servidas, para luego transportarlas a algún colector existente o a una planta de tratamiento según sea el caso.

Fuente: Gentileza de AIRVAC

FIGURA N° 5B: SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO DE LA CÁMARA COLECTORA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO

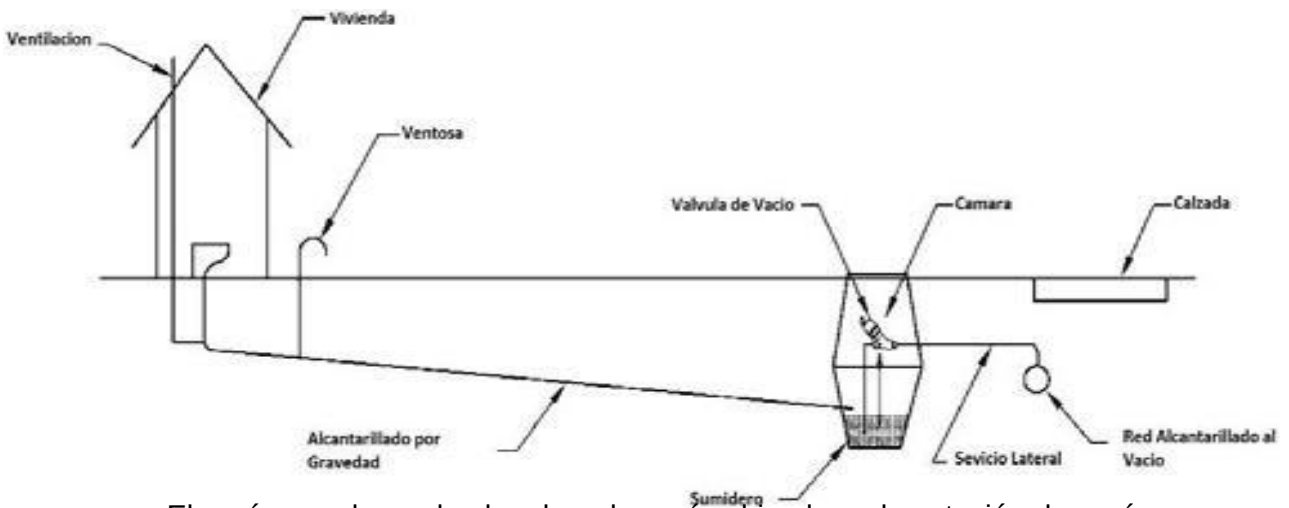


- 1 Cámara colectora
- 2 Red de alcantarillado por vacío
- 3 Estación de vacío
- 4 Planta de tratamiento

En cuanto a las conexiones de las viviendas o edificios, la unión a un sistema de vacío es similar a la conexión a cualquier otro sistema de alcantarillado.

El alcantarillado fluye a través de la gravedad fuera de la vivienda a través de un tubo de PVC del cual no se requiere de un gran diámetro hasta el punto de conexión de la red de alcantarillado público (Ver Figura N°06). En este caso, el punto de conexión es el pozo de la válvula.

FIGURA N°06: PERFIL TIPO ENTRE VIVIENDA Y CÁMARA DE VACÍO

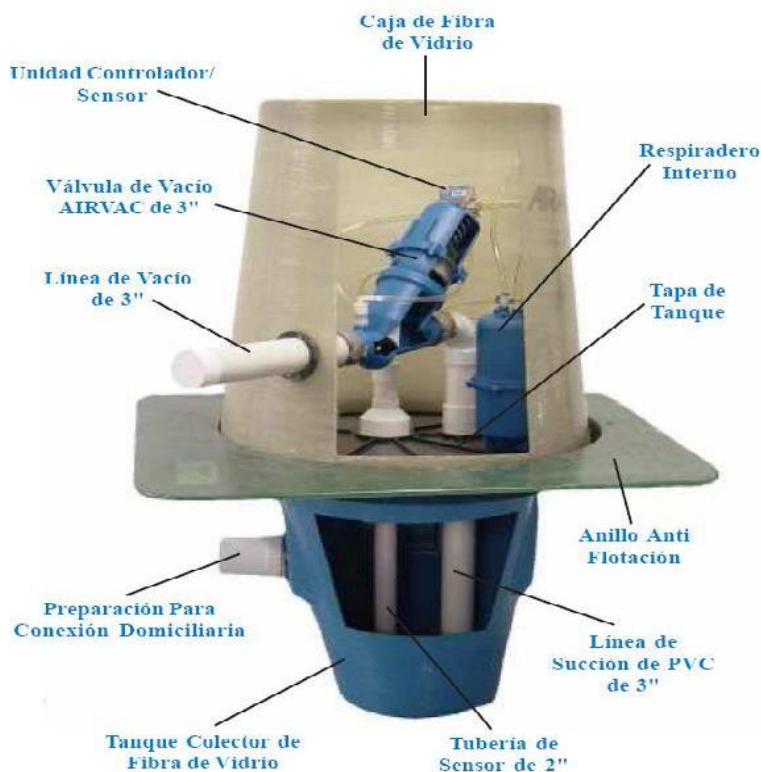


El vacío creado por las bombas de vacío ubicado en la estación de vacío es transferido a través de la red de vacío hasta la Cámara donde se encuentra la válvula. Es en el interior de la cámara donde se produce la interface entre la gravedad y el vacío.

Cámara colectora

Ubicado en el compartimiento superior de la cámara se encuentra la válvula de interface o de vacío (Ver Figura N° 07). Esta válvula está normalmente cerrada con el fin de sellar la red de vacío. Esto asegura que el vacío se mantenga en la red de tuberías en todo momento.

FIGURA N° 07: CORTE CÁMARA VACÍO



El compartimiento inferior de la Cámara es un Sumidero (Tanque colector) que recibe las aguas residuales provenientes de cada vivienda que se encuentre conectada. Cuando se han acumulado una cantidad 10 galones (aproximadamente 40 lts.) de aguas servidas en la cámara, la válvula se abre automáticamente. Esto se hace sin requerir de ningún tipo de energía eléctrica. La válvula se abre y entre 3 y 4 segundos el contenido dentro del sumidero es evacuado. La válvula permanece abierta durante otros 2 o 3 segundos para permitir que el aire atmosférico entre en el sistema. Este aire es introducido a través de la ventosa ubicada entre la vivienda y la cámara de vacío como se observa en la figura N°6.

Para el caso particular de la válvula AIRVAC de 3 pulgadas, se tiene una capacidad de 30 GPM, asumiendo que existen suficientes niveles de vacío en la ubicación de la válvula. Esta capacidad se logra cuando los ciclos de las válvulas son 3 veces en un minuto, con cada ciclo de descarga de 10 galones. La longitud de un ciclo completo de la válvula es de unos 6-8 segundos, que consiste en 2-

3 segundos para el líquido, seguido de 4-5 segundos de aire. Durante este tiempo, los niveles de vacío en la ubicación de la válvula caen temporalmente como la energía se utiliza para admitir las aguas residuales en la línea principal. La válvula luego "descansa" antes de que comience el siguiente ciclo, que ocurre cuando otros 10 galones se acumulan en el sumidero. La recuperación de vacío se produce cuando la válvula está cerrada, es en este momento que el nivel de vacío en la red principal se restaura. Es muy importante tener en cuenta que la capacidad nominal 30 gpm de la válvula no debe confundirse con la capacidad de diseño recomendado de la válvula de interface (véase la tabla 01).

TABLA N° 01

CAUDALES DE DISEÑO MÁXIMO RECOMENDADO VALVULA DE INTERFACE		
TIPO DE VALVULA	FLUJO MÁXIMO RECOMENDADO	FLUJO MÁXIMO (gpm)
Valvula de Interface Standard	0.5 - 1.5 gpm	3 gpm
Tanque Colector Simple	3.1 - 15.0 gpm	30 gpm
Tanque Colector Dual	15.1 - 30.0 gpm	60 gpm
Consulta Fabricante	> 30.0 gpm	> 60 gpm

7.4 Funcionamiento de la Red de Vacío

La presión diferencial resultante entre la presión positiva de aire ambiental y la presión negativa en el vacío se convierte en la principal fuerza motriz que impulsa las aguas residuales hacia la estación del vacío. La diferencia de presión que existe en los niveles normales de funcionamiento del vacío, proporciona la energía para propulsar el agua residual a velocidades que van entre los 4,5 a 5,5 mps ó (15-18 fps).

Cuando las aguas residuales entran en la red del vacío, viajan tanto como su energía inicial le permite, hasta que las fuerzas de fricción generadas en las paredes internas de la tubería hacen que se detenga (Ver Figura N° 08). Como también existen otras cámaras conectadas en la red a medida que una nueva válvula se abre entran nuevamente energía permitiendo de este modo el transporte de las aguas hacia la estación de vacío

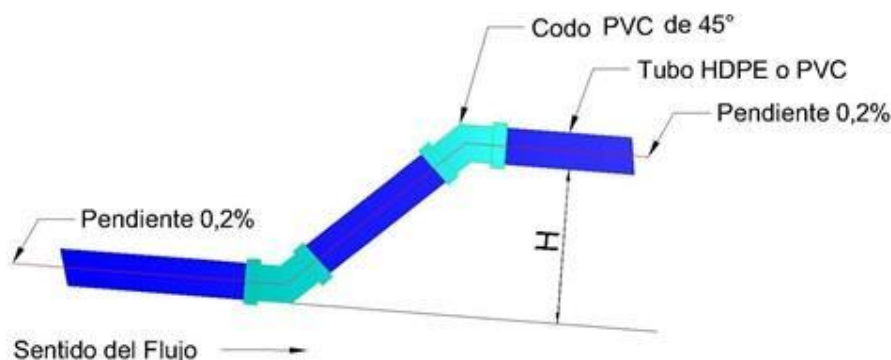
FIGURA N° 8: PERFIL DIENTE DE SIERRA



Muchos ven la tubería de vacío como un “alcantarillado por gravedad asistido por vacío”. Al igual que el alcantarillado por gravedad, el alcantarillado al vacío se instala con una pendiente positiva hacia la estación de vacío. Cuando la red de vacío empieza a hacerse más profunda, se utiliza una "salto" (Ver Figura N° 09) para devolverle una profundidad más aceptable permitiendo que la red se mantenga en la misma altura. Es en estas elevaciones donde el vacío "ayuda" a las aguas negras en su viaje hacia la estación de vacío.

Los Lift, saltos o elevaciones son parte de la configuración de dientes de sierra del alcantarillado de vacío, que es un elemento clave en un sistema de vacío. El perfil de diente de sierra se utiliza para mantener un conducto abierto en la parte superior de la tubería, evitando así que el tubo se selle y se devuelvan los residuos. De esta manera, el aire fluye por encima del líquido, y el vacío que se crea en la estación de vacío puede ser transferido a cada pozo de la válvula. Esto asegura que la presión diferencial sea máxima, y por lo tanto, se obtiene el máximo de energía, proveniente de cada cámara.

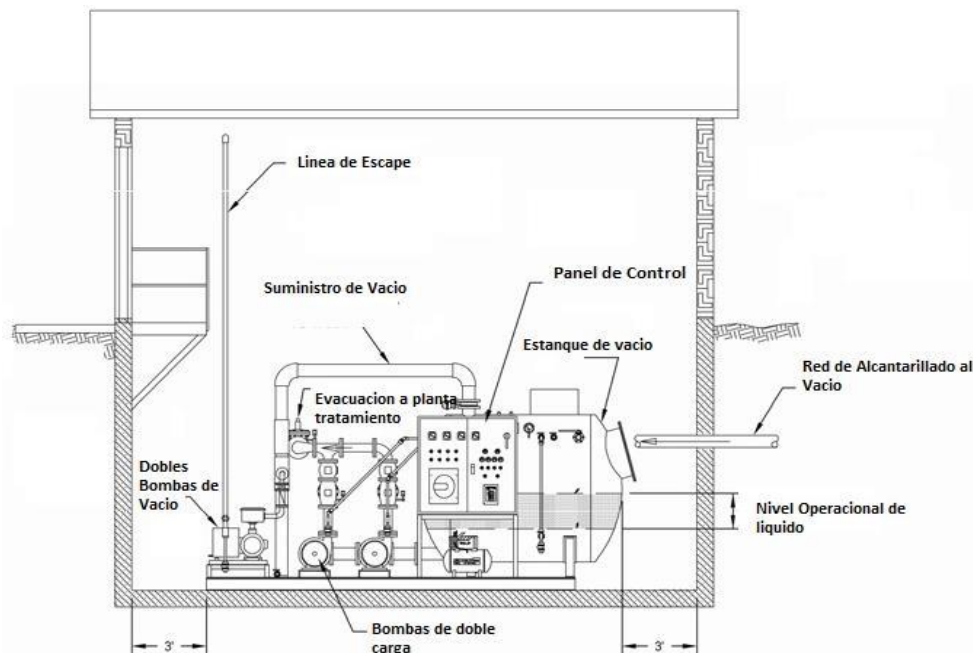
FIGURA N° 9: SISTEMA DE SALTOS TUBERÍAS EN PERFIL DIENTE DE SIERRA.



7.5 Funcionamiento de la Estación de Vacío

La estación de vacío es muy similar, en sus funciones, a una estación de bombeo en un sistema por gravedad (ver Figura N°11). Unas bombas de descarga envían las aguas Servidas del tanque colector a través de un emisor a presión hacia la planta de tratamiento del sistema. Por otra parte, a diferencia de una estación de bombeo, la estación de vacío posee un tanque colector y un grupo de bombas que se encargan de crear el vacío requerido en las líneas.

FIGURA 10: ESTACIÓN DE VACÍO



Estas bombas mantienen el vacío en el sistema en un rango de operación de 16" a 20" de mercurio (0.5 - 0.7 bar), trabajando un total de 2 a 3 horas al día, no en forma continua, pues las válvulas permanecen normalmente cerradas. Corren por un período corto, generalmente de 3 a 5 minutos, con el fin de establecer el nivel de 20 pulgadas de mercurio en el vacío. Conforme las aguas servidas ingresan a las líneas, impulsadas por aire a presión atmosférica, el vacío en el sistema disminuye desde 20" hasta 16" de mercurio. La capacidad de las bombas de vacío se calcula para lograr el incremento de vacío en el intervalo de 3 a 5 minutos. Cuando alcanzan el nivel de -20 pulgadas de mercurio se apagan. Cuando alcanza el nivel de -16 pulgadas de mercurio, las bombas de vacío se encienden de nuevo y se ejecutan para restablecer el -20 pulgadas vacío de mercurio. Los motores para las bombas de vacío están comprendidos normalmente en el rango de 10 a 25 H.P. (7.5 a 18.5 kW). Cada grupo de bombas de descarga está diseñado para manejar el gasto máximo extraordinario de diseño.

El tanque colector se fabrica con placa de acero o fibra de vidrio y su capacidad varía entre 4,000 y 12,000 litros. Las líneas de vacío se conectan al tanque en forma individual dividiendo en forma efectiva al sistema en varias zonas.

Un generador de emergencia mantiene al sistema en operación en caso de posibles fallas de energía. Una alarma telefónica remota alerta a los operadores en casos de emergencia.

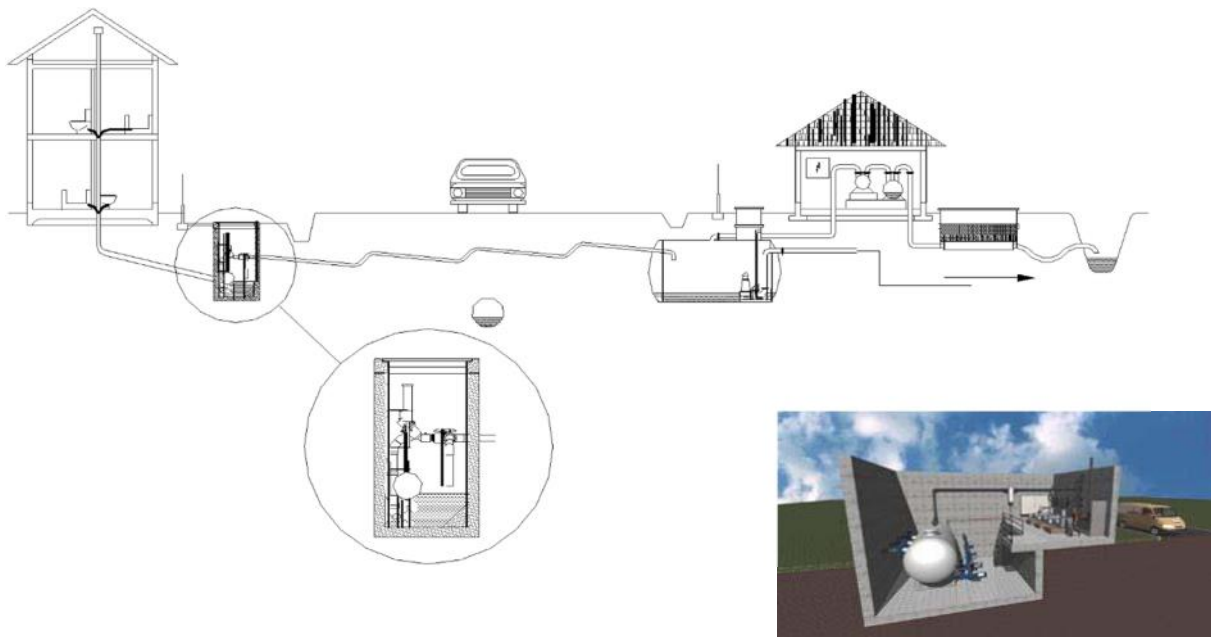
En el sistema se pueden utilizar dos tipos de estaciones:

A. Estación de vacío mediante bombas de vacío

Este tipo de estación es óptima para grandes caudales, está compuesta principalmente por los siguientes elementos:

1. Bombas rotativas de vacío (refrigeradas por aire y lubricadas con aceite)
2. Tanque de recolección (enterrado o dentro de la estación)
3. Bombas impulsoras (para vaciado del tanque)
4. Cuadro eléctrico y de mandos
5. Deshumificador
6. Caseta - enterrada o superficial (diseño según necesidad)
7. Biofiltro.

FIGURA 11: ESTACIÓN DE VACÍO CON BOMBAS.



Esquema de Estación de vacío mediante Bombas¹⁸. Fuente: Terraigua

¹⁸ Terraigua. Ricardo Mateos-Aparicio Baixauli. Saneamiento por vacío

B. Estación de vacío mediante eyectores de vacío

Óptimas para bajos caudales. Las estaciones con eyectores están compuestas principalmente por los siguientes elementos:

1. Bombas de impulsión.
2. Eyectores (para creación de vacío).
3. Bombas sumergibles para vaciado de la Cámara.
4. Cámara húmeda o tanque.
5. Cuadro eléctrico y de mandos.
6. Caseta (Compuesta de dos cámaras: seca y húmeda).
7. Biofiltro (Necesario en escasas ocasiones).

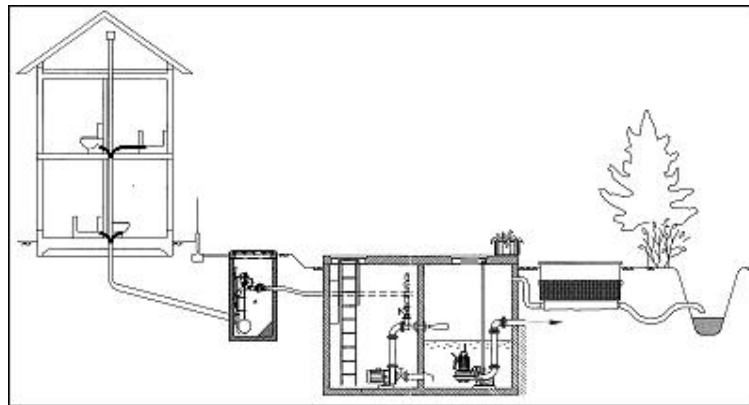


FIGURA 12: ESTACIÓN DE VACÍO CON EYECTORES.



Esquema de Estación de vacío mediante Eyectores **Fuente: Terraigua**

CAPITULO VIII

ACCESORIOS Y MATERIALES

8.1 Unión de tubería con goma para uso de vacío

Los primeros sistemas de vacío se construían utilizando uniones o articulaciones soldadas solventes. Varios factores relacionados con el pegado de tuberías, incluyendo errores humanos, ocasionaron problemas de fuga en las uniones.

A mediados de la década de los 80 la mayoría de los diseñadores comenzaron a usar tubería de PVC que está equipado con una junta especial de doble labio. Como resultado, el número de fugas en la línea principal disminuyeron drásticamente. La experiencia ha demostrado que la tubería es económica de instalar, fiable de operar y fácil de reparar¹⁹.

8.2 Materiales de tuberías

El tubo de PVC termoplástico, por lo general la clase 200, SDR 21 de PVC, se utiliza normalmente para el alcantarillado al vacío. En algunas instalaciones, MDPE, HDPE y ABS han sido utilizados con éxito. En algunos casos, DIP también se ha utilizado, asumiendo que las articulaciones se han probado y están aptas para el servicio de vacío. Para reducir la expansión y la contracción inducida por tensiones, se prefieren las juntas flexibles y elásticas. Si se utilizan tuberías de soldadura, deberían seguirse las indicaciones de temperatura del fabricante para su instalación.

8.3 Tuberías Laterales de Servicio

La tubería lateral de servicio para la red de vacío tiene como función conectar o empalmar la cámara con la red principal del alcantarillado al vacío. Los laterales suelen ser de 3 pulgadas de diámetro. Al igual que con los tubos de desagüe de la red de vacío, el tipo de tubería 200, SDR 21 PVC es usada regularmente para los laterales, donde también se prefieren accesorios de goma.

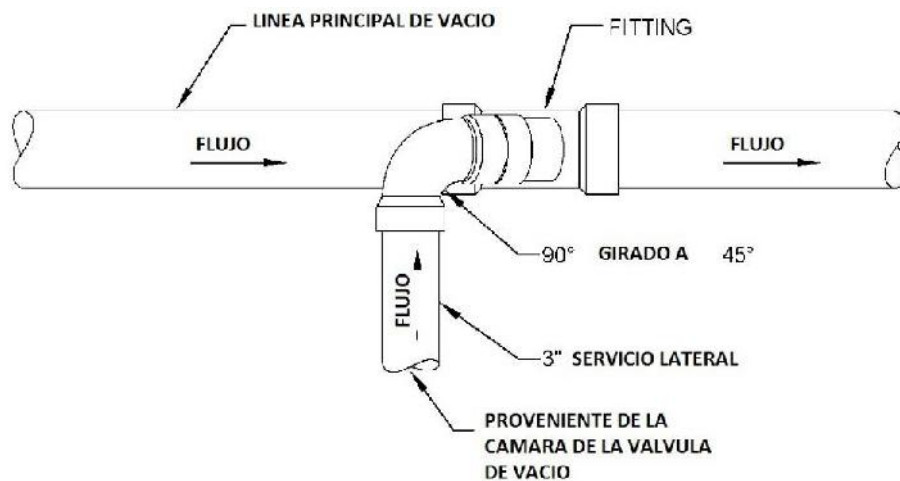
Los laterales de servicio deben estar ubicados lejos de las líneas de agua potable para reducir la posibilidad de contaminación cruzada. Si es posible, también deben estar distantes de otros servicios enterrados para reducir la posibilidad de daños causados por las excavaciones posteriores al mantenimiento o la reparación de los servicios públicos.

Se recomienda que todas las conexiones al ducto principal se hagan "sobre la parte superior" mediante el uso de una válvula angular vertical y un codo de radio

¹⁹ Fuente: AIRVAC

largo (Figura n° 13). Debido a las restricciones impuestas, respecto a la profundidad de la línea principal de alcantarillado, por los laterales de servicio que conectan a la entrada "en la parte superior ", los ingenieros deberían considerar la cobertura de suelo mínima requerida en este tipo de conexiones en la fase de diseño. El espaciado invertido se puede reducir enrollando la válvula a un ángulo de 45 grados. Este método es aceptable, siempre que el invertido en la tubería de conexión sea por lo menos 2 pulgadas por encima de la corona de la principal.²⁰

FIGURA N° 13: CONEXIÓN LATERAL DE LA CÁMARA A LA RED²¹



8.4 Configuración de la Cámara de la válvula y construcción del alcantarillado

Los principales componentes relativos de una cámara se definen a continuación y se ilustra en la Figura N° 14. Este arreglo de la válvula es una mejora con respecto a la anterior.

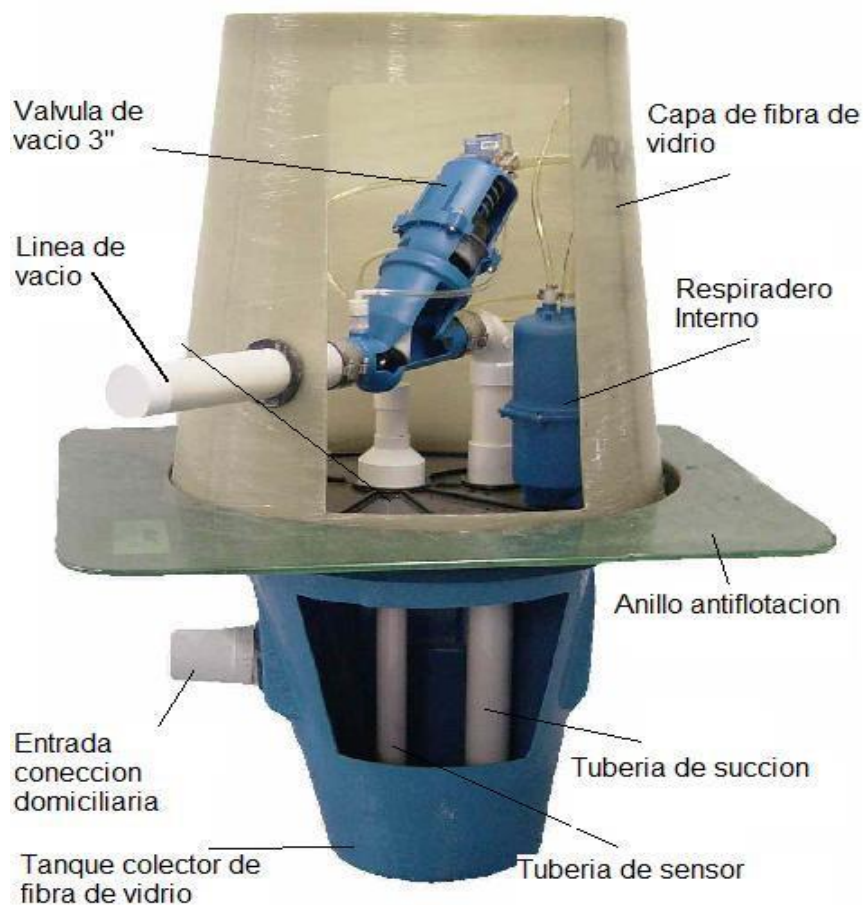
- ✓ **Cono de la Cámara:** Cámara Alta, que alberga la válvula de vacío.
- ✓ **Tanque colector:** parte inferior de la cámara que recibe y almacena las aguas servidas provenientes de las viviendas.
- ✓ **Parte inferior de la Cámara:** la separación física entre colector y cono de la cámara.
- ✓ **Válvula de vacío:** válvula de interfaz de tres pulgadas (normalmente cerrada) de la línea de aspiración: línea de tres pulgadas que se utiliza para evacuar el colector de aceite.
- ✓ **Línea de Succión:** línea de tres pulgadas, usada para evacuar desechos

²⁰ Fuente: AIRVAC

²¹ Conexión de la tubería lateral de servicio a la red principal
Fuente: AIRVAC

- ✓ **Línea de sensor:** línea de dos pulgadas del colector de aceite usado para transferir la creciente presión a la válvula de control.
- ✓ **Entrada conexión domiciliaria:** pequeña pieza de cañería que se extiende hasta la propiedad del usuario.
- ✓ **Servicio de lateral:** línea de vacío de tres pulgadas que conecta la válvula a la cámara principal de la alcantarilla.
- ✓ **Flotación del collar:** cuello de fibra de vidrio para mantener la válvula del pozo flotante.
- ✓ **Protector de la fosa de la válvula:** el tráfico de protección nominal de la tapa de pozo (no se muestra)
- ✓ **Respirador por cárter/ sumergido:** Dispositivo que permite una pequeña cantidad de aire atmosférico del sumidero para que cierre el controlador de la válvula, mientras que lo protege del agua no deseada (no debe confundirse con la mayor cantidad de aire necesaria para el transporte de aguas residuales suministradas por el aire de admisión)²².

FIGURA N° 14: COMPONENTES DE UNA CÁMARA DE VACÍO²³.



²² Fuente: AIRVAC

²³ Principales componentes de una cámara de vacío

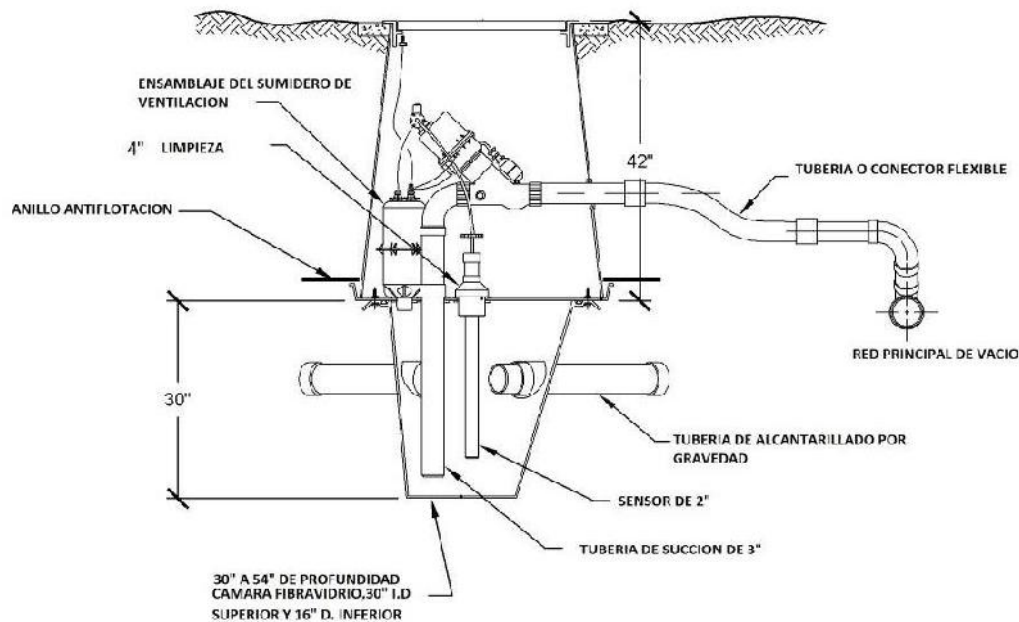
8.4.1 Cámara de la Válvula

La Figura N° 15 muestra una cámara pre-fabricada, del tipo de fibra de vidrio, que es mucho más común. Este tipo de ajuste se compone de cuatro partes principales: en la cámara inferior (sumidero), la cámara superior (cielo de la válvula), la placa o anillo anti flotación que separa las dos cámaras y la tapa.

Los residuos de las viviendas se transmiten a través del alcantarillado que une la vivienda con la entrada de conexión domiciliar. Esta conexión de entrada entra en el colector de 18 pulgadas por encima del fondo. Los agujeros para la construcción de alcantarillado son cortados en la posición dirigida por el ingeniero.

Hay diversas modalidades de válvula disponibles para dar cabida a diferentes profundidades de servicio (1,5 metros a 3 metros). Las modalidades más superficiales se utilizan en zonas donde existen altos índices de agua en el suelo, o bien en suelos pobres donde la profundidad de las alcantarillas del edificio es muy poco profunda²⁴.

FIGURA 15: CÁMARA DE VACÍO²⁵.



Fuente: AIRVAC

²⁴ Fuente: AIRVAC

²⁵ Cámara típica de fibra de vidrio

Fuente: AIRVAC

Hasta un máximo de seis viviendas se pueden conectar a una cámara de recolección, cada uno a 90 grados uno del otro. Sin embargo, esto rara vez se hace considerando las líneas de propiedad, además de otros factores que pueden hacer de esto un proceso impracticable. Por el momento, el método más efectivo es la distribución de dos viviendas adyacentes compartiendo una misma cámara.

Algunos han tratado de reducir costos distribuyendo una sola cámara entre más de dos casas. La experiencia ha demostrado que, aunque esto pueda parecer viable en el papel, muchas veces no se puede lograr durante la construcción. Y, aun si lo es, el costo percibido de ahorro no siempre se materializa. Mayores recorridos de laterales de gravedad son necesarios para acomodar esto. Además, 60 o 90 centímetros adicionales de excavación, no sólo del pozo, sino que también la de los laterales de gravedad, lo que puede resultar en una amplia deshidratación.

8.4.2 Conexión Domiciliaria

Normalmente, el ajuste de la válvula en boxes incluirá un pequeño tramo de tubería que se extiende desde el sumidero hasta la línea de propiedad. Esta breve sección se llama "área de salida". El área de salida se utiliza para minimizar el riesgo de daños a la cámara de la válvula de fibra de vidrio durante la conexión al sistema propietario.

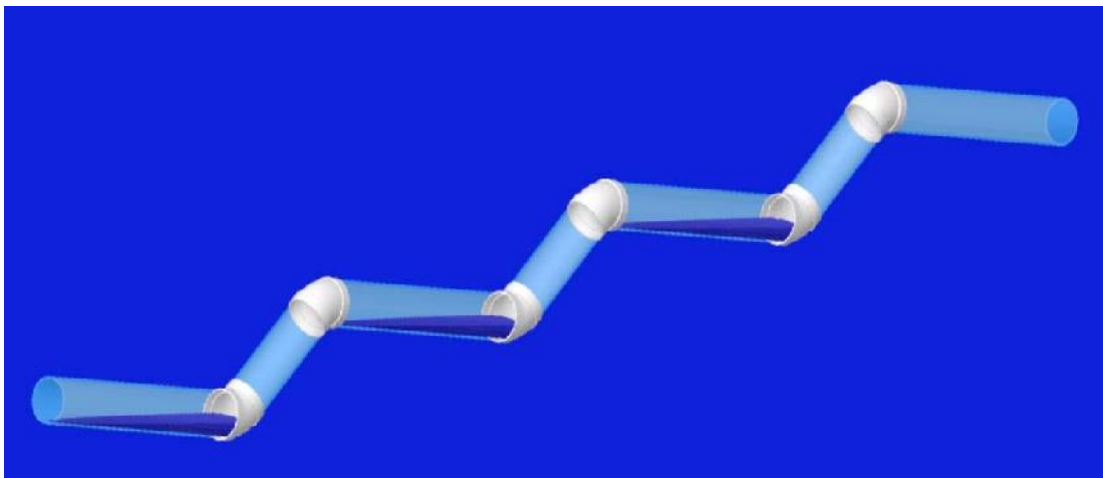
Una presión nominal de SCH 40 o 21 tubos de PVC SDR son recomendados para el trozo de espera ya que este tipo de tubería tiene un diámetro exterior (OD) que coincide con la proporcionada en el ojal de la apertura del colector de aceite²⁶.

8.5 Tuberías de la red Principal

Las tuberías están conformadas por tubos de PVC PN 10 o tuberías de HDPEE PN10, montadas con un perfil de dientes de sierra. Dicho perfil permite la formación de saltos o ascensores (ver figura 16), en los cuales el líquido se acumula. Estos "saltos" de líquido son transportados progresivamente por el aire introducido en cada cámara de vacío, en dirección al tanque de recolección central de la estación de vacío.

²⁶ Fuente: AIRVAC

FIGURA N° 16: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS²⁷.



A diferencia de las redes normales de alcantarillado en donde el sistema es por gravedad, utilizando para ello pendientes pronunciadas y diámetros más grandes para su correcta funcionalidad, las tuberías del sistema de alcantarillado al vacío solo necesita una pendiente mínima de 0,2% además debido a que el sistema es por vacío, el mismo aire que ingresa desde la arqueta de recolección y la alta velocidad en el sistema permiten una rápida evacuación de las aguas residuales permitiendo a la vez mantener limpia la red ²⁸.

8.6 Perfiles de la Red de Vacío

Una de las principales ventajas del sistema de saneamiento por vacío es la gran flexibilidad de la tubería para acompañar el terreno, ya sea en situaciones ascendentes como descendentes sorteando de esta manera los obstáculos que se presentan producto de alguna falla en el terreno o por servicios existentes en el área, de esta manera nos encontramos con tres tipos de perfiles:

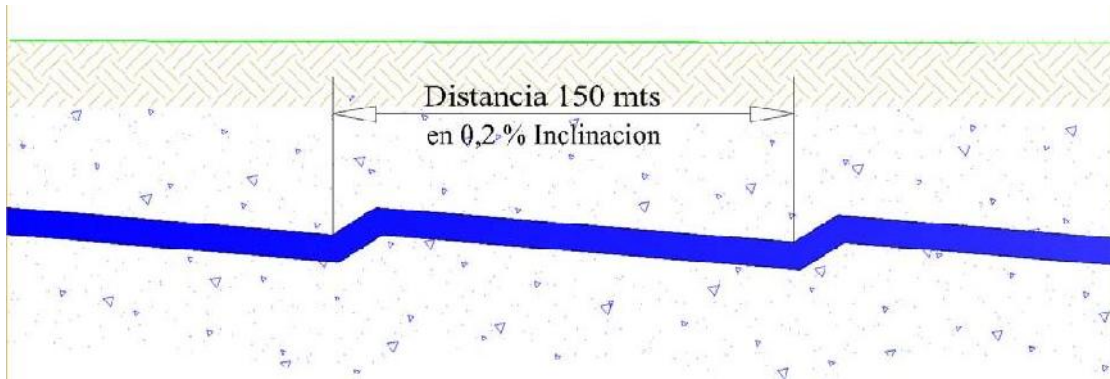
8.6.1 Perfil Horizontal: Este tipo de perfil se utiliza cuando la zona donde se traza la línea de la tubería se presenta plana sin grandes variaciones en el terreno, en este caso las tuberías son instaladas a una profundidad estándar de 1,2 metros a 1,5 metros con una pequeña inclinación del 0,2% .la instalación recomendada de los saltos o ascensores se debe hacer a una distancia máxima de 150 metros, de esta manera se mantiene la misma altura inicial y se evita excavaciones profundas(ver figura n° 17).

²⁷ Líquido acumulado a lo largo de la red en estado inactivo.

Fuente: AIRVAC

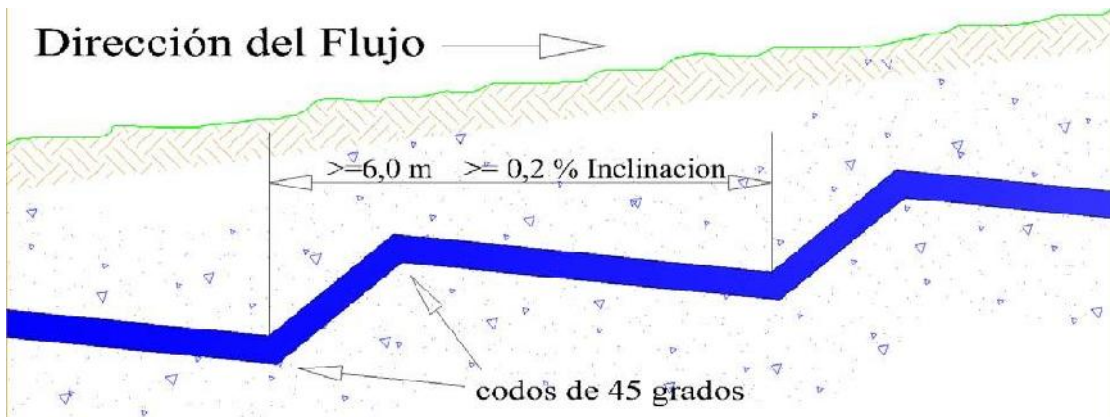
²⁸ Fuente: AIRVAC

FIGURA N° 17: PERFIL HORIZONTAL²⁹.



8.6.2 Perfil Ascendente: Cuando la red de vacío se encuentra en un terreno en contra pendiente, se mantendrá una pendiente igual o mayor de 0,2% y la distancia entre salto será igual o mayor a los 6 metros como se ve en la figura n° 18.

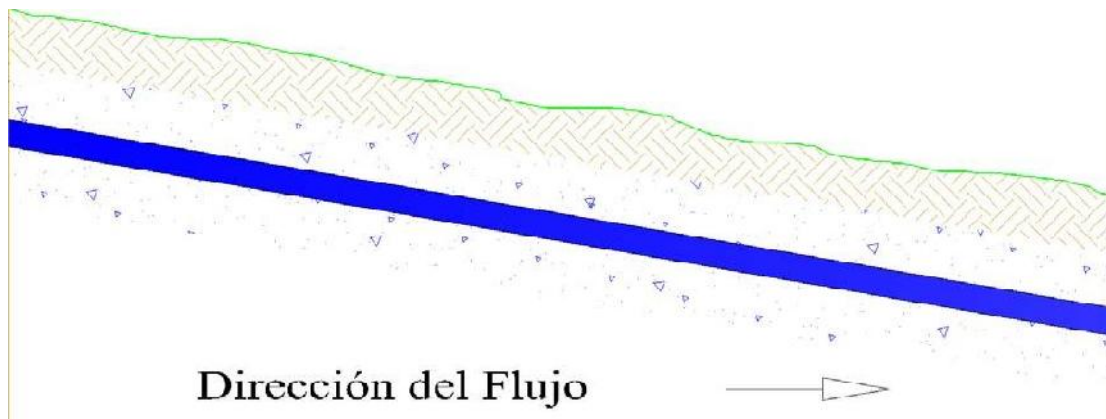
FIGURA N° 18: PERFIL ASCENDENTE



8.6.3 Perfil Descendente: Cuando la red de vacío se encuentre en una pendiente favorable en el mismo sentido del flujo, no se requerirá de saltos y la tubería se instalara manteniendo la misma pendiente del terreno como se ve en la Figura 19.

²⁹ Fuente: Terraigua

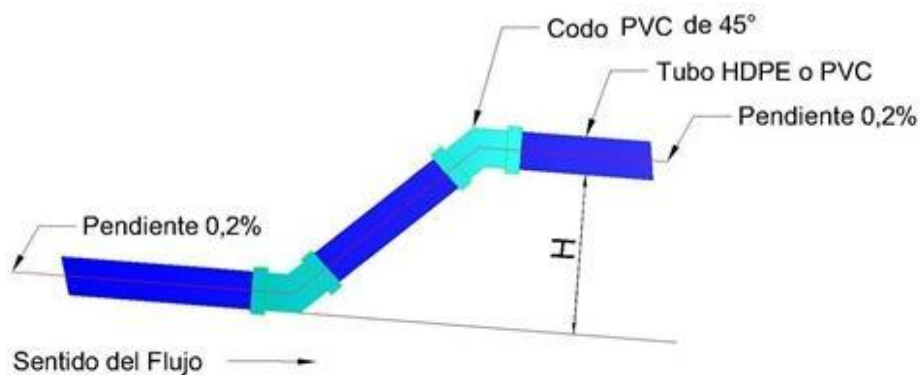
FIGURA N° 19: PERFIL DESCENDENTE



8.7 Cambios de nivel, Ascensos o Saltos

Como se vio al principio del capítulo VIII los saltos son piezas necesarias para poder formar el perfil de dientes de sierra que se ha descrito, está formado por dos codos de 45° (ver Figura N° 20) y un tramo de tubería, su función es mantener el tramo de tuberías como si este se instalara en forma horizontal, de esta manera la diferencia de altura entre el punto de inicio de la red con el punto final será mínima evitando tener que excavar de más en el extremo opuesto.

FIGURA N° 20: MÉTODO DE ELEVACIÓN EN PERFILES³⁰.



³⁰ Sistema de elevación en una red de vacío
Fuente: AIRVAC

Válvulas de Vacío

Las válvulas de vacío casi siempre fallan en la posición abierta. En este tipo de avería, el dueño de casa no se ve afectado, ya que el contenido del sumidero seguirá siendo vaciado, siempre que queden suficientes niveles de vacío. Es raro que una válvula de vacío falle en la posición cerrada debido a un defecto físico o problemas de funcionamiento interno de la válvula en sí. Es posible, sin embargo, que la válvula no se abra por vacío insuficiente. Esto puede ser causado por una fractura o fuga principal del vacío o algún otro problema de sistema como una condición de bajo vacío. En este caso, se puede producir una copia de seguridad de las aguas residuales en el hogar.

Algunas entidades prefieren el uso de válvulas de remanso en alcantarillas de edificios a fin de proporcionar protección de respaldo de aguas residuales, especialmente para las casas que comparten una fosa y cuando las casas están a diferentes alturas. Para el típico tipo de válvula "normalmente cerrado" de agua estancada, el posicionamiento es fundamental. Si no se instala entre la casa y el consumo de tubería de aire, la válvula de vacío no funcionará. El tipo preferido de una válvula de agua estancada es diseñado para estar en una posición "normalmente abierta". La ubicación no es un problema para este tipo de válvula, que han demostrado tener un rendimiento superior cuando se utiliza en un sistema de vacío³¹.

8.8 Funcionamiento de la Válvula de Vacío

La válvula es operada en base al vacío en la apertura y el resorte asistido en el cierre. El sistema de vacío asegura un posicionamiento de la válvula positivo. Las válvulas tienen un 3 puertos de apertura total, están hechos de vidrio relleno de polipropileno y tiene ejes de acero inoxidable, cojinetes y juntas de elastómero (**Airvac, 2005**). Todos los materiales de la válvula son químicamente resistentes a los constituyentes normales de aguas residuales domésticas y gases.

El diseño de alcantarillado de vacío sigue el estándar de la industria que promueve la capacidad de pasar sólidos de 3 pulgadas a través de cualquier parte de un sistema de recogida de aguas residuales. Algunos códigos de plomería tienen disposiciones que prohíben las restricciones de menos de 3" río abajo de cualquier baño. Por estas razones, un mínimo tamaño recomendado de la válvula es de 3 pulgadas.

La fuerza motriz en un sistema de vacío es la diferencial de presión que existe entre la atmósfera y el vacío en el sistema. Esta diferencial se produce cuando la válvula se abre. Como resultado, el único lugar para impartir la energía en un sistema de vacío se encuentra en la misma válvula. Como las alcantarillas de

³¹ Fuente: AIRVAC

vacío tienen una cantidad limitada de energía disponible, cualquier pérdida a través de la válvula reduce aún más esta energía que da como resultado una menor disposición para el transporte dentro de la tubería. Esto es especialmente crítico cuando se considera que esta pérdida se produce en cada válvula y durante cada ciclo de la válvula. Por esta razón, es importante utilizar una válvula de vacío con un alto Cf (coeficiente de flujo) de los factores y por lo tanto, una pérdida de carga baja a través de la válvula.

El factor Cf es el caudal en galones por minuto (gpm) lo cual produciría una pérdida importante de 1 psi.³²

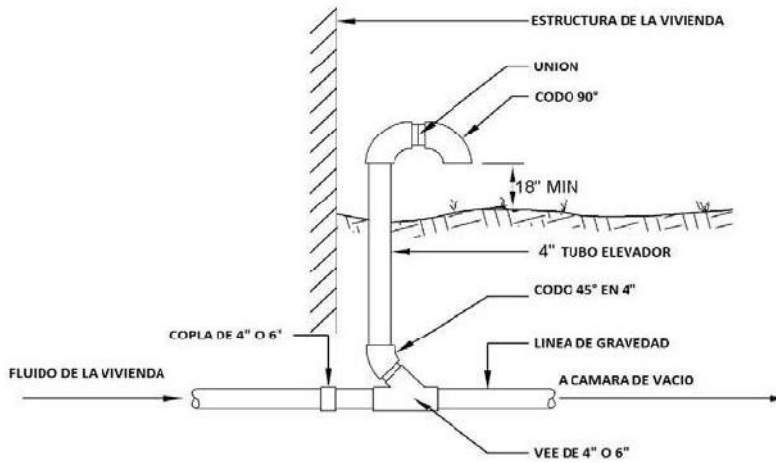
8.9 Admisión de aire

Una admisión de aire, consiste en una tubería de PVC de 4-pulgadas, accesorios y una pantalla (Figura n° 21), para cada salida de una vivienda. Su objetivo es proporcionar una cantidad suficiente de aire para entrar en el vacío principal a través de la alcantarilla del edificio y pozo de la válvula para actuar como la fuerza impulsora detrás del líquido que se evacua del sumidero. Como los respiraderos de cañerías permiten la expulsión del aire, mientras que la entrada de aire permite su ingreso, la entrada de aire no es considerada como componente del sistema de ventilación.

La mayoría de personas que forman parte de organismos o entidades de fontanería requieren el código de admisión de aire que se encuentra frente a una estructura permanente, como la casa o una pared. Debido a las variaciones que sufre el código local, el ingeniero de diseño y utilidad de gobierno deben estar conscientes de los requisitos del código de plomería e informar al propietario antes de la instalación de la conexión de alcantarillado.³³

³² Fuente: AIRVAC

FIGURA N° 21: VENTILACIÓN.³⁴



8.10 Accesorios

El diseñador debería realizar cálculos de flotabilidad para ver si es necesario algún tipo de cuello anti-flotación para que la cámara de la válvula se mantenga estable. Hasta hace poco, los cuellos anti-flotación consistían en anillos de hormigón.

Estos anillos de hormigón requieren de sumo cuidado durante la instalación de la válvula porque como los yacimientos y el relleno podrían desencadenar la presencia de asentamientos diferenciales alrededor de la fosa de la válvula causando que los cuellos de hormigón pesado muevan su posición. El resultado podría ser que las cámaras de la válvula se dañen o que se quiebren las líneas de vacío que están cerca del pozo de la válvula.

Sistemas recientes han utilizado cuello anti-flotación de fibra de vidrio (ver Figura N° 14) que se ajustan alrededor del hoyo cónico de la válvula y se basan en la carga del suelo para evitar que el pozo flote. Los collares de fibra de vidrio no sólo eliminan el problema de asentamiento, sino que también requieren de una mano de obra en la instalación mucho menos intensiva que los cuellos de hormigón.

La seguridad también es una preocupación con los anillos de hormigón. Estos cuellos de hormigón tienen pesados anillos de metal para la elevación utilizados durante la primera fase de instalación del cuello. Se han notificado casos en que estos anillos de elevación fallan después de haber sido expuestos a condiciones subterráneas corrosivas. No sólo el pozo de la válvula es fácil de dañar, tanto que los cuellos deben ser finalmente removidos, sino que los trabajadores

³⁴ Admisión de aire
Fuente: AIRVAC

también son vulnerables a las lesiones durante este proceso. Una vez más, los collares ligeros de fibra de vidrio eliminan este problema.³⁵

8.11 Sensor

El sensor es el componente clave de la válvula de vacío. El dispositivo se basa en tres fuerzas para su funcionamiento: presión, vacío, y atmósfera. Como el nivel de las aguas residuales se eleva en el sumidero, se comprime el aire en el tubo del detector. Esta presión inicia la apertura de la válvula por la superación de la tensión del resorte en el controlador y activa una válvula de tres vías. Una vez abierto, la válvula de tres vías permite que el sensor tome el vacío de la parte detrás de la válvula y lo aplique en la Cámara de accionamiento para abrir completamente la válvula. Este controlador es capaz de mantener la válvula totalmente abierta por un período fijo de tiempo, que es ajustable en un rango de 3 a 10 segundos.

Después del período de tiempo establecido, el aire atmosférico se admite a la cámara de accionamiento permitiendo la asistencia de resortes de cierre de la válvula.

El controlador de válvula de vacío fue diseñado para dar un período de tiempo consistente según lo establecido por el operador del sistema. El pozo de la válvula fue diseñado también para que un muy repetible, y específica cantidad de líquido sea extraída en cada ciclo (de 10 galones). Con una cantidad constante de aire y una cantidad específica de líquido, el grado de aire / líquido se mantiene constante.

Durante el inicio del sistema el personal a cargo establecerá el controlador de sincronización de la válvula mientras explica el razonamiento que se aplica a ese sistema. En algunas circunstancias todo un sistema, o pequeñas porciones de un sistema pueden ajustarse para operar a altos grados de aire/líquido. En este caso, el controlador puede ser ajustado para permanecer abierto más tiempo en determinadas zonas de alta elevación. Cuanto más sincronización se mantendrá despejado el sistema de elevación, previniendo la pérdida de vacío no deseado. La capacidad de ajustar el campo de relación A / L, a través del ajuste del controlador de sincronización ha sido citado por los operadores como una característica necesaria.³⁶

³⁵ Fuente: AIRVAC

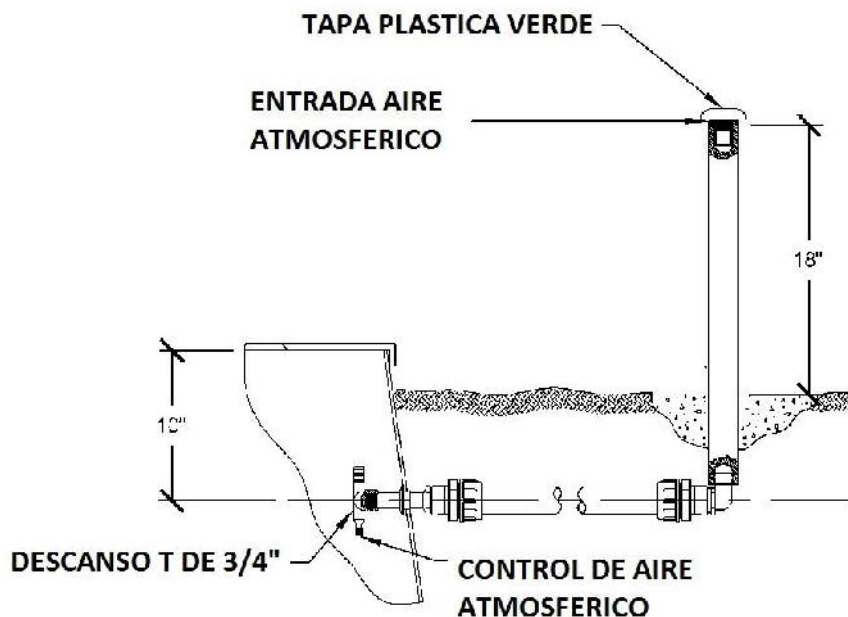
³⁶ Fuente: AIRVAC

8.12 Ventilación

Como se señaló anteriormente, el controlador necesita una fuente de aire atmosférico a la cámara de accionamiento que permita un cierre con asistencia de resortes de la válvula de vacío. Sin este aire, la válvula se quedará en posición abierta. Hay dos tipos de ventiladores que se han utilizado: la externa y la de ventilación de sumidero.

Casi todos los sistemas instalados antes del 2000 utilizaron una ventilación externa (Figura 22). Aunque es relativamente fiable, los ventiladores exteriores tenían dos elementos que requerían atención. En primer lugar, el ventilador de todo el sistema de tuberías desde la cúpula a la conexión en el controlador deberá ser hermético. En segundo lugar, la tubería debe inclinarse hacia el lugar del pozo de la válvula. Si no están adecuadamente instalados o mantenidos, los ventiladores externos podrían permitir que el agua se tire directamente en el controlador, lo que da como resultado una válvula que falla en posición abierta.³⁷

FIGURA N° 22: TIPO DE VENTILACIÓN.



Principios del sistema de ventilación externa

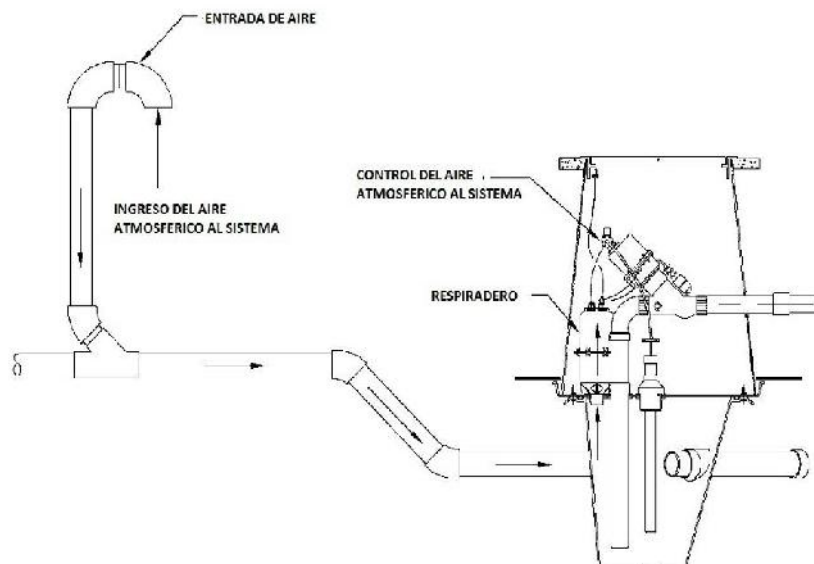
Mientras los ventiladores externos se han utilizado con éxito en muchos sistemas de vacío en funcionamiento, han sido percibidos algunos problemas de estética y vandalismo. Y, por el respiradero externo fue citado constantemente por los operadores como el mayor contribuyente a las fallas de la válvula a través de

³⁷ Fuente: AIRVAC

"agua en el controlador." Debido a esto, la mayoría de los últimos sistemas utilizan ventilación de sumidero el que se describe a continuación.

A finales de los 90, la empresa estadounidense AIRVAC patentó un dispositivo que elimina la ventilación externa. Esto se llamaba ventilación de sumidero (Figura n° 22). Como su nombre lo indica, este dispositivo utiliza aire atmosférico del sumidero para cerrar el controlador de la válvula, en lugar de una fuente externa. En el caso de las condiciones de bajo vacío donde la válvula no se abre, flota en la ventilación de sumidero y protege el controlador de líquidos no deseados.³⁸

FIGURA N° 23: VENTILACIÓN CÁMARA.



Nuevo sistema de ventilación

8.13 CONSIDERACIONES AL MOMENTO DE CONSTRUIR UNA RED DE VACIO

La construcción de un sistema de alcantarillado de vacío es similar a la red de agua potable. La utilización de tubos de diámetro pequeño en zanjas poco profundas y tener la capacidad de evitar obstáculos de metro casi a voluntad hace este tipo de construcción atractiva a los contratistas. Hay, sin embargo, algunas cuestiones inherentes a la construcción alcantarillas de vacío.

Es imperativo que las personas con un conocimiento profundo de la tecnología del vacío de alcantarillado realicen una inspección. El diseño del sistema hidráulico y sus límites deben ser comprendidos por lo menos por un miembro del equipo de construcción.³⁹

³⁸ Fuente: AIRVAC

³⁹ Fuente: AIRVAC

A. Construcción de la Red de Vacío

El uso de trincheras del tipo de cadena es, a veces, especificado para la línea de instalación del servicio donde los tipos de suelo lo permitan, ya que causa menos trastornos a la propiedad del propietario del patio, de los que causa una retroexcavadora. Suelos rocosos y algunos suelos arcillosos que no se auto limpiaran de los dientes de la trinchera pueden ser poco prácticos para excavar con una excavadora, aunque los diseños especiales han sido utilizados con éxito para la condición anterior.

Muchos contratistas usan una retroexcavadora para la excavación de la línea de servicio, ya que este mismo equipo es necesario para la excavación de la cámara de la válvula, que normalmente se encuentra cerca de la alcantarilla principal. La sobre-excavación, junto con el uso de accesorios que se requieren típicamente entre la cámara y la válvula principal, puede llevar a problemas en el futuro si no se utiliza el material adecuado para el relleno. Dado que el material nativo y los equipos destinados para el contratista no siempre son conocidos, se recomienda que los documentos de contrato especifiquen rodear el tubo con relleno de zona importado.

Si los materiales locales cumplen los requisitos correspondientes, podrán ser sustituidos a un costo reducido.

Para minimizar el daño a la alcantarilla principal de la aspiradora causados por excavaciones posteriores, los marcadores de ruta algunas veces son colocados junto a la tubería principal, advirtiendo excavadoras de su presencia. Planes precisos como los contruidos son útiles para identificar la ubicación de tuberías. Un cable enterrado con la tubería principal puede ser inducido con un tono para que la tubería principal pueda ser localizada utilizando equipos localizadores comunes. En otros casos, una cinta de advertencia marcada "alcantarillado de vacío " se coloca superficialmente en la zanja de tuberías para poder notificar posteriormente a las nuevas excavadoras.⁴⁰

Los cambios de línea

Obstáculos e imprevistos son una realidad que se presentan cuando se realiza la construcción del alcantarillado. El agua y las líneas de gas, drenajes pluviales, y alcantarillas en lugares no previstos pueden presentar dificultades durante la

⁴⁰ Fuente: AIRVAC

construcción. Condiciones subterráneas naturales, como rocas, agua o arena también pueden presentar más problemas de lo previsto.

En un sistema de alcantarillado gravitacional, estos obstáculos a menudo resultan en cambios sobre el terreno. Estos cambios podrían incluir la instalación de una cámara adicional y la remoción y reinstalación de la parte de la tubería en un grado diferente. El cambio de grado podría afectar a la profundidad y grado de gravedad del sistema de alcantarillado completo. Y es posible que tenga que ser instalada otra estación de elevación. Las alteraciones en la planta de tratamiento podrían ser necesarias. El resultado final es un aumento de precio del contrato a través por la realización de estos imprevistos.

Una ventaja clave de las alcantarillas de vacío es la flexibilidad que permiten los cambios de línea durante la construcción. Los obstáculos imprevistos se pueden evitar con sólo pasar por debajo, sobre o alrededor de ellos. Puede haber casos donde será necesario un cambio de línea, debido a las limitaciones hidráulicas. Sin embargo, la probabilidad de que pase esto es considerablemente reducida en comparación con alcantarillas de gravedad convencionales.

Los cambios de línea se realizan a través de la utilización de accesorios. Curvas de 90° se deben utilizar en cambios de línea horizontal o vertical. El bloqueo de hormigón por lo general no es necesario, sin embargo, la compresión en la zona de cambios abruptos en la dirección es vital.⁴¹

Grado de control

La capacidad de realizar cambios de grado para evitar obstáculos es una ventaja inherente en el alcantarillado al vacío, pero el abuso de esta libertad puede ocasionar problemas de importancia. Los cambios de grado no deben llevarse a cabo sin una evaluación minuciosa de cómo este cambio afectará al rendimiento general del sistema. Este problema ha sido la causa de los conflictos entre el contratista y el ingeniero en proyectos de vacío pasados. El inspector del ingeniero instintivamente desea eliminar la elevación para mejorar el sistema hidráulico, pero esto dará como resultado una instalación más profunda. El contratista, por el contrario, desea añadir elevaciones, que se traducirá en una instalación menos profunda. Mientras que ninguna de las partes pierda de vista los límites del sistema hidráulico, y el efecto sobre los gastos operacionales, un conflicto no tiene por qué tener lugar. Las alcantarillas de vacío deben colocarse con una pendiente positiva hacia la estación de vacío.

⁴¹ Fuente: AIRVAC

La única excepción a esto es cuando se hacen los cambios de perfil vertical (elevación). La tubería debe inclinarse hacia el vacío entre la estación de elevación.

Un mínimo de 0,2 por ciento de pendiente se debe mantener en todo momento. Para ello, normalmente se requiere un láser durante la construcción. El uso de niveles automáticos también es aceptable cuando son manipuladas por un operador con experiencia. En las zonas donde existe un evidente ($> 0,2\%$) descenso en la pendiente, la tubería puede seguir el contorno del terreno. El ingeniero inspector debe verificar rutinariamente el grado.⁴²

Pruebas de vacío durante la construcción

Si bien una prueba de vacío final del sistema de toda la colección en última instancia se llevará a cabo para garantizar la integridad del sistema de recogida, se recomienda que las pruebas de la vida diaria también sean llevadas a cabo. Si se hace, aumentará la probabilidad de una prueba final con éxito. Por otra parte, una fuga es mucho más fácil de localizar, cuando sólo la sección instalada ese día se examina en lugar de todo el sistema.

La duración de la prueba de vacío es de 2 horas diarias. La tubería prevista para ese día debe estar conectada y sometida a un vacío de 22 mm de mercurio, que permitirá que se establezca durante 15 minutos. La pérdida admisible se limita a no más de un 1% la presión de vacío por hora (aproximadamente $\frac{1}{2}$ " de Hg).

Durante el ensayo todos los días, todas las juntas se deben dejar expuestas. Si cualquier sección de la alcantarilla no pasa la prueba, debería ser modificado antes de colocar nuevos tramos de alcantarillado. Una vez haya superada la prueba, el día de la construcción debe ser rellenada antes de cambiar de terminación.

Durante las pruebas pueden ocurrir en el ambiente cambios climáticos inesperados, en estos casos se recomienda que la temperatura atmosférica y la presión de la tubería se registren al inicio y al final de la prueba, y los resultados de las pruebas sean ajustados para corregir estos cambios.⁴³

⁴² Fuente: AIRVAC

⁴³ Fuente: AIRVAC

B. Instalación de la fosa de la válvula

La relación entre la elevación del terreno donde la fijación se va a situar la cámara y la elevación de la construcción del alcantarillado del cliente, indica la profundidad de servicio requerido y el tipo de cámara necesaria. La duración de la conexión lateral requerida debe considerarse para permitir la suficiente pendiente de la construcción de alcantarillado.

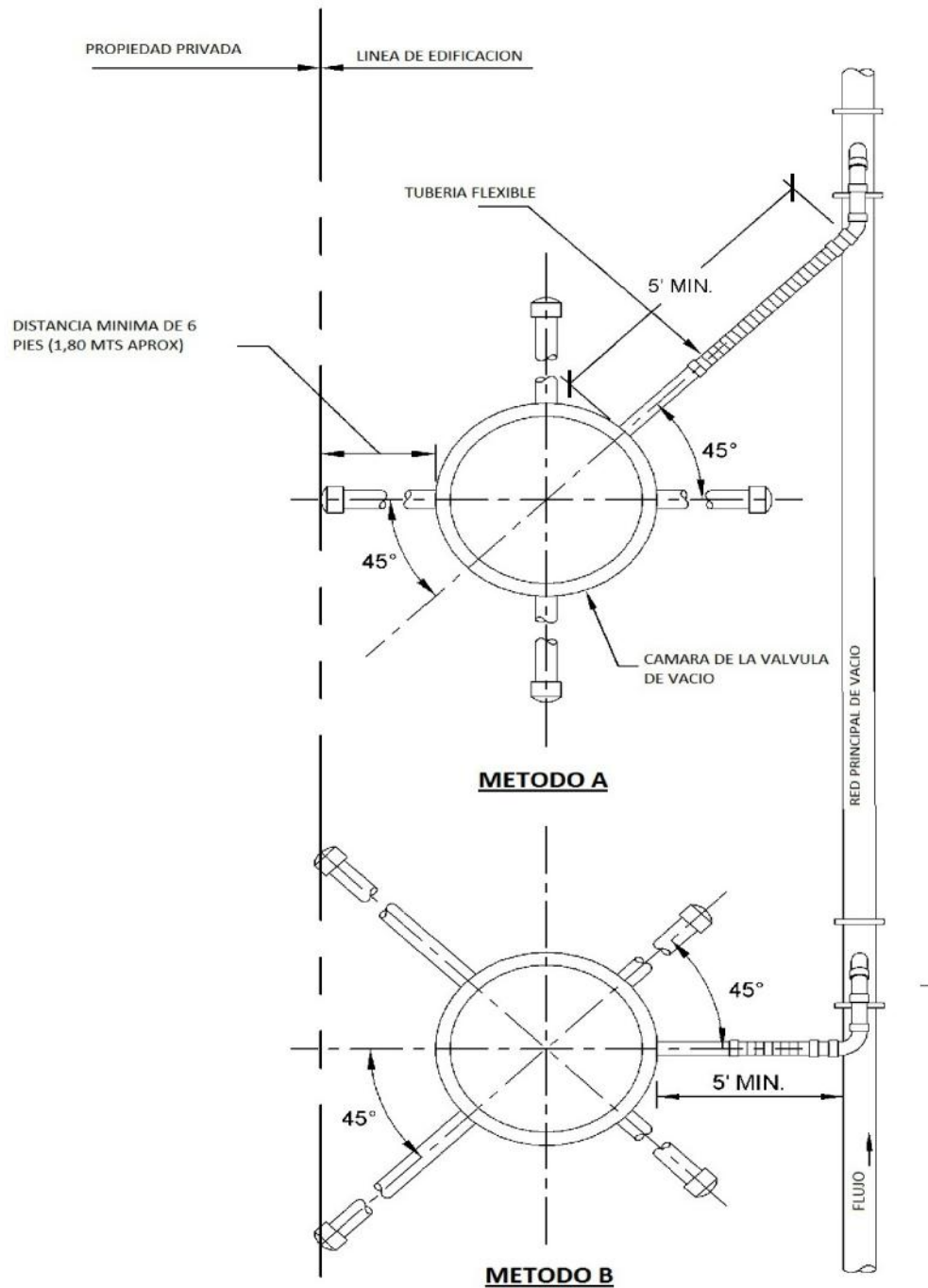
Los pozos de válvula prefabricados, con dimensiones fijas a veces pueden hacer crítica la ubicación de la cámara. El traslado de la cámara a una elevación más baja, mientras permite caídas adicionales para la alcantarilla del edificio, puede resultar en una elevación necesaria para conectarse a la cámara principal.

El traslado de la fosa a una elevación más alta puede resultar en una caída disponible que sea insuficiente para la construcción de la alcantarilla del edificio.

Cada ubicación de cámara debe ser evaluada para que sea adecuada y verificada por el ingeniero antes de la expedición de las piscinas de la válvula.

La orientación de la boca de la válvula es una función del número de conexiones domiciliarias a la fosa y la colocación de la estrella principal de la aspiradora. El servicio de vacío lateral de 3 pulgadas que sale de la boca de la válvula debe estar siempre en un ángulo horizontal de 45 grados a cualquiera de las tuberías (4 pulgadas.) externas que permiten una entrada de gravedad (ver Figura 24).

FIGURA N° 24: CONEXIÓN A CÁMARA.⁴⁴



⁴⁴ Configuraciones típicas para las conexiones por gravedad
Fuente: AIRVAC

Conexión de la Boca a la Cañería Principal.

Los contratistas suelen tener un equipo de instalación de las líneas principales y un equipo de la instalación del segundo lote de servicios (por ejemplo, ajustes en boxes de la válvula). Es común que el equipo de la línea instale un accesorio angular en el tubo principal para aceptar finalmente el servicio de tuberías laterales del equipo de mecánicos. Normalmente, el equipo de mecánicos instala la creación de la cámara y luego conecta el pozo a la cámara principal. El trabajo restante, que conecta dos puntos fijos en diferentes canales y lugares, pero que requiere tubos de conexión rígida, puede resultar en que el contratista utilice una cantidad excesiva de material.

La adecuada planificación y coordinación entre la línea y equipos de mecánicos puede reducir al mínimo el uso de accesorios en el servicio lateral.

Para eliminar los posibles problemas causados por el uso de tuberías rígidas y accesorios para conectar los pozos de la válvula a la fosa principal, se ha desarrollado un producto especial llamado “conector flexible”. El conector flexible utiliza una manguera especial de 3 pulgadas de PVC flexible para dar un grado de flexibilidad que permite estas conexiones difíciles. Las conexiones en ambos extremos de la conexión son los mismos que con tubo de PVC. El uso de un conector de servicio flexible prácticamente elimina las fugas relacionadas con el estrés causado por la mano de obra deficiente o asentamiento del terreno.

Muchas veces los accesorios se encuentran dentro de la excavación. Este exceso de excavación es una zona donde la falta de compactación podría conducir fácilmente al asentamiento futuro, que pueden dar lugar a fallos de montaje.

Sumidero a prueba de hermeticidad

Es importante poner a prueba la parte del sumidero de la fosa de válvulas de estanqueidad de agua. Los colectores deben ser puestos a prueba dos veces. La primera prueba se realiza en el taller del contratista o en el sitio de construcción.

Esto se hace antes de cualquier agujero cortado en el sumidero. El propósito de este ensayo es garantizar que el sumidero no esté defectuoso o que no se haya dañado durante el envío.

La segunda prueba se realiza después de que la fosa de la válvula de suministro haya sido instalada en el sitio. Esta segunda prueba es asegurar que se haya logrado un sello hermético después de la instalación de las líneas externas.⁴⁵

C. Construcción de la Estación de vacío

No hay nada único sobre la construcción de una estación de vacío. Normas estructurales, eléctricas, y de plomería que son utilizadas en otros tipos similares de estructuras es seguida. (Plantas de estructuras de elevación, las estaciones y mecánicos, etc.)

D. Final de vacío y sistema de pruebas de puesta en marcha

La puesta en marcha suele ser realizada en dos fases: la estación de vacío y el sistema de recogida. El fabricante que suministra los equipos de estaciones de vacío por lo general lleva a cabo todas las tareas relacionadas con la estación de puesta en marcha de vacío. El Contratista, con la ayuda del fabricante, es normalmente responsable del sistema en marcha de recaudación de tareas de inicio.

⁴⁵ Fuente: AIRVAC

CAPITULO IX

MEMORIA DE CALCULO HIDRAULICO

9.1 Cálculo red de Alcantarillado Gravitacional

La presente memoria se refiere al proyecto de extensión de las redes de Alcantarillado de Aguas Servidas (en **Anexo N° 1** se encuentran las tablas de cálculos utilizados para realizar el proyecto) para el Loteo de la referencia, compuesto por 78 Viviendas que se construirá en la calle Garote del distrito de Belén, provincia de Maynas, región Loreto.

La red de alcantarillado se construirá de tuberías de PVC Sanitario tipo I y tipo II, en diámetros D: 160mm, D: 200 mm.

Base de Cálculo

Número de Lotes	: 78 Viviendas
Densidad	: 5 Hab/Vivienda
Población	: 390 Habitantes
Dotación	: 250 Lts/Hab/Día
Coeficiente de Recuperación	: 0.8
Relación máxima H/D	: 0.75
Fórmulas de Calculo	: Ganguillet y Kutter Hazen-Williams. R.N.E.

El diseño hidráulico del alcantarillado convencional se realiza con el criterio de la Fuerza Tractiz, según el numeral 4.6 de la Norma OS.070.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de este cálculo:

CUADRO N° 03 CALCULO HIDRAULICO DEL ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

CUADRO DEL CALCULO HIDRAULICO PARA EL ALCANTARILLADO RESIDUAL																								
ZONA DE DRENAJE	N° DE BARRIO		NOMBRE	LARGITUD (m)	COTA TERRENO		PERDIENTE TERRENO	PERDIENTE HORADADA	COTA CLAVE TUBERIA	POTENCIAL CLAVE TUBERIA		DIAMETRO TUBERIA		COTA TUBERIA	DERIVACION		PERDIENTE HORADADA	CUMPLIMIENTO	CANTIDAD TUBERIA		VELOCIDAD			
	N°	N°			VALOR	VALOR				VALOR	VALOR	VALOR	VALOR		VALOR	VALOR			VALOR	VALOR		VALOR	VALOR	VALOR

9.2 Cálculo para la red de Alcantarillado al Vacío

En esta sección se proporciona una visión general que se refiere al diseño de los diversos componentes de un sistema de vacío. Para llevar a cabo un diseño de ingeniería óptimo y a medida para cada caso concreto se tienen en cuenta factores muy importantes como:

- La topografía y las condiciones del suelo;
- El flujo y la cantidad de viviendas y habitantes;
- La ubicación de la estación de vacío;
- El punto de descarga de agua residual; y,
- El diseño de la red.

Caudales exógenos como ser infiltración o aporte de aguas lluvias no son considerados en el diseño, ya que por su naturaleza, un alcantarillado en vacío es hermético e impide el ingreso de lluvias o infiltración, a menos que se dañe la red de colectores.

Una rotura será rápidamente detectada por un inmediato incremento en los tiempos de operación de las bombas de vacío, lo que facilita una rápida detección al momento de generarse la rotura, y por ende una rápida reparación.

Todos los componentes principales del sistema son dimensionados para soportar el caudal punta, expresado en litros por segundo (l/s). Los caudales punta son calculados aplicando un factor de 4.03 veces al caudal medio diario de 150 L/d por conexión residencial.

Con la pendiente media del terreno, se facilita la instalación de este tipo de alcantarillado ya que se lograría mantener una profundidad media de excavación menor de 1.20 m en toda la red.

La siguiente tabla resume los parámetros de diseño del sistema, el cual una dotación proyectada de 58.50 m³/día según el siguiente detalle:

Base de Cálculo

Número de Lotes	: 78 Viviendas
Densidad	: 5 Hab/Vivienda
Población	: 390 Habitantes
Dotación	: 150 L/Hab/Día
Caudal medio diario/conexión	: 750 L/d
Factor punta	: 4.03
Caudal punta por conexión	: 0.55 GPM
Conexiones residenciales	: 78
Caudal punta del sistema	: 43.25 GPM
Fórmulas de Calculo	: Hazen – Williams

9.2.1 Principios Generales

Los sistemas de drenaje por vacío son diseñados para operar conforme a los principios de flujo de dos (2) fases: Aire - Líquido. El aire y el líquido son admitidos en distintas proporciones, las mismas que pueden ser reguladas ajustando el ciclo de apertura de la válvula. En general, aquellos sistemas con pérdidas grandes de vacío requieren una proporción mayor de aire – líquido.

- **Número de lotes según diámetros de tuberías:**

CUADRO N° 04

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Número de Viviendas Abastecidas
4	70*
6	260
8	570
10	1050

La máxima longitud recomendada para diámetros de 4" es 2000 Ft ⁴⁶

A. Hidráulicas

Todos los principales componentes del sistema de vacío están dimensionados de acuerdo con el flujo máximo, expresado en galones por minuto (GPM), o litros por segundo (LPS). Las tasas de flujo máximo se calculan aplicando un factor de pico a una tasa promedio de flujo diario.

Flujos de diseño son las velocidades de flujo máximo que debe ocurrir una vez o dos veces por día, y se utilizan para el tamaño de la red de alcantarillado de vacío y los diversos componentes de la estación de vacío.

Velocidades de flujo instantáneas en exceso de los flujos de diseño pueden ocurrir en determinadas situaciones.

⁴⁶ Manual Alternative Wastewater Collection System-EPA, pág. 105

Caudal medio diario (Qav) (Qmd)

Se calcula sobre la base de la dotación medio diario por habitantes. En este caso para la ciudad de Iquitos, la dotación de agua potable es de 250 l/h/d.

$$Qp = \frac{\text{Dotacion} \times N^{\circ} \text{ habitantes}}{86400} \text{ lps}$$

Resolviendo:

Dotacion=	150 l/hab/dia	
Indice habitabilidad	5 hab/Lote	
Qm x lote =	0.01 lps	Caudal medio por lote
Qm x lote =	0.14 GPM	Caudal medio por lote

▪ Caudales máximos según diámetros de tuberías:

CUADRO N° 05

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Caudal Máximo (GPM)⁴⁷	Caudal Máximo (GPM)-AIRVAC⁴⁸
3		4 Lotes o Equiv.
4	55	38
6	150	106
8	305	210
10	545	375

- ✓ La máxima pérdida de fricción no debe exceder los 5 pies

Factor de pico (PF)

El factor de pico mínimo no debe ser inferior a 2,5.

Si no está establecido por la empresa de consultoría, agencia reguladora u otros reglamentos aplicables, el factor de pico debe estar basado en la siguiente fórmula:

$$\frac{18 + \sqrt{\text{POPULATION} / 1000}}{4 + \sqrt{\text{POPULATION} / 1000}}$$

Por ejemplo, si el área de servicio tiene una densidad de población de 390, el factor de pico sería:

$$\frac{18 + \sqrt{0.39}}{4 + \sqrt{0.39}} = 4.03$$

⁴⁷ Manual Alternative Wastewater Collection System-EPA

⁴⁸ Manual AIRVAC

La Tabla 2 muestra los factores pico para diversas poblaciones. Tenga en cuenta que estas no son las cifras exactas que serían generadas por la fórmula, sino más bien son cifras redondeadas sólo para fines de presentación.

Tabla 2
Table 2

Peak Factors	
Based on Ten State	
Population	Peak factor
	4.25
	4.00
	3.75
	3.50
	3.25
	3.00

Flujo máximo del Sistema (Q_{max})

Aplicando el factor de punta de la tasa media de flujo diario y la conversión a GPM producirá el flujo máximo que se utilizará como base de diseño.

$$Q_{av} / 1440 \times PF = Q_{max}$$

Dónde:

Dotacion=	150 l/hab/dia		
Indice habitabilidad	5 hab/Lote		
Qm x lote =	0.01 lps		Caudal medio por lote
Qm x lote =	0.14 GPM		Caudal medio por lote
F.P =	4.03		
Qmax lote =	0.03 lps		
Qmax lote =	0.55 GPM		
N° Lotes =	78.00		
Qmax sistema =	43.25 GPM		

B. Pérdidas por Fricción

Las pérdidas por fricción para tuberías de vacío instaladas con una pendiente comprendida en el rango de 0.2% - 2% son acumulativas a lo largo del camino del flujo desde la última válvula de una línea hasta la estación colectora. Pendientes mayores permiten ignorar las pérdidas.

Las pérdidas por fricción se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$H_f = 0,2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1,85} \frac{Q^{1,85}}{D^{4,8655}}$$

H_f = pérdida de carga, pies/100 pies
 Q = caudal, galones (americanos)/min
 D = diámetro de la tubería, pulgadas

Dónde:

H_f : pérdida de carga, pies/100 pies
 Q : Caudal, galones (americanos)/min
 D : diámetro de la tubería, pulgadas
 C : 150 para tubería PVC

Esta fórmula, en la Guía aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento está afectada por el factor 2.75.

B.1 Pérdidas Estáticas

A fin de mantener una profundidad de excavación mínima, un sistema de drenaje por vacío utiliza cambios de nivel fabricados con dos (2) codos de 45° y un tramo de tubería para conformar un perfil en forma de diente de sierra.

Las pérdidas estáticas debido al uso de estos cambios de nivel son, como las pérdidas por fricción, acumulativas a lo largo del camino del flujo desde la última válvula de una línea hasta la estación colectora.

Se recomienda:

- ✓ Para lograr un uso eficiente de la energía disponible en el sistema, los cambios de perfil deben mantenerse en los siguientes límites:
 - 12" para líneas de diámetro 3" y 4"
 - 18" para líneas de diámetro 6", 8" y 10"
 - ✓ En ningún caso deberá utilizarse un cambio de nivel mayor de 3 pies (0.91 m), salvo sustento técnico.
 - ✓ Las pérdidas estáticas por cambio de nivel se calculan restando el diámetro interior de la tubería a la altura del cambio.
 - ✓ El diámetro mínimo para una línea principal de vacío es de 4" y su longitud no debe exceder de 600 metros.
 - ✓ La distancia mínima entre cambios de nivel no es de importancia para el diseño. En terrenos planos y utilizando la pendiente mínima del 0.2% para la tubería, se puede lograr una profundidad mínima de excavación con un cambio de nivel de
- | | | | | |
|----|----|------|-----|---------|
| 30 | cm | cada | 150 | metros. |
|----|----|------|-----|---------|

B.2 Pendientes

- ✓ Las pendientes de las tuberías de vacío deben cumplir con las siguientes restricciones:
 - a) Para 3" y 4", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 80% del diámetro interior de la tubería.
 - b) Para 6", 8" y 10", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 40% del diámetro interior de la tubería.
- ✓ Cuando se requiera efectuar una serie de cambios de nivel a fin de lograr el transporte de aguas negras en un tramo con contrapendiente, deberá mantenerse una distancia mínima de 6 metros entre cada cambio de nivel. Un número adecuado de cambios de nivel es de 5 (cinco) antes de iniciar una serie de cambios de nivel con estas características, la línea de vacío deberá ser tendida con una pendiente del 0.2% al menos en los 15 metros antes del inicio de la serie de cambios.
- ✓ La distancia mínima recomendada entre cambios de nivel en una línea de servicio de 3" es de 1.50 metros. Como una regla general, los cambios de nivel deberán ser construidos lo más apartado posible uno de otro.
- ✓ El transporte eficiente de aguas negras requiere que la altura de los cambios de nivel sea la menor posible. Se recomienda el uso de numerosos cambios pequeños de nivel en lugar de un solo cambio de gran altura. Cuando sea necesario el uso de múltiples cambios, se recomienda una altura de 30 cm para tuberías de diámetro 3" y 4" y de 45 cm para tuberías de 6" y mayores.

▪ Caída entre Saltos o Ascensos

Utilice el mayor de dos valores

- ✓ $0,2 \% \times \text{Altura}$
- ✓ 0 20 pies para caída laterales de servicio de 3", si los ascensos están separados alrededor de 100 pies.
- ✓ 0 . 2 5 Ft. de caída mínima para todos los tramos de la red de vacío y 4" y más grandes si los ascensos están separados alrededor de 125 pies.

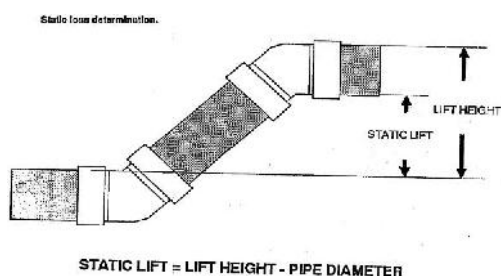
▪ SALTOS/ASCENSO

En el siguiente cuadro se presenta el tamaño del salto según el diámetro de la tubería:

CUADRO N° 06 RECOMENDACION PARA LA ALTURA DE SALTOS

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Altura de Saltos (Pies)
3	1
4	1
6	1.5
8	1.5
10	2.3

- ✓ Pérdida estática = Altura de salto - Diámetro del tubo



- ✓ La máxima pérdida de vacío debido a los saltos desde cualquier válvula AIRVAC a la estación recolectora = (13 pies de Pérdida estática + 5 pies de pérdida de fricción)
- ✓ Serie máximo de saltos = 5 a 20 pies.
- ✓ El primer salto de un tramo a una conexión principal es de 20 pies como mínimo

▪ Conexión

- ✓ Utilizar conectores en estrella para todos los conectores de derivación y laterales
 - Conectores en estrella puede ser vertical o en ángulo de 45 °
- ✓ Use solamente, codo largo de 90° de 3" en conectores servicio
- ✓ Utilice codo de 45° para 4" y mayores conectores y cualquier cambio de dirección
- ✓ Recomendamos

4 x 3 = 0,73 Ft.	6 x 3 = 0,80 Ft.	8 x 3 = 0,99 Ft.	10 x 3 = 1,08 Ft.
4 x 4 = 0,71 Ft.	6 x 4 = 0,78 Ft.	8 x 4 = 1,05 Ft.	10 x 4 = 1,18 Ft.

B.3 Límites de Pérdidas Estáticas y por Fricción en un Sistema por Vacío.

El rango de operación de un sistema por vacío es de 16 a 20 pulgadas de mercurio. Este rango es considerado como el más apropiado en términos de costo y eficiencia para la operación de los equipos utilizados en el sistema.

$$-16'' \text{ Hg} < \mathbf{Rop} < -20'' \text{ Hg}$$

La presión negativa de 16 pulgadas de mercurio equivale a 18 pies de columna de agua (a nivel del mar). Esta es, teóricamente, la carga disponible del sistema y por tanto, conforma el límite aceptable de pérdidas en cualquier sistema.

$$-16'' \text{ Hg} = 18' \text{ H}_2\text{O}$$

En la práctica, se recomienda los siguientes límites para el diseño de sistemas por vacío construidos mediante perfiles de diente de sierra, con cambios de nivel dentro de las normas antes establecidas y apartando parte de la carga disponible para el funcionamiento de la válvula:

- 13 pies (3.96 m) de pérdidas por cambios de nivel.
- 5 pies (1.52 m) de pérdidas por fricción.

Estas pérdidas se calculan por separado y los límites establecidos no deben ser sobrepasados, ambos al mismo tiempo, por ningún punto de la red de drenaje, considerando las pérdidas como la suma de las mismas desde la última válvula de una línea cualquiera hasta la planta de vacío. En otras palabras, estos límites deben cumplirse para el punto hidráulicamente más alejado de la red.

B.4 Consideraciones en la Longitud de las Líneas Colectoras

La máxima longitud permisible de las líneas colectoras de un sistema por vacío es gobernada por los límites de pérdidas establecidos anteriormente. Es claro que estos límites incluyen otros factores tales como la capacidad de las tuberías y las pendientes del terreno.

Como una guía práctica se establecen los siguientes límites respecto a la longitud continua recomendada para las tuberías de diámetro menor.

- a) Hasta 300 pies de tubería de 3" en líneas de servicio.
- b) Hasta 2,000 pies de tubería de 4" en líneas principales.

C. RESULTADOS OBTENIDOS

C.1 DETERMINACION DE LAS PERDIDAS POR FRICCION Y PERDIDAS ESTATICAS

CUADRO N° 07

PROJECT		ALCANTARILLADO AL VACIO DE LA CALLE GAROTE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

C.2 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL VACIO EN LA RED

CUADRO Nº 08

1.

PROYECTO		ALCANTARILLADO CA. GAROTE				NUMERO DE ESTACIÓN		1	
FECHA						CAUDAL MÁXIMO POR VIVIENDA		0.55 GPM	
LINEA	3" TUBO	4" TUBO	6" TUBO	8" TUBO	10" TUBO	CAUDAL	# SVCE LATERALES	# AIRVAC VALVULAS	VIVIENDA
1		184.52				20.0	4	12	36
2		23.44				8.9		4	16
3		24.54				0.6		4	16
4		38.21				5.5		3	10
TOTALS	0	270.71	0	0	0	34.94		23	78
PROMEDIO LONG. SERVICIO LATERAL							21.55	FT	
TOTAL TUBERIA 3"								FT	
F.C.									
Vp 3" =		0.0547		0.00	FT ³				
Vp 4" =		0.0904		24.47	FT ³				
Vp 6" =		0.1979		0.00	FT ³				
Vp 8" =		0.3321		0.00	FT ³				
Vp 10" =		0.5095			FT ³				
		Vp =		24.47	FT ³				
		Vp =	183.54	Gallons	(7.5 Gal / FT ³)	TOTAL DE VOLUMEN DE TUBERIA/ CONVENCIONAL Y AL VACÍO			
		2/3 Vp =	122.36	Gallons	SOLO AL VACÍO				

C.3 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA ESTACION DE VACIO

CUADRO N° 09

PROYECTO	ALCANTARILLADO AL VACIO DE LA CALLE GAROTE		
NÚMERO DE ESTACIÓN	=	1	
CAUDAL MÁXIMO Q _{max}	=	43.25 GPM	
FACTOR DE CAUDAL	=	4.03	
CAUDAL PROMEDIO Q _a	= $\frac{Q_{max}}{\text{Peak Factor}}$	= 10.73 GPM	
CAUDAL MÍNIMO Q _{min}	= $\frac{Q_a}{2}$	= 5.37 GPM	
CAPACIDAD REQUERIDA DE BOMBA AL VACÍO	= $\frac{A \times Q_{max} \times \text{C.F.M.}}{7.5 \frac{\text{gal}}{\text{ft}^3}}$	= 34.60 CFM	
		Q _{vp} = 258.84 GPM	
El tamaño mínimo de una bomba le corresponde a 70 LPS (150 CFM)			
LONGITUD DE LA LÍNEA MAS LARGA			
0	5,000	6	270.71
5,001	7,000	7	1 CFM = 7.48052 GPM
7,001	10,000	8	1 GPM = 0.1336805 CFM
10,001	12,000	9	
12,001	15,000	11	
CAPACIDAD DE DESCARGA DE LA BOMBA	Q _{dp} =	Q _{max} = Q _a x PF =	150.00 GPM

	ALCANTARILLADO AL VACIO DE LA CALLE GAROTE		
VOLUMEN DE OPERACIÓN DEL TANQUE COLECTOR V _o	= $15Q_{min} \times \frac{(Q_{dp} - Q_{min})}{(Q_{dp})}$	=	77.61 Gal
(for 15 minutos cycle at Q _{min})			
Vo= 1.84 Q _{max} for 3.5 Peak Factor		Vo =	70.93 Gal
Vo= 1.64 Q _{max} for 4.0 Peak Factor			
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE COLECTOR V _{ct}	=	V _{ct} = 3 V _o =	232.83 Gal
(Incluye 400 Gallons para Reserva del Tank)			
RESERVORIO AL VACÍO/ ELIMINACIÓN DE HUMEDAD DEL TANQUE			232.83 Gal
V _{rt} (si se desea recipiente separado)		V _{rt} =	0 Gal
VOLUMEN RECOMENDADO V _{rt}		V _{rt} =	400.00 Gal
		V _{ct} =	633.00 Gal
Asumir		V _{ct} =	1,000.00 Gal
Tiempo del Sistema de bombeo en el rango de 16 " a 20 " Hg de vacio	t = $\frac{(0.045 \text{ cfm min}) (2/3 V_p + (V_{ct} - V_o + V_{rt}) \text{ gal})}{Q_{vp} \text{ cfm}}$		min
"t" debe ser de 1 a 3 mins		t =	1.89 min
Si es mayor de 3 , aumentar Q _{vp}			
Si es menor de 1 , aumentar V _{rt}			

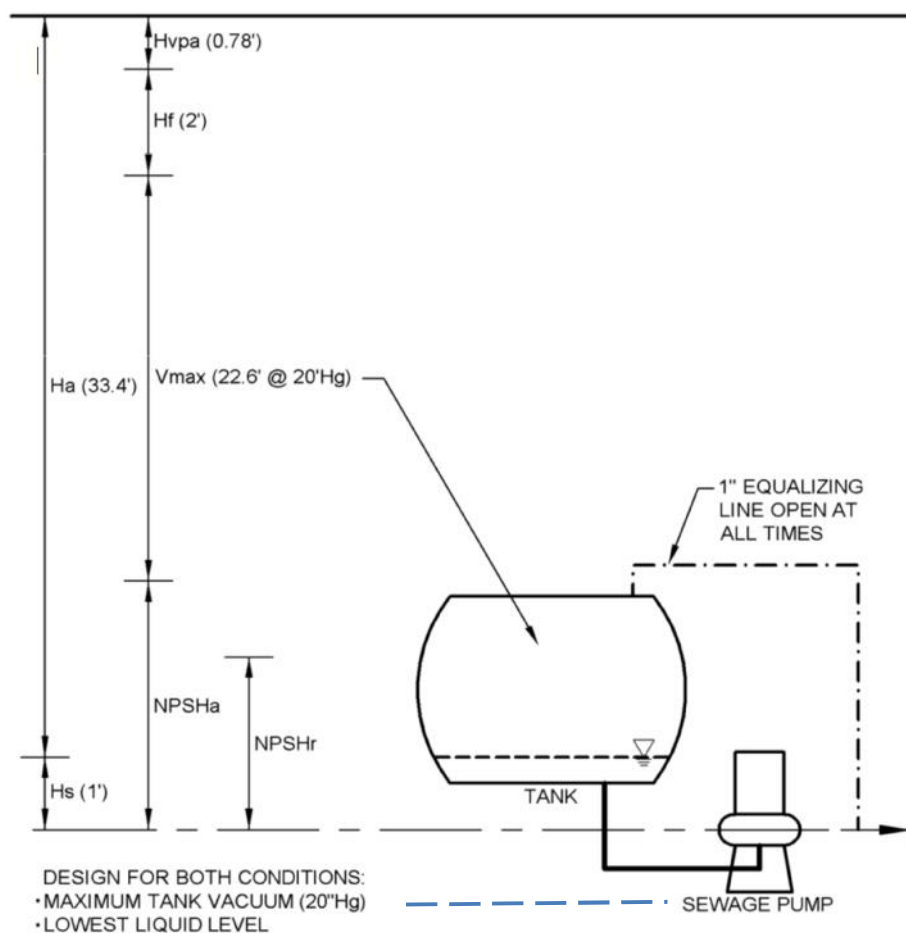
D. DISEÑO HIDRAULICO DE LA ESTACION DE VACIO

Para las estaciones de vacío grandes hasta tres (3) bombas de vacío pueden ser utilizadas para prevenir el uso de bombas extremadamente grandes

Normalmente las bombas de paletas deslizantes de 25HP modelo más grande utilizados por AIRVAC - modelos estándar son:

- 170 CFM @ 10 HP
- 305 CFM @ 15 HP
- 455 CFM @ 25 HP

FIGURA N° 25: MUESTRA EL ESQUEMA PARA EL CÁLCULO DE NPSHA EN EL SISTEMA AIRVAC SISTEMA CON VALORES TÍPICOS



NPSHA= carga de succión positiva Neta disponibles (pies de agua)

$$NPSHA = h_{vt} + h_s - h_f - h_{vpa}$$

h_{vpa} = Carga disponible debido a la presión atmosférica (véase más adelante)

Altura sobre el nivel del mar pies	ha pies
0	33.9
500	33.3
1000	32.7
1500	32.1
4000	29.4

h_{avt} = Carga disponible debido a la presión atmosférica en el líquido menos el nivel de vacío en el depósito colector (pies de agua)

$h_{avt} = h_a - V_{max}$ (para el vacío máximo del depósito colector de 20" Hg)

a nivel del mar:

$h_{avt} = 33.9 \text{ ft} - 22.6 \text{ ft} = 11.3 \text{ ft}$

$V_{m\acute{a}x}$ = máxima carga del tanque colector de vacío en pies

22.6 pies @ 20" de Hg

18.1 pies @ 16" de Hg

h_s = Profundidad de las aguas residuales por encima de la línea central de la bomba (por lo general 1 pies como mínimo)

h_{vpa} = presión de vapor absoluta de las aguas residuales en su bombeo

A una temperatura de 68 grados, $h_{vpa} = 0,78$ pies

h_f = Pérdida por fricción en las tuberías de succión (aproximadamente 2 pies para bombas verticales, 1 pie para bombas horizontales).

$NPSHR$ = $NPSH$ requerido por la bomba seleccionada

$NPSH_A$ debe ser mayor que $NPSH_R$

Carga dinámica total de descarga de la bomba (TDH)

$TDH = h_v + h_s + h_f$

TDH = carga debido al vacío+ carga estática + pérdida fricción

h_v : toma el valor usual de 7 m (23 ft), aproximadamente equivalente a 50 cm (20 in) de Hg. El tamaño de H_v varía dependiendo del nivel de vacío en el tanque de (40-50 cm) o (16-20 in) Hg

(A los 16" de Hg carga de vacío debido al vacío = 18.1 pies H₂O)

$$\text{TDH} = 18.1' + 12' + 14.75' = 44.85'$$

(A los 20" de Hg carga de vacío debido al vacío = 22.6 pies)

$$\text{TDH} = 22.6' + 12' + 14.75' = 49.40'$$

hs : nivel de bombeo de agua residual @ de 1' como mínimo.

Cálculo de NPSH

$$\text{NPSHA} = \text{havl}^* + \text{hs} + \text{hf} - \text{hvpa} + \text{heq}$$

$$\text{havl}^* = \text{ha} - \text{Vmáx}$$

$$\text{havl}^* = 33.9 - (22.6) = 11.3'$$

hvpa: presión de vapor absoluta del agua residual en su temperatura de bombeo, igual a 0.78 pies. (A una temperatura de 68 ° F (20° C) , hvpa = 0,78 pies

hf: pérdida por fricción en la tubería de succión:

2.0 pies @ (vertical. Pump)

1.0 pies (horizontal Pump)

heq : carga de vacío equilibrada proporcionada por 1 pulgada de línea equilibrada.

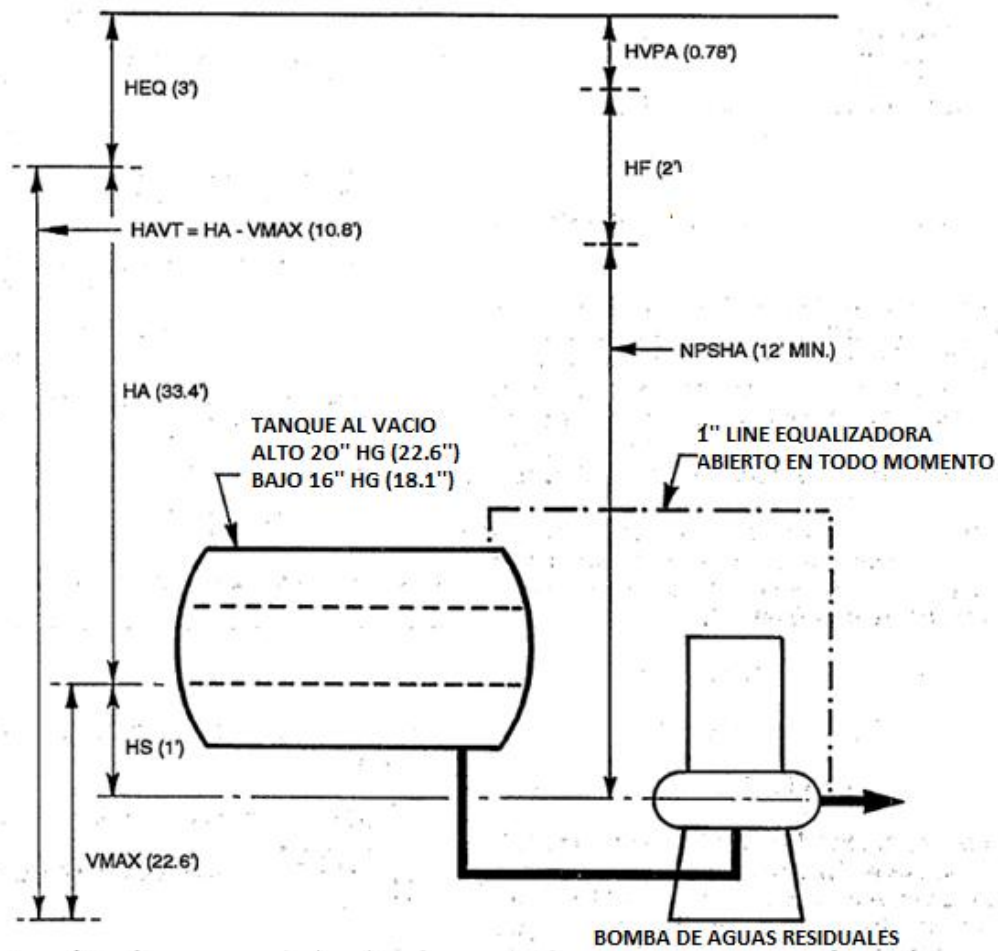
$$\text{NPSHA} = 11.3 + 1.0 - 0.50 - 0.78 + 0 = 11.02'$$

Vacuum Tanks (Tanque al Vacío)

Los tanques pueden ser diseñados para presiones de trabajo de 50 cm (20 in) de Hg hasta 71 cm (28 in) de Hg al vacío.

Los tanques también pueden ser fabricados de fibra de vidrio que soportan 1000 kPa (150 psi).

FIGURA N° 26: TANQUE AL VACÍO

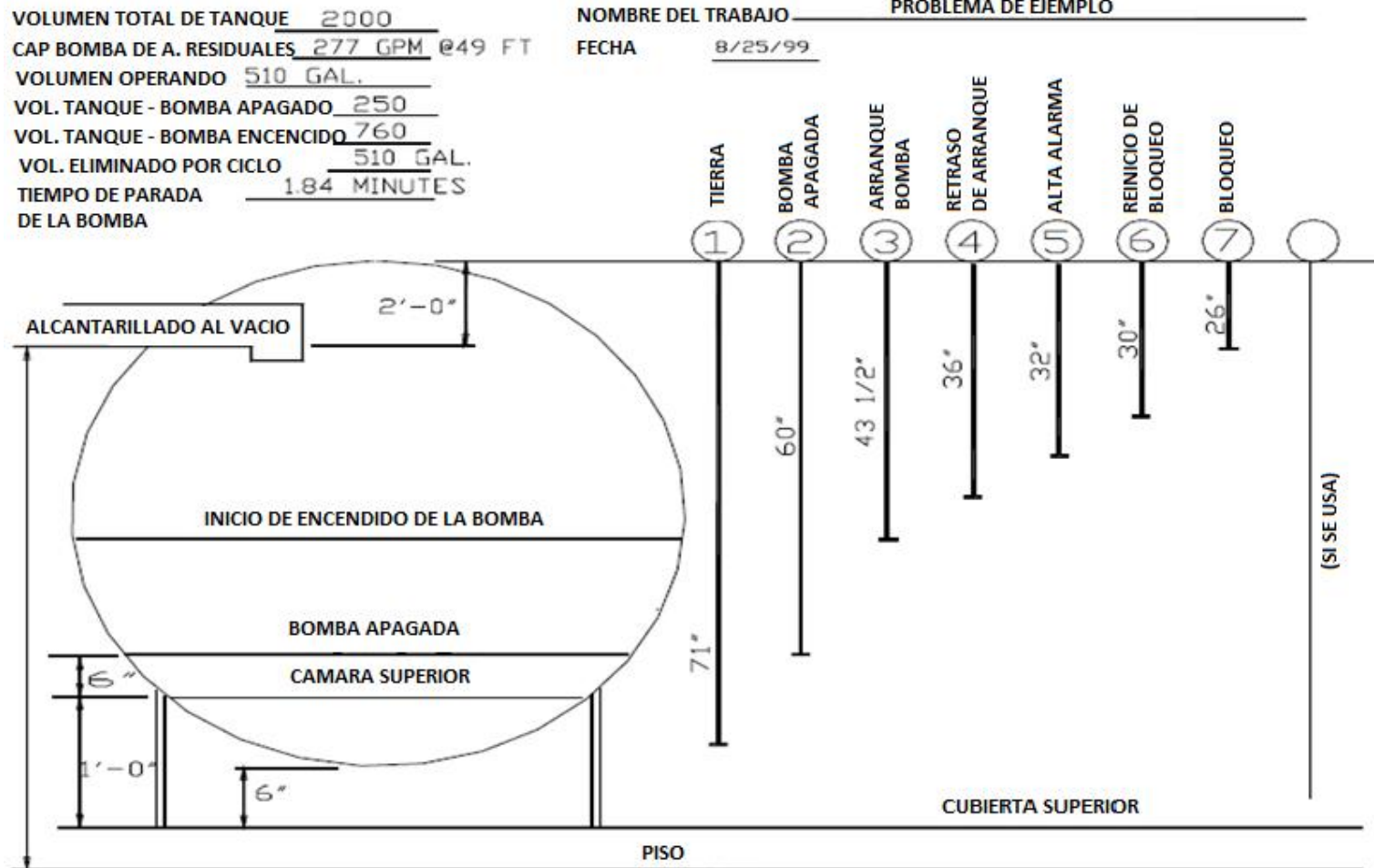


$$Vel = 4.24 \text{ pies/s}$$

$$H_L/100' = 1.46 \text{ pies}$$

$$H_L = (1010/100) * 1.4 = 14.75 \text{ pies}$$

FIGURA N° 27: VOLUMEN DEL TANQUE



CAPITULO X PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

10.1 PRESUPUESTO

Presupuesto Alcantarillado Gravitacional a precios privados

El presente presupuesto detalla el costo y la cantidad de materiales que se utilizarían para realizar los trabajos en la obra del alcantarillado residual de la calle Garote.

Los datos para confeccionar este presupuesto de los costos unitarios vigentes de obras similares realizadas en la ciudad de Iquitos

**CUADRO N° 10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO
CONVENCIONAL**

Item	Descripción	COSTO PARCIAL	TOTAL (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES	30,477.40	30,477.40
02	TRABAJOS PRELIMINARES	2,683.82	2,683.82
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	226,294.72	226,294.72
04	RED DE DESAGUE		48,773.71
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF ISO 4435	28,341.55	
	CACHIMBA PVC Ø 160 mm Pesado ISO - 25	4,448.34	
	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 160mm	7,785.96	
	DADOS DE ANCLAJE PARA ACCESORIOS	5,715.84	
	PRUEBA HIDRAULICA RED DE DESAGUE PVC	2,482.02	
05	OBRAS COMPLEMENTARIAS		130,990.16
	CONSTRUCCION DE BUZON N° 17 DE MORTERO ARMADO	116,063.96	
	TAPA DE MORTERO FC=210 KG/CM2	1,869.00	
	CAJA DISTRIBUIDORA	13,057.20	
	Costo Directo		439,219.81
	Gastos Generales	10%	43,921.98
	Utilidades	10%	43,921.98
	Subtotal sin IGV		527,063.77
	IGV	18%	94,871.48
	Total con IGV		621,935.25

El monto de inversión para la alternativa de alcantarillado gravitacional asciende a S/. 621,935.25 soles.

Presupuesto Alcantarillado Gravitacional a precios sociales

Los precios privados son multiplicados por factores de conversión según Directiva del sistema Nacional de Inversión Pública vigente

CUADRO N° 11 PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO CONVENCIONAL A PRECIO SOCIAL

Item	Descripción	F.C.	SUB TOTAL	TOTAL (S/.)
01	OBRAS PROVICIONALES	0.79		34,106.19
02	TRABAJOS PRELIMINARES	0.79		3,003.37
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	0.79		253,238.46
04	RED DE DESAGUE			55,181.80
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF ISO 4435 S-25 Ø 160mm	0.80	32,065.18	
04.02	CACHIMBA PVC Ø 160 mm Pesado ISO - 25	0.80	5,032.78	
04.03	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 160mm inc. Caja de registro	0.80	8,808.91	
04.04	DADOS DE ANCLAJE PARA ACCESORIOS	0.80	6,466.81	
04.05	PRUEBA HIDRAULICA RED DE DESAGUE PVC	0.80	2,808.12	
05	OBRAS COMPLEMENTARIAS			148,200.17
05.20	CONSTRUCCION DE BUZON N° 17 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm ² Ø 1.20m, h= variable	0.80	131,312.91	
05.21	TAPA DE MORTERO F'c=210 KG/CM ²	0.80	2,114.56	
05.22	CAJA DISTRIBUIDORA	0.80	14,772.71	
	Costo Directo			493,729.98
	Total con IGV			493,729.98

El presupuesto de la alternativa alcantarillado convencional a precios sociales asciende a S/. 493,729.98 soles.

Presupuesto Alcantarillado al Vacío a precios privados

El siguiente presupuesto fue elaborado teniendo en cuenta los costos y metrados de proyectos similares realizados por la EPA y la AIRVAC (Empresa norteamericana que se dedica a la construcción de alcantarillado al Vacío) basados en las condiciones topográficas que presenta el terreno y estudios de mecánica de suelos, hidrología y demanda poblacional.

CUADRO N° 12 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO AL VACÍO

Item	Descripción	COSTO PARCIAL	TOTAL (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES	6,207.25	6,207.25
02	TRABAJOS PRELIMINARES	2,683.82	2,683.82
03	MOVIMIENTO DE TIERRA	61,119.91	61,119.91
04	REDES DE DESAGUE		84,749.75
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-10 Ø100mm - LINEA	5,880.56	
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF Ø100mm - LINEA POR GRAVEDAD	13,305.72	
04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-10 Ø100mm - LINEA ACOMETIDA	1,949.97	
04.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø100mm - LINEA DE VENTILACION	10,045.62	
04.05	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø100mm inc. Caja de distribuidora	5,341.44	
04.06	ARQUETAS (Inc. sistema de valvulas al vacío)	9,200.00	
04.07	ACCESORIOS	39,026.44	
04.07.07	PRUEBA HIDRAULICA RED AL VACIO HDP	3,821.46	
05	OBRAS COMPLEMENTARIAS		54,003.53
05.01	ESTACION AL VACIO	54,003.53	
06	MAQUINARIA		239,400.00
06.01	MAQUINARIAS PARA LA ESTACION AL VACIO (INC. BOMBAS, VALVULAS, ETC)	239,400.00	
	Costo Directo		448,164.26
	Gastos Generales	10.00 %	44,816.43
	Utilidades	10.00 %	44,816.43
	Subtotal		537,797.11
	IGV	18.00 %	96,803.48
	Presupuesto Total		634,600.59

El monto de inversión para la alternativa de alcantarillado al vacío asciende a S/. 634,600.59 soles.

Los costos eléctricos para hacer funcionar los generadores de vacío por lo general serán menores (de 10 a 50 kWh por persona por año⁴⁹).

⁴⁹ A COMPARISON OF SEWER RETICULATION SYSTEM DESIGN STANDARDS GRAVITY, VACUUM AND SMALL BORE SEWERS. C.J. Little.

Presupuesto Alcantarillado al vacío a precios sociales

CUADRO N° 13: PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO AL VACÍO A PRECIO SOCIAL

Descripción	F.C.		TOTAL (S/.)
OBRAS PROVICIONALES	0.7903	6,946.31	6,946.31
TRABAJOS PRELIMINARES	0.7903	3,003.37	3,003.37
MOVIMIENTO DE TIERRA	0.7903	68,397.14	68,397.14
REDES DE DESAGUE			87,110.51
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-1	0.7990	6,653.17	
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF Ø 100m h	0.7990	15,053.88	
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-1	0.7990	2,206.16	
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF Ø 100m h	0.7990	11,365.45	
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 100mm i	0.7990	6,043.22	
ARQUETAS (Inc. sistema de valvulas al vacio)	0.6705	8,734.95	
ACCESORIOS	0.6705	37,053.67	
PRUEBA HIDRAULICA RED AL VACIO HDP			
OBRAS COMPLEMENTARIAS			51,273.68
ESTACIO AL VACIO	0.6705	51,273.68	
MAQUINARIA			227,298.46
MAQUINARIAS PARA LA ESTACION AL VACIO (INC. BOMBA	0.6705	227,298.46	
IGV			
TOTAL			444,029.47

El presupuesto de la alternativa alcantarillado al vacío a precios sociales asciende a S/. 444,029.47 soles.

10.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Con la intención de solucionar el problema central en el caso de la disposición sanitaria de excretas se ha considerado que las alternativas tengan los mismos componentes.

BENEFICIOS EN LA SITUACIÓN “CON PROYECTO”

Los beneficios en este caso son iguales para las dos alternativas, puesto que ambas consideran la instalación del sistema de alcantarillado, para la recolección y transporte de las aguas residuales hasta la planta de tratamiento de las aguas residuales, y son los siguientes:

- En el año 1, serán beneficiados en forma directa 398 habitantes con conexiones intra domiciliarias, en cambio en el año 20 los beneficiados suman 591 habitantes.
- Disminución de la contaminación de los cursos de agua naturales.
- Uso adecuado de las aguas residuales.
- Se evita el riesgo de enfermedades infecto contagiosas entre los pobladores y se mejoran las condiciones de salubridad, con la construcción de las alcantarillado.
- Hay Inversión en capital humano, con la capacitación en educación sanitaria.

BENEFICIOS INCREMENTALES

Como los beneficios en la situación sin proyecto son nulos, entonces los beneficios incrementales son iguales a los obtenidos con la ejecución del proyecto.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este caso los beneficios atribuidos a la construcción del alcantarillado residual no pueden ser valorados monetariamente. Para tal efecto, se considera como una alternativa apropiada para la Evaluación la **metodología Costo / Efectividad**, en donde se determinarán los beneficios a través de la producción del proyecto; es decir analizando los resultados esperados del mismo en función de sus objetivos originales.

En el cuadro se presentan los costos de inversiones incrementales a precios sociales y los costos de operación y mantenimiento en el horizonte de evaluación.

En el mismo cuadro se presenta la actualización de los mismos.

CUADRO N° 14 ALTERNATIVA N° 1

AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(N° 1)
		INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	621,935.25		621,935.25
1	0.92	0.00	538.69	494.21
2	0.84	6,238.08	639.49	5,788.72
3	0.77	6,556.86	538.69	5,479.07
4	0.71	6,631.89	639.49	5,151.23
5	0.65	6,706.91	538.69	4,709.15
6	0.60	7,287.31	639.49	4,726.50
7	0.55	7,115.01	538.69	4,186.84
8	0.50	7,706.13	639.49	4,188.39
9	0.46	7,791.88	538.69	3,835.62
10	0.42	7,877.62	639.49	3,597.72
11	0.39	8,224.98	538.69	3,396.21
12	0.36	8,577.71	639.49	3,277.03
13	0.33	8,935.79	538.69	3,090.37
14	0.30	9,032.25	639.49	2,894.23
15	0.27	9,666.24	538.69	2,801.64
16	0.25	9,499.30	639.49	2,553.65
17	0.23	10,144.01	538.69	2,468.48
18	0.21	10,251.19	639.49	2,308.76
19	0.19	10,910.19	538.69	2,226.69
20	0.18	11,024.51	639.49	2,081.22
VALOR ACTUALIZADO				691,190.99

Igualmente para la alternativa de alcantarillado al vacío

CUADRO N° 15 ALTERNATIVA N° 2

AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(N° 1)
		INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	634,600.59		634,600.59
1	0.92	0.00	15,082.22	13,836.90
2	0.84	355.93	15,133.53	13,037.17
3	0.77	374.11	15,188.73	12,017.37
4	0.71	378.39	15,242.17	11,066.00
5	0.65	382.68	15,295.78	10,189.92
6	0.60	415.79	16,561.65	10,123.09
7	0.55	405.96	16,615.47	9,311.31
8	0.50	439.69	16,671.56	8,587.56
9	0.46	444.58	16,732.59	7,908.85
10	0.42	449.47	16,792.49	7,283.19
11	0.39	469.29	16,850.24	6,711.89
12	0.36	489.42	16,910.43	6,186.25
13	0.33	509.85	16,974.24	5,702.94
14	0.30	515.35	17,038.21	5,252.84
15	0.27	551.53	17,102.27	4,846.64
16	0.25	542.00	17,166.47	4,460.23
17	0.23	578.78	17,234.28	4,116.12
18	0.21	584.90	17,301.36	3,791.78
19	0.19	622.50	17,369.39	3,499.24
20	0.18	629.02	17,436.76	3,223.49
VALOR ACTUALIZADO				785,753.35

ESTIMACIÓN DEL RATIO COSTO – EFECTIVIDAD

Como se considera una meta global, el ratio Costo / Efectividad se determina dividiendo el Valor actual de Costos totales entre la población beneficiada.

Para el caso del sistema del alcantarillado convencional, como los componentes de las alternativas consideradas son similares se ha procedido a evaluar los indicadores económicos en forma unitaria, los mismos que se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 16 ALTERNATIVA N° 1

AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(N° 1)
		INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	621,935.25		621,935.25
1	0.92	0.00	538.69	494.21
2	0.84	6,238.08	639.49	5,788.72
3	0.77	6,556.86	538.69	5,479.07
4	0.71	6,631.89	639.49	5,151.23
5	0.65	6,706.91	538.69	4,709.15
6	0.60	7,287.31	639.49	4,726.50
7	0.55	7,115.01	538.69	4,186.84
8	0.50	7,706.13	639.49	4,188.39
9	0.46	7,791.88	538.69	3,835.62
10	0.42	7,877.62	639.49	3,597.72
11	0.39	8,224.98	538.69	3,396.21
12	0.36	8,577.71	639.49	3,277.03
13	0.33	8,935.79	538.69	3,090.37
14	0.30	9,032.25	639.49	2,894.23
15	0.27	9,666.24	538.69	2,801.64
16	0.25	9,499.30	639.49	2,553.65
17	0.23	10,144.01	538.69	2,468.48
18	0.21	10,251.19	639.49	2,308.76
19	0.19	10,910.19	538.69	2,226.69
20	0.18	11,024.51	639.49	2,081.22
VALOR ACTUALIZADO				691,190.99
VALOR ACTUAL EQUIVALENTE				
TASA DE DESCUENTO				9%
FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL				0.110
VALOR ANUAL EQUIVALENTE				75,717.54
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO				
BENEFICIARIOS AÑO 20				591
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO				1397.76

CUADRO N° 17 ALTERNATIVA N° 2

AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(N° 1)
		INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	634,600.59		634,600.59
1	0.92	0.00	15,082.22	13,836.90
2	0.84	355.93	15,133.53	13,037.17
3	0.77	374.11	15,188.73	12,017.37
4	0.71	378.39	15,242.17	11,066.00
5	0.65	382.68	15,295.78	10,189.92
6	0.60	415.79	16,561.65	10,123.09
7	0.55	405.96	16,615.47	9,311.31
8	0.50	439.69	16,671.56	8,587.56
9	0.46	444.58	16,732.59	7,908.85
10	0.42	449.47	16,792.49	7,283.19
11	0.39	469.29	16,850.24	6,711.89
12	0.36	489.42	16,910.43	6,186.25
13	0.33	509.85	16,974.24	5,702.94
14	0.30	515.35	17,038.21	5,252.84
15	0.27	551.53	17,102.27	4,846.64
16	0.25	542.00	17,166.47	4,460.23
17	0.23	578.78	17,234.28	4,116.12
18	0.21	584.90	17,301.36	3,791.78
19	0.19	622.50	17,369.39	3,499.24
20	0.18	629.02	17,436.76	3,223.49
VALOR ACTUALIZADO				785,753.35

VALOR ACTUAL EQUIVALENTE

HORIZONTE DE EVALUACION	20
TASA DE DESCUENTO	9%
FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL	0.110
VALOR ANUAL EQUIVALENTE	86,076.51

COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO

BENEFICIARIOS AÑO 1	398
BENEFICIARIOS AÑO 20	591
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO	1588.99

Estos resultados se muestran el siguiente cuadro en forma resumida:

CUADRO N° 18 RESULTADOS EVALUACION SOCIAL

INDICADOR	ALTERNATIVA			
	CONVENCIONAL		AL VACIO	
	A PREC PRIVADO	A PREC SOCIAL	A PREC PRIVADO	A PREC SOCIAL
INVERSION (S/.)	621,935.25	493,729.98	634,600.59	444,029.47
VACT (S/.)	704,382.56	562,985.72	809,834.61	595,182.23
VAE (S/.)	77,162.63	61,673.10	88,714.53	65,200.12
N° BENEFICIARIOS	591.00	591.00	591.00	591.00
C/E (S/. /hab)	1,424.43	1,138.49	1,637.68	1,203.60
T.C. (1 \$ US)	3.42	3.42	3.42	3.42
C/E (\$ US/hab)	416.50	332.89	478.85	351.93
LCS (\$ US/hab)	282.00	282.00	282.00	282.00

En el Cuadro N° 18 se muestran los costos incrementales en el período del horizonte, pudiendo observarse que el Valor Actual de Costos Totales a precios sociales asciende a S/. 595,182.23 el Valor Anual Equivalente a **S/. 65,200.12** y el indicador costo efectividad por beneficiario es de **S/. 1,203.60** muy por debajo de la alternativa convencional.

Pero aún se encuentran por encima de la línea de corte establecida para este tipo de proyectos, debido a que es una tecnología no muy desarrollada en el país, que aún no existen casas comerciales que lo oferten.

CAPITULO XI

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

11.1 MANIOBRAS DE OPERACIÓN

- a) Todo sistema de alcantarillado para que opere de manera eficiente debe contar con una política de operación, la cual debe estar de acorde con el diseño del sistema para que el funcionamiento de él sea adecuado y evitar daños tanto a la red como reducir las molestias a los usuarios.
- b) Dentro de las políticas de operación de la red deben estar contemplados programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como maniobras de compuertas y bombeos en determinados sitios y horarios, esto con el propósito de lograr que el sistema funcione de manera óptima. Los programas tienen por objeto mantener en buenas condiciones a todas las tuberías y todas las estructuras que conforman el sistema.
- c) En todo momento se tratará que las tuberías de la red trabajen a superficie libre; sin embargo, cuando se presenten lluvias mayores a la que corresponde al periodo de diseño es de esperarse que trabajen a presión y como correspondencia se produzcan inundaciones en la zona, por ello se debe contar con las medidas necesarias para aminorar los daños y molestias que se ocasionen.

11.2 MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

- a) Todo sistema de alcantarillado debe contar con un mantenimiento en menor o mayor grado, esto con el propósito de que el sistema funcione adecuadamente y se eviten anomalías en la época de lluvias. Además, ello ayuda a prolongar la vida útil del sistema.
- b) Esta actividad debe programarse para llevarse a cabo en la época de estiaje, que es cuando los sistemas conducen caudales pequeños y es posible revisarlos con relativa facilidad, así como detectar los daños.
- c) En este periodo (estiaje) es de esperarse que se tenga la presencia de sedimentos en el sistema debido a que las velocidades son bajas y no es posible que ellos sean arrastrados. Por esto, es necesario hacer actividades de limpieza en el sistema, para lo cual se requiere de equipo apropiado para llevar a cabo esta actividad, ya que existen tanto conducciones a cielo abierto como cerradas, siendo estas últimas la mayoría.

- d) Para la limpieza de las conducciones cerradas se deben emplear equipos apropiados para arrastrar las sustancias sedimentadas. Una forma de hacerlo es remansando el agua dentro de la alcantarilla y después liberándola de manera súbita. Este proceso se logra colocando una compuerta en un extremo de la alcantarilla y al liberar el volumen remansado, éste arrastrará el material sedimentado hacia aguas abajo; esta onda de agua se recomienda se presente en longitudes de tuberías no mayores de 150 a 200 m.
- e) Otro sistema de limpieza es el que utiliza inyección de agua a presión (750 kg/cm²), que es introducida a través de una manguera en cuyo extremo lleva una tobera; estas llevan en su parte posterior y en forma de anillo una serie de orificios con cierto grado de inclinación (35° y 45°) para poder ir lanzando el agua y a la vez poder ir avanzando. Este sistema se utiliza en conductos con diámetro interior mayor de 23 mm.
- f) La operación de limpieza de una tubería con este último tipo de sistema es sencilla, ya que basta introducir por el pozo de visita el extremo de la manguera; una vez colocada la tobera adecuada, se pone en funcionamiento la bomba y comienza a avanzar, a partir de este momento, la manguera a través de la tubería, empujada por la reacción del agua que sale a través de los orificios de la tubería, tal como se observa en la figura 27.

ACCESORIOS DE LIMPIEZA

- a) Además de la limpieza de conductos utilizando agua a presión, también se hace por medio de procedimientos manuales, los cuales consisten en el retiro de la basura o sedimento mediante dispositivos como son: cepillos o palas que se arrastran en el interior de la tubería en forma manual o mecánica. En las figuras 28 a la 35 se muestran algunos ejemplos de cepillos, palas y accesorios diversos.

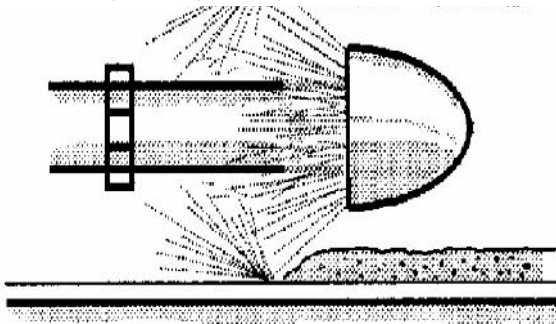


Figura 28 - Tobera para limpieza hidrodinámica

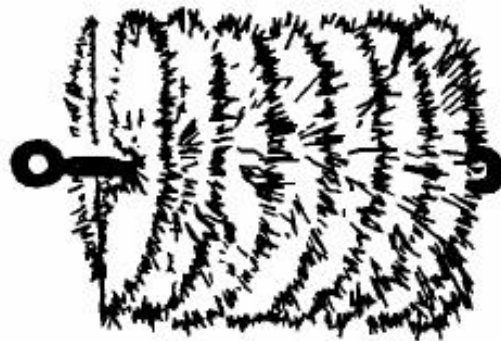


Figura 29 - Cepillo espiral



Figura 30 - Cepillo esférico



Figura 31 - Cepillo circular

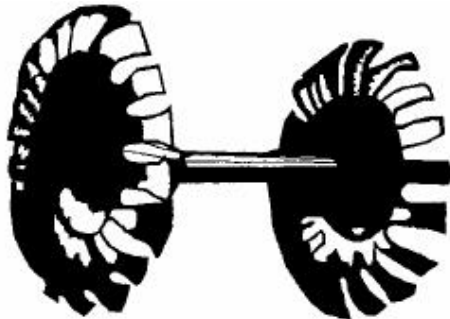


Figura 32 - Rastrillo de hierro forjado para limpieza de musgo



Figura 33 - Enjuagadores de caucho



Figura 34 - Pala depósito para limpieza de arena y fango



Figura 35 - Accesorios diversos

(a) Faederas, fijas o móviles	(b) Ruedas limpiadoras simples con arpón
(c) Ruedas limpiadoras universales	(d) Ruedas limpiadoras simples
(e) Sacatrapos de doble gancho	(f) Llaves de Arquímedes

- b) Todos los dispositivos descritos se emplean, usando varillas de 0.90 m en cuyos extremos tienen rosca y palanca para asegurar la sujeción, y dada la flexibilidad del dispositivo se pueden limpiar longitudes de hasta 50 m, que es en promedio la distancia normal que se tiene entre pozos de visita.
- c) Se usan también los platillos dragadores, los cuales se introducen en el registro de aguas abajo y son arrastrados hacia aguas arriba con una cuerda en posición horizontal. Posteriormente, se tira hacia delante, se levanta el platillo y con esta operación se logra arrastrar los sedimentos.
- d) Las figuras 36 y 37 indican el proceso para desazolvar un tramo de tubería con el auxilio de los platillos dragadores.

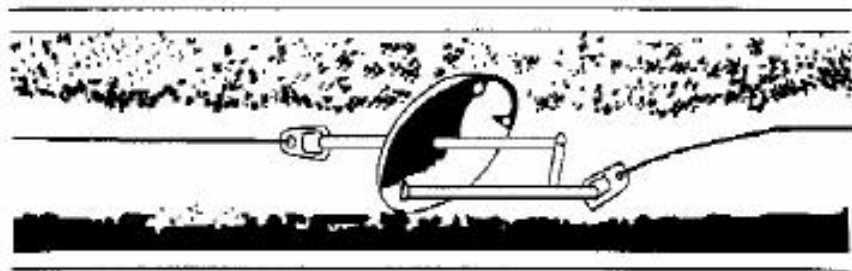


Figura 36 - Platillos dragadores

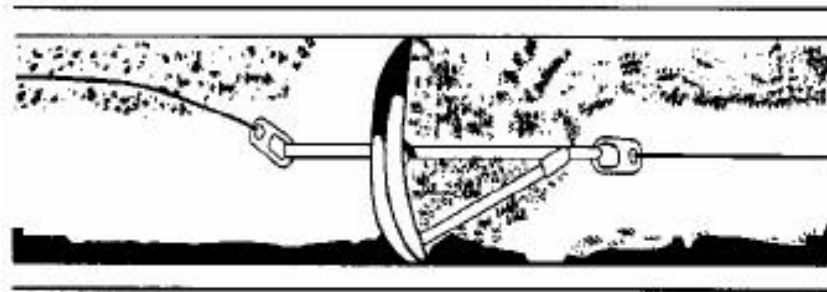


Figura 37 - Platillos dragadores

- e) En este proceso se recomienda hacer la limpieza por tramos cortos, según sea la cantidad de sedimento, para no tener que retirar cargas demasiado grandes.
- f) Sin embargo, cuando esto último llega a suceder existen equipos mecánicos como los de la figura 38, el cual está formado por dos dispositivos mecánicos que arrastran dentro de la tubería, una pala que va recolectando la basura y sedimento, la cual es extraída al final. Otros equipos de sondas y su correspondiente sistema de trabajo pueden verse en las figuras 39 y 40.

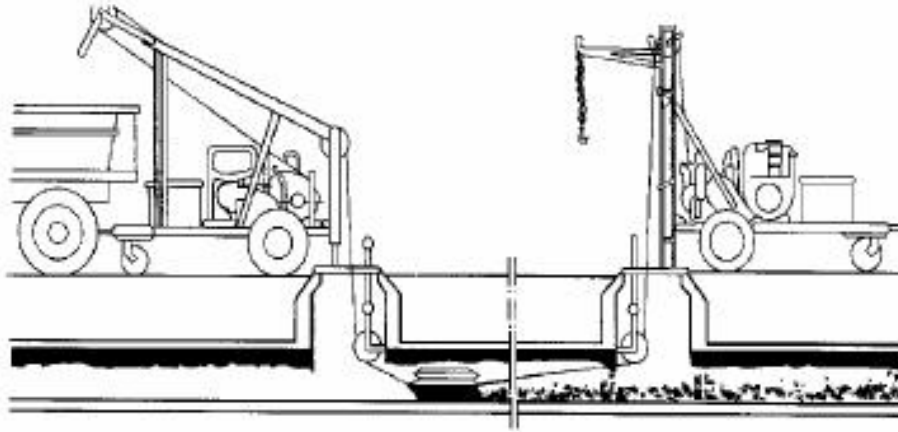


Figura 38 - Extracción de sedimentos en un tramo de tubería

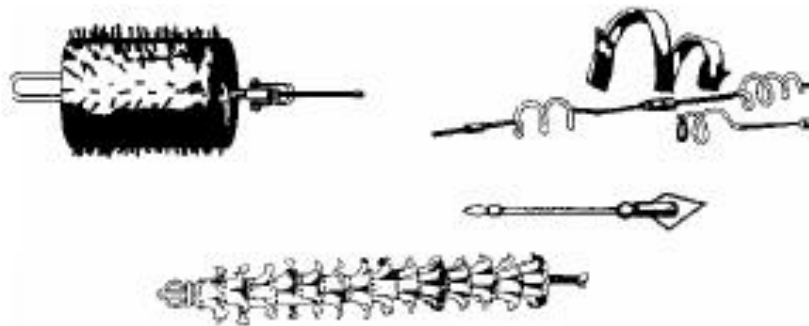


Figura 39 - Tipos de sondas

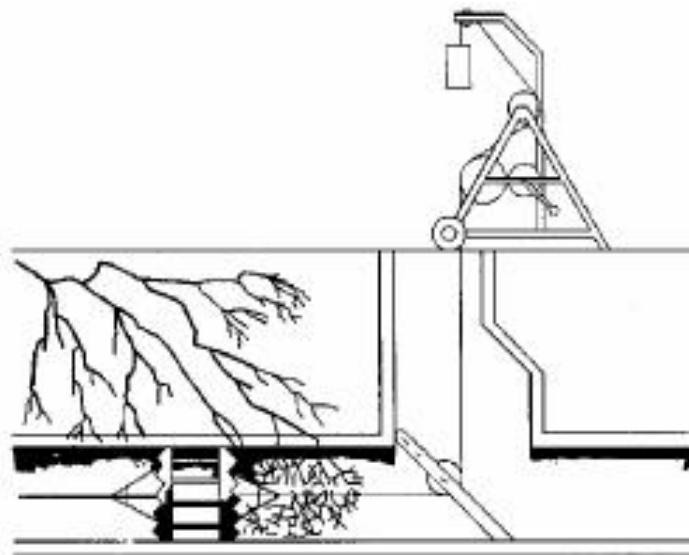


Figura 40 - Aparatos corta raíces

- g) Además, si la forma de conducción lo permite, pueden emplearse rastrillos, escobas de fibras metálicas y compuertas móviles en las que la presión del agua remansada actúa de motor y el estrechamiento regulable, situado aguas abajo, permite producir un chorro suficiente para provocar el arrastre de sedimento.

LIMPIEZA DE COLADERAS

- a) Si las coladeras están conectadas con el alcantarillado y no tienen cámaras de arena no es necesario limpiarlas; cuando se cuenta con cámara de arena es necesario revisarla en forma periódica y retirar la arena y esta acción puede hacerse en forma manual utilizando cucharas de varios tipos y añadiendo agua para la remoción de los sedimentos.
- b) Sin embargo, la tendencia actual es hacerlo con máquinas provistas de dispositivos de absorción, previa inyección de agua y mediante bombeo al vacío.
- c) Los aparatos modernos más usados para esta clase de operaciones son los camiones de operación con alto poder de succión, capaces de retirar adoquines y elementos similares en volumen y peso.
- d) En general, el material retirado de las alcantarillas deberá ser depositado en un lugar donde no provoque problemas o bien ser tratado para su deposición final.

SISTEMA DE CONTROL

- a) Para conocer el estado que guarda una tubería, en la cual no se puede hacer una inspección visual directa, se utilizan sistemas de televisión con circuito cerrado. De esta manera es posible realizar un diagnóstico acerca de la situación del alcantarillado.

11.3 CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

- a) Es difícil establecer lineamientos que indiquen cuando efectuar reparaciones en un sistema, ya que estas pueden ir desde la simple reposición de una tapa de pozo de visita, hasta la reconstrucción de un tramo de alcantarilla. En esta última situación el daño puede haber sido producido por un sismo, una avenida extraordinaria u algún otro evento.
- b) Para hacer la reparación de las tuberías rotas, es necesario levantar el pavimento para sustituir los tramos dañados y en el caso en que solo se tengan agrietamientos estos pueden ser reparados utilizando equipo especial que inyecte concreto o alguna resina en la zona dañada.

11.4 PROBLEMAS MÁS IMPORTANTES EN LA OPERACIÓN DE UN SISTEMA

Los problemas de mantenimiento de una red de alcantarillado pluvial son numerosos, describiendo a continuación los más importantes.

a) Problemas imputables a la red

- Corrosión en los elementos metálicos dentro de la red como son, por ejemplo, los equipos de bombeo, compuertas, peldaños de los pozos de registro, etc. La falla de estos últimos son la causa de accidentes graves para el personal que hace labores de inspección.
- Insuficiencia de la capacidad del colector o del alcantarillado. El funcionamiento a presión hace trabajar las juntas en condiciones superiores a las normales provocando fugas de agua hacia el exterior. A veces, llegan a provocar que las tapas salten de los registros, generando un serio problema. Igualmente si los conductos entran en carga se puede producir la rotura de bóvedas y dar origen a la formación de socavones bajo el pavimento.
- Los cierres hidráulicos originados en cambios de sección con disposición errónea, así como en la intersección de dos alcantarillas, generan sobreelevaciones de agua, aguas arriba y llegan a producir inundaciones.
- Erosiones en tramos de tuberías debido a que el flujo lleva una excesiva velocidad el agua, producida por una pendiente inadecuada.
- Sedimentaciones importantes, que obligan a realizar limpiezas más periódicas, debido al empleo de pendientes muy reducidas.
- Pérdida de agua por usar juntas inadecuadas.
- Filtración de agua exterior a través de juntas inadecuadas.

b) Causas externas

- Rotura de los conductos por la penetración de raíces.
- Rotura de los conductos por sobrecargas excesivas, mala colocación del conducto o paso de maquinaria o equipo muy pesado sobre ellas.
- Asentamientos provocados por otras construcciones próximas.
- Perforación por pilotajes o roturas producidas por excavaciones para otro tipo de obras.

- Utilización de pozos de registros como vertedores de residuos sólidos. Comúnmente con este tipo de acción, se generan obstrucciones y sedimentaciones y en consecuencia se disminuye la capacidad de los conductos.
- Acción sobre los colectores de otros servicios integrados en el subsuelo, como son, por ejemplo, los servicios de abastecimiento de agua potable, gas, electricidad, teléfono, etc., y que muchas veces llegan a cruzar los colectores disminuyendo su capacidad real.
- La interferencia de los colectores con tuberías de gas o cables de alta tensión constituyen un serio problema para el personal de la red de saneamiento, habiendo sido ello origen de importantes accidentes.
- Ataque exterior hacia la tubería por agresividad del terreno o existencia de corrientes.
- Ataque interior hacia los conductos por vertidos de ácidos, gases, productos corrosivos o diferentes elementos que por reacción se transforman en sustancias corrosivas a los conductos. Debe prestarse atención a las descargas de las industrias químicas, fotográficas, de recubrimiento metálico, garajes, estaciones de servicio, etc.
- Agresividad bacteriana sobre los hormigones, como es el caso de la formación de sulfuro de hidrógeno.
- Conexiones defectuosas, que muchas veces obstruyen la red de alcantarillado, disminuyendo la capacidad y por tanto impiden el desarrollo satisfactorio de un mantenimiento normal.

c) Acciones preventivas

La solución a los problemas anteriores está en la adopción de acciones como las siguientes:

- Control de la construcción de la red.
- Control de vertidos o descargas.
- Seguridad del personal.
- El control de vertidos quedara garantizado con la implantación y cumplimiento adecuado de un reglamento, el cual facilitara la operación de la red, la seguridad del personal, la garantía de funcionamiento correcto de la depuradora y la garantía de que se limpiará y se dará mantenimiento a toda la red.

- El problema de los vertidos industriales es muy grave, teniendo en cuenta sus efectos sobre el personal y considerando, por otro lado; que se trata de personal experimentado no fácil de sustituir.
- La seguridad del personal y la comodidad para realizar su trabajo son premisas imprescindibles en todo proyecto y funcionamiento de una red de saneamiento. No puede admitirse, como actualmente se hace, que el personal vaya sin caretas antigás, equipos especiales, etc.

11.5 ACCIONES PARA UNA OPERACIÓN EFICIENTE

Para que un sistema de alcantarillado funcione de manera eficiente se debe tomar en cuenta las acciones siguientes:

- a) Que la velocidad del flujo de las tuberías se encuentre dentro del rango de velocidad mínima y máxima permisibles.
- b) Que el sistema tenga un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a fin de mantener las tuberías libres de basura o roturas.
- c) Contar con políticas de operación para el gasto base.
- d) Contar con políticas de operación para un gasto mayor al diseño.
- e) Respetar las políticas de operación.

11.6 INFORME DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

11.6.1 ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Las necesidades de mantenimiento y operación variaran dependiendo del sistema utilizado y del tipo de maquinarias que se va utilizar. Un ejemplo de un programa de mantenimiento se propone a continuación:

MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO CONVENCIONAL		
Descripción		Precio (anual)
Semestral	Limpieza de tubería (con maquina)	10,000.00
Semestral	Limpieza de buzones (manual y maquina)	34,000.00
Trimestral	Inspección Visual de los buzones	13,800.00
Total anual		57,800.00

En cada año se estima que se va a gastar un promedio de **57,800.00** soles, que comprende:

- Se hará 2 veces la limpieza del alcantarilla donde se utilizara los camiones de limpieza de alcantarillado, donde se retirará el arenamiento y se descolmatará;
- Se hará limpieza de los buzones manualmente utilizando palas, escobilla y entre otros utensilios, además se utilizara los hidrojet para realizar una limpieza eficaz;
- Se hará una inspección visual cada trimestre de los buzones que contempla el proyecto.

2017	2018	2018	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00
2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00	57,800.00

11.6.2 ALCANTARILLADO AL VACIO

Las necesidades de mantenimiento y operación variaran dependiendo del sistema utilizado y del tipo de maquinarias que se va utilizar. Un ejemplo de un programa de mantenimiento se propone a continuación:

MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO AL VACIO		
Descripción: Cámara Colectora (Arqueta)		Precio (anual)
Semestral	Inspección visual de la cámara y su contenido	9,200.00
Anual	Limpieza de colector y depuración del respiradero	6,900.00
Total anual		16,100.00

MANTENIMIENTO y OPERACIÓN DEL ALCANTARILLADO AL VACIO		
Descripción: Estación al Vacío		Precio (anual)
40 veces al Año	Inspección visual; registro de las horas de funcionamiento de las bombas al vacío y de impulsión así como su consumo de energía	16,000.00
Anual	Consumo de Energía, incluye el petróleo para el generador en caso de corte de fluido eléctrico	10,000.00
Anual	Mantenimiento mecánico y eléctrico	11,970.00
Anual	Pintado de la Estación al Vacío	6,210.41
Total Anual		44180.41

En cada año se estima que se va a gastar un promedio de **60280.41 soles**, que comprende:

- Cámara colectora (arqueta)
 - o Semestralmente hacer una inspección visual de la cámara y su contenido.
 - o Anualmente hacer una limpieza de colector y depuración del respiradero. La depuración es una limpieza que no exista obstrucción del respiradero.
- Estación al vacío
 - o Cuarenta veces al año hacer una inspección visual, un registro de las horas de funcionamiento de las bombas al vacío y de impulsión, el consumo de energía de las bombas;
 - o Anual se considera el pago de consumo de energía de la estación al vacío, que además se incluye el petróleo para el generador en caso de corte del flujo eléctrico.
 - o Anualmente, hacer un mantenimiento mecánico y eléctrico de las bombas de vacío y de impulsión;
 - o Anualmente, pintar toda la infraestructura de la estación.

2017	2018	2018	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41

2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41	60280.41

CAPITULO XII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 12.1 El sistema de alcantarillado por vacío es una alternativa existente a los sistemas de gravedad y bombeo tradicionales, que ofrece grandes garantías en su funcionamiento. Por tratarse de un sistema controlado, a la vez que por su propia tecnología, es totalmente respetuoso con el medio ambiente, imposibilitando incluso vertidos en caso de rotura de la red de tuberías. Además, por su sistema totalmente estanco no permitirá nunca la salida de olores y gases tóxicos habituales en el alcantarillado convencional.
- 12.2 A nivel económico y de ejecución de obra, el sistema al vacío reduce considerablemente el movimiento de tierras y la obra civil. Es una solución ideal en zonas de nivel freático alto, rocosas, terrenos totalmente planos, zonas con contrapendiente, ecosistemas sensibles, zonas urbanizadas, puertos, polígonos industriales y en diferentes tipos de industria, entre otras aplicaciones
- 12.3 Con la ejecución del proyecto se beneficiarán, en el primer año a 398 habitantes de la calle Garote con la implementación de la red de alcantarillado.
- 12.4 La inversión a precios privados, incluyendo el IGV, de la alternativa convencional asciende a S/. **621,935.25** soles y la alternativa al vacío S/. **634,600.59** soles, la misma que representa un incremento de 2% respecto a la primera alternativa.

COMPONENTE	TOTAL (S/)
SISTEMA CONVENCIONAL	621,935.25
SISTEMA AL VACÍO	634,600.59
DIFERENCIA	12665.34
%	102%

- 12.5 La evaluación económica se ha realizado con el criterio Costo/efectividad, la cual nos indica que para la alternativa del alcantarillado al vacío se invertiría S/ **1,424.43** soles por beneficiario, en cambio con la alternativa convencional se invertiría **S/. 1,638.68** soles.

INDICADOR	ALTERNATIVA			
	CONVENCIONAL		AL VACIO	
	A PREC PRIVADO	A PREC SOCIAL	A PREC PRIVADO	A PREC SOCIAL
INVERSION (S/.)	621,935.25	493,729.98	634,600.59	444,029.47
VACT (S/.)	704,382.56	562,985.72	809,834.61	595,182.23
VAE (S/.)	77,162.63	61,673.10	88,714.53	65,200.12
Nº BENEFICIARIOS	591.00	591.00	591.00	591.00
C/E (S/. /hab)	1,424.43	1,138.49	1,637.68	1,203.60
T.C. (1 \$ US)	3.42	3.42	3.42	3.42
C/E (\$ US/hab)	416.50	332.89	478.85	351.93
LCS (\$ US/hab)	282.00	282.00	282.00	282.00

12.6 Con la ejecución del presente proyecto se evitará la contaminación de los cuerpos de agua y el suelo, evitando la incidencia de enfermedades de origen hídrico.

12.7 El costo de mantenimiento y operación del alcantarillado convencional se estima un total de S/. 57,800.00 soles anual, mientras que la alternativa al vacío, se tasa a S/. 60,280.41 soles anuales. Se observa un margen de incremento en 4.29% del monto de la alternativa 1(Alcantarillado Convencional)

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	TOTAL ANUAL(S/)
SISTEMA CONVENCIONAL	57,800.00
SISTEMA AL VACÍO	60,280.41
DIFERENCIA	2,480.41
%	4.29%

12.8 La evaluación en un período de 20 años, se estaría invirtiendo un total de S/. 1,156,00.00 soles en mantenimiento para la alternativa 1 y por la alternativa 2, S/. 1,205,608.20 soles en mantenimiento y operación. Concluimos que la diferencia no es un monto excesivo para una nueva opción tecnológica 100% ecológica, de fácil instalación e integración al sistema de redes.

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	TOTAL A 20 AÑOS(S/)
SISTEMA CONVENCIONAL	1,156,000.00
SISTEMA AL VACÍO	1,205,608.20
DIFERENCIA	49,608.20

CAPITULO XIII FUENTES DE INFORMACION

13.1 Referencias Bibliográficas

1. <https://prezi.com/gwe8to2mcmi1/historia-del-alcantarillado/>
2. El Alcantarillado Sanitario como modelo global de construcción de riesgo local. Joel Audefroy.
3. Crecimiento Urbano de Iquitos: Condicionamientos Estructurales en la Década del '70 y sus Perspectivas. IIAP.1994. Marta Rodríguez Achung
4. Sewer systems without dragging of solids: an alternative for Merida city, Yucatan, Mexico. Espadas Solís A. García Sosa, J. y Castillo Borges, E.
5. <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm>
6. Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado. OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR.OPS. Lima 2005
7. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
8. http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/060_Gu%C3%ADa_T%C3%A9cnica_Sistema_Condominial/Gu%C3%ADa_T%C3%A9cnica_Sistema_Condominial.pdf
9. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46711107>
10. <http://es.slideshare.net/AneuryGonzalez/sistemas-de-eliminacin-de-aguas-residuales>
11. <http://www.corodexelectromechanic.com/>
12. http://www.airvac.com/project_gallery.htm

ANEXOS

CUADRO DEL CALCULO HIDRAULICO PARA EL ALCANTARILLADO RESIDUAL

ZONA DE DRENAJE	N° DE BUZON		LONGITUD TRAMO	GASTO AGUAS ARRIBA	CONTRIBUCION TRAMO	GASTO AGUAS ABAJO	CAUDAL DE DISEÑO	COTA TERRENO		PENDIENTE TERRENO S_t m/m	PENDIENTE HIDRAULICA S_{min} m/m
	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO						AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO		
	8	9	m	lps	lps	lps	lps	msnm	msnm		
1	8	9	11	14	15	16	17	19	20	21	22
CB-01	1	2	14.53	0.00	0.04	0.04	1.50	99.595	99.750	0.01067	0.00456
	2	3	21.21	0.04	0.06	0.10	1.50	99.750	99.250	-0.02357	0.00456
	3	4	53.45	0.10	0.15	0.27	1.50	99.250	98.400	-0.01590	0.00456
	4	5	10.83	0.27	0.03	0.30	1.50	98.400	96.600	-0.16620	0.00456
	5	5A	10.00	0.30	0.03	0.45	1.50	96.600	95.290	-0.13100	0.00456
	5A	6	10.00	0.45	0.03	0.48	1.50	95.290	93.905	-0.13850	0.00456
	6	7	26.64	0.48	0.08	0.56	1.50	93.905	93.700	-0.00770	0.00456
	7	17	35.35	0.56	0.10	0.70	1.50	93.700	92.642	-0.02993	0.00456
	17	Bz Exist	13.27	0.70	0.04	0.77	1.50	92.642	92.916	0.02065	0.00456
	16	15	28.00	0.00	0.12	0.12	1.50	98.270	98.451	0.00646	0.00456
	15	15A	29.40	0.12	0.13	0.25	1.50	98.451	96.799	-0.05619	0.00456
	15A	15B	22.55	0.25	0.10	0.35	1.50	96.799	94.896	-0.08439	0.00456
	15B	13	13.95	0.35	0.06	0.41	1.50	94.896	93.872	-0.07341	0.00456
	13	11	13.95	0.41	0.06	0.47	1.50	93.872	93.700	-0.01233	0.00456
	11	9	1.05	0.41	0.00	0.42	1.50	93.872	93.500	-0.35429	0.00456
	9	8	1.05	0.47	0.00	0.48	1.50	93.700	95.700	1.90476	0.00456
	8	7	13.95	0.41	0.06	0.47	1.50	93.872	93.700	-0.01233	0.00456
	14	13	31.90	0.00	0.14	0.14	1.50	93.800	93.889	0.00279	0.00456
	12	11	29.90	0.00	0.13	0.13	1.50	93.800	93.731	-0.00231	0.00456
	10	9	28.00	0.00	0.12	0.12	1.50	98.280	98.380	0.00357	0.00456
			380.98		0.80						

COTA CLAVE TUBERIA		PROFUNDIDAD CLAVE TUBERIA		DIAMETRO TUBERIA		COTA DE FONDO		DESNIVEL	PENDIENTE	CONDICIONAL
AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	CALCULADA	COMERCIAL	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	COTAS FONDO	HIDRAULICA	DE
CS	CLL								$S_c = S_{\text{diseño}}$	PENDIENTE
msnm	msnm	m	m	mm	mm	msnm	msnm	m	m/m	HIDRAULICA
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	32-a
98.905	98.700	1.000	1.050	68.37	110	98.795	98.590	0.205	0.01411	CUMPLE
98.606	98.233	1.050	1.017	68.37	110	98.496	98.123	0.373	0.01759	CUMPLE
97.783	97.043	1.017	1.357	68.37	110	97.673	96.933	0.740	0.01384	CUMPLE
96.293	95.750	1.357	0.850	68.37	110	96.183	95.640	0.543	0.05014	CUMPLE
94.637	94.141	0.850	1.149	68.37	110	94.527	94.031	0.496	0.04960	CUMPLE
93.252	92.755	1.149	1.150	68.37	110	93.142	92.645	0.497	0.04970	CUMPLE
91.800	91.100	1.150	2.600	68.37	110	91.690	90.990	0.700	0.02628	CUMPLE
90.254	89.092	2.600	3.550	68.37	110	90.144	88.982	1.162	0.03287	CUMPLE
88.949	88.646	3.550	4.270	68.37	110	88.839	88.536	0.303	0.02280	CUMPLE
96.927	96.601	0.600	1.850	68.37	110	96.817	96.491	0.326	0.01164	CUMPLE
95.825	95.413	1.850	1.386	68.37	110	95.715	95.303	0.412	0.01401	CUMPLE
94.413	94.080	1.386	0.816	68.37	110	94.303	93.970	0.333	0.01477	CUMPLE
93.180	92.922	0.816	0.950	68.37	110	93.070	92.812	0.258	0.01849	CUMPLE
92.722	92.600	0.950	1.100	68.37	110	92.612	92.490	0.122	0.00875	CUMPLE
92.550	92.450	0.950	1.050	68.37	110	92.440	92.340	0.100	0.09524	CUMPLE
91.762	91.667	1.100	4.033	68.37	110	91.652	91.557	0.095	0.09048	CUMPLE
91.667	91.152	0.950	2.548	68.37	110	91.557	91.042	0.515	0.03692	CUMPLE
93.200	93.055	0.600	0.834	68.37	110	93.090	92.945	0.145	0.00456	CUMPLE
93.200	93.064	0.600	0.667	68.37	110	93.090	92.954	0.136	0.00456	CUMPLE
97.680	97.552	0.600	0.828	68.37	110	97.570	97.442	0.128	0.00456	CUMPLE

DIAMETRO TUBERIA REGLAM.		CAUDAL tubo lleno Q_o lps 35	VELOCIDAD V_o mps 36	Q/Q_o 37	V/V_o 38	V mps 39	Y/D 40	Y mm 41	CRITERIO HIDRAULICO		Altura Tirante Y m 44
Interior mm 33	Exterior mm 34								Y/D max 0.75 42	Y/D min 0.20 43	
99	110	5.97	0.78	0.25111	0.8302	0.64	0.34	37.40	OK		0.0374
99	110	6.67	0.87	0.22490	0.8038	0.70	0.32	35.20	OK		0.0352
99	110	5.92	0.77	0.25355	0.8302	0.64	0.34	37.40	OK		0.0374
99	110	11.26	1.46	0.13321	0.6844	1.00	0.24	26.40	OK		0.0264
99	110	11.20	1.45	0.13393	0.6844	1.00	0.24	26.40	OK		0.0264
99	110	11.21	1.46	0.13380	0.6844	1.00	0.24	26.40	OK		0.0264
99	110	8.15	1.06	0.18400	0.7618	0.81	0.29	31.90	OK		0.0319
99	110	9.12	1.18	0.16452	0.7320	0.87	0.27	29.70	OK		0.0297
99	110	7.59	0.99	0.19754	0.7761	0.77	0.30	33.00	OK		0.033
99	110	5.43	0.70	0.27647	0.8430	0.59	0.35	38.50	OK		0.0385
99	110	5.95	0.77	0.25200	0.8302	0.64	0.34	37.40	OK		0.0374
99	110	6.11	0.79	0.24543	0.8172	0.65	0.33	36.30	OK		0.0363
99	110	6.84	0.89	0.21936	0.7902	0.70	0.31	34.10	OK		0.0341
99	110	4.70	0.61	0.31887	0.8794	0.54	0.38	41.80	OK		0.0418
99	110	15.52	2.02	0.09665	0.6331	1.28	0.21	23.10	OK		0.0231
99	110	15.13	1.97	0.09916	0.6331	1.24	0.21	23.10	OK		0.0231
99	110	9.66	1.26	0.15524	0.7165	0.90	0.26	28.60	OK		0.0286
99	110	3.40	0.44	0.44171	0.9640	0.43	0.46	50.60	OK		0.0506
99	110	3.40	0.44	0.44171	0.9640	0.43	0.46	50.60	OK		0.0506
99	110	3.40	0.44	0.44171	0.9640	0.43	0.46	50.60	OK		0.0506

Alpha	Area	Perimetro Mojado	Espejo de Agua	Radio Hidraulico	Velocidad de Flujo	Velocidad Critica	CONDICIONAL DE VELOCIDAD	Caudal	Caudal tubo lleno	Numero de Froude
α	A	P_M	T	R_H	V_f	V_c	FINAL $V_f < V_c$	Q	Q_o	F
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
142.67	0.0023	0.1233	0.0600	0.0187	0.6443	2.5714	OK	0.0015	0.0059	1.0491
137.80	0.0026	0.1323	0.0739	0.0198	0.7472	2.6456	OK	0.0020	0.0087	1.2664
142.67	0.0028	0.1370	0.0667	0.0208	0.6845	2.7105	OK	0.0020	0.0077	1.0574
117.34	0.0018	0.1126	0.0977	0.0156	1.0741	2.3450	OK	0.0019	0.0141	2.5597
117.34	0.0018	0.1126	0.0977	0.0156	1.0683	2.3450	OK	0.0019	0.0140	2.5458
117.34	0.0018	0.1126	0.0977	0.0156	1.0693	2.3450	OK	0.0019	0.0140	2.5484
130.33	0.0023	0.1251	0.0839	0.0183	0.8655	2.5411	OK	0.0020	0.0108	1.6730
125.23	0.0021	0.1202	0.0899	0.0172	0.9301	2.4662	OK	0.0019	0.0117	1.9563
132.84	0.0024	0.1275	0.0807	0.0188	0.8213	2.5769	OK	0.0020	0.0100	1.5208

145.08	0.0030	0.1393	0.0630	0.0213	0.6374	2.7417	OK	0.0019	0.0068	0.9379
142.67	0.0028	0.1370	0.0667	0.0208	0.6887	2.7105	OK	0.0020	0.0078	1.0639
140.25	0.0027	0.1346	0.0703	0.0203	0.6960	2.6785	OK	0.0019	0.0078	1.1270
135.33	0.0025	0.1299	0.0773	0.0193	0.7530	2.6118	OK	0.0019	0.0086	1.3346
152.23	0.0033	0.1461	0.0513	0.0227	0.5765	2.8299	OK	0.0019	0.0060	0.7239
109.10	0.0015	0.1047	0.1039	0.0139	1.3693	2.2118	OK	0.0020	0.0206	3.7005
109.10	0.0015	0.1047	0.1039	0.0139	1.3346	2.2118	OK	0.0019	0.0195	3.6068
122.63	0.0020	0.1177	0.0926	0.0167	0.9649	2.4270	OK	0.0019	0.0122	2.1161

170.82	0.0043	0.1640	0.0175	0.0260	0.4562	3.0319	OK	0.0019	0.0044	0.2953

170.82	0.0043	0.1640	0.0175	0.0260	0.4562	3.0319	OK	0.0019	0.0044	0.2953

170.82	0.0043	0.1640	0.0175	0.0260	0.4562	3.0319	OK	0.0019	0.0044	0.2953

Tipo de Regimen	Numero de Reynolds	Fuerza Tractiva F.T. Kg/m2	Fuerza Tractiva minima Kg/m2	Fuerza Total KN	CONDICIONAL DE FUERZA TRACTIVA	DIAMETRO Exterior plg	TIPO DE TUBERIA		
56	57	58	59	60	61				
SUPERCRITICO	72,023.44	0.264	0.102	0.000958	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	83,524.35	0.349	0.102	0.00146355	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	76,521.49	0.288	0.102	0.00133505	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	120,067.45	0.781	0.102	0.00202322	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	119,419.14	0.772	0.102	0.00200143	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	119,539.47	0.774	0.102	0.00200547	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	96,749.04	0.481	0.102	0.00171338	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	103,969.08	0.566	0.102	0.0017907	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	91,815.12	0.429	0.102	0.00161753	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT

SUBCRITICO	71,252.59	0.248	0.102	0.00120427	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	76,990.02	0.291	0.102	0.00135145	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	77,808.91	0.300	0.102	0.00132502	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	84,176.45	0.357	0.102	0.00142276	CUMPLE	4	W-Reten		NOVAFORT
SUBCRITICO	64,443.81	0.198	0.102	0.00110124	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	153,069.03	1.319	0.102	0.00272004	CUMPLE	4	W-Reten		NOVAFORT
SUPERCRITICO	149,194.88	1.253	0.102	0.00258409	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT
SUPERCRITICO	107,861.40	0.616	0.102	0.00182786	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT

SUBCRITICO	51,000.46	0.119	0.102	0.00088837	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT

SUBCRITICO	51,000.46	0.119	0.102	0.00088837	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT

SUBCRITICO	51,000.46	0.119	0.102	0.00088837	CUMPLE	4	W-Reten	o	NOVAFORT

Cuadro N° 03
PROYECCION DE LA DEMANDA DE ALCANTARILLADO DE LA CALLE GAROTE

AÑO	POBLACION TOTAL	%	POBLACION CON AGUA. POT.	COBERTURA ALCANTARILL. ADO(%)	POBL. SERVIDA CON ALCANTARIL LADO	N° CONEXIONES DE ALCANTARILLADO					TOTAL	CAUDAL MEDIO AGUA POT.	CAUDAL PROD. AGUA POT.	CAUDAL DESAGUE					CAUDAL DESAGUE				
						DOMESTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL	SOCIAL	CNX ALCAN.	lt/s	lt/s	DOMESTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL	SOCIAL	Caudal Medio	Caudal Maximo diario 1.3	Caudal Maximo Horario 2	m3/d (16)	m3/año (17)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s
0	390	35.12%	137	23.62%	92	15	0	0	1	1	17	1.45	2.64						0.00			0.00	0.00
1	398	80.00%	318	98.00%	390	74	1	0	2	1	78	0.45	0.78	0.42	0.01	0.00	0.02	0.01	0.45	0.58	0.89	38.51	14,054.83
2	407	81.00%	330	98.11%	399	76	1	0	2	1	80	0.47	0.79	0.43	0.01	0.00	0.02	0.01	0.45	0.59	0.91	39.31	14,347.78
3	415	82.00%	340	98.21%	408	78	1	0	2	1	82	0.48	0.80	0.44	0.01	0.00	0.02	0.01	0.46	0.60	0.93	40.02	14,607.13
4	424	83.00%	352	98.32%	417	79	1	0	2	1	83	0.49	0.81	0.45	0.01	0.00	0.02	0.01	0.47	0.61	0.95	40.83	14,902.54
5	433	84.00%	364	98.42%	426	81	1	0	2	1	85	0.51	0.83	0.45	0.01	0.00	0.02	0.01	0.48	0.63	0.96	41.60	15,183.47
6	442	85.00%	376	98.53%	435	83	1	0	2	1	87	0.53	0.84	0.46	0.01	0.00	0.02	0.01	0.49	0.64	0.98	42.42	15,481.61
7	451	86.00%	388	98.63%	445	85	1	0	2	1	89	0.55	0.86	0.47	0.01	0.00	0.02	0.01	0.50	0.65	1.00	43.20	15,766.59
8	461	87.00%	401	98.74%	455	87	1	0	2	1	91	0.56	0.87	0.48	0.01	0.00	0.02	0.01	0.51	0.66	1.02	44.11	16,101.73
9	470	88.00%	414	98.84%	465	89	1	0	2	1	93	0.58	0.88	0.49	0.01	0.00	0.02	0.01	0.52	0.68	1.04	44.90	16,390.20
10	480	89.00%	427	98.95%	475	91	1	0	2	1	95	0.59	0.89	0.50	0.01	0.00	0.02	0.01	0.53	0.69	1.06	45.83	16,727.44
11	490	90.00%	441	99.05%	485	93	1	0	2	1	97	0.61	0.91	0.51	0.01	0.00	0.02	0.01	0.54	0.70	1.08	46.72	17,053.49
12	500	91.00%	455	99.16%	496	95	1	0	2	1	99	0.63	0.93	0.52	0.01	0.00	0.02	0.01	0.55	0.72	1.10	47.62	17,381.21
13	511	92.00%	470	99.26%	507	97	1	0	2	1	101	0.65	0.94	0.54	0.01	0.00	0.02	0.01	0.56	0.73	1.13	48.62	17,744.92
14	522	93.00%	485	99.37%	519	100	1	0	2	1	104	0.67	0.95	0.55	0.01	0.00	0.02	0.01	0.57	0.74	1.15	49.50	18,068.05
15	533	94.00%	501	99.47%	530	102	1	0	2	1	106	0.69	0.97	0.56	0.01	0.00	0.02	0.01	0.58	0.76	1.17	50.51	18,434.95
16	544	95.00%	517	99.58%	542	104	1	0	2	1	108	0.71	0.98	0.57	0.01	0.00	0.02	0.01	0.60	0.78	1.19	51.52	18,803.14
17	555	96.00%	533	99.68%	553	107	1	0	2	1	111	0.73	1.01	0.58	0.01	0.00	0.02	0.01	0.61	0.79	1.22	52.50	19,163.83
18	567	97.00%	550	99.79%	566	109	1	0	2	1	113	0.75	1.02	0.59	0.01	0.00	0.02	0.01	0.62	0.81	1.24	53.50	19,528.65
19	579	98.00%	567	99.89%	578	112	1	0	2	1	116	0.77	1.03	0.60	0.01	0.00	0.02	0.01	0.63	0.82	1.26	54.62	19,935.15
20	591	99.00%	585	100.00%	591	114	1	0	2	1	118	0.79	1.05	0.62	0.01	0.00	0.02	0.01	0.64	0.84	1.29	55.60	20,295.73

Nota:
(4) = (3) x (2)
(5) = (4) / densidad por lote
(6) = 80% del consumo total de agua (cuadro de la demanda de agua)
(7) = (6)*365/1000

VALORES PROPORCIONALES ENTRE UNA TUBERIA PARCIALMENTE LLENA A LLENA

OBTENIDOS DE LA FORMULA DE MANNING.

Qr / Qo	Y / D	Vr / Vo	θ (radianes)	θ (grados)	$\frac{A}{D^3}$	$\frac{P}{D}$	$\frac{R}{D}$
0.0002	0.0100	0.0890	0.4007	22.9567	0.0013	0.2003	0.0066
0.0007	0.0200	0.1408	0.5676	32.5204	0.0037	0.2838	0.0132
0.0016	0.0300	0.1839	0.6963	39.8969	0.0069	0.3482	0.0197
0.0030	0.0400	0.2221	0.8054	46.1478	0.0105	0.4027	0.0262
0.0048	0.0500	0.2569	0.9021	51.6839	0.0147	0.4510	0.0326
0.0071	0.0600	0.2892	0.9899	56.7153	0.0192	0.4949	0.0389
0.0098	0.0700	0.3194	1.0711	61.3668	0.0242	0.5355	0.0451
0.0130	0.0800	0.3480	1.1470	65.7198	0.0294	0.5735	0.0513
0.0167	0.0900	0.3752	1.2188	69.8304	0.0350	0.6094	0.0574
0.0209	0.1000	0.4012	1.2870	73.7398	0.0409	0.6435	0.0635
0.0255	0.1100	0.4260	1.3523	77.4788	0.0470	0.6761	0.0695
0.0306	0.1200	0.4500	1.4150	81.0716	0.0534	0.7075	0.0754
0.0361	0.1300	0.4730	1.4755	84.5372	0.0600	0.7377	0.0813
0.0421	0.1400	0.4953	1.5340	87.8910	0.0668	0.7670	0.0871
0.0486	0.1500	0.5168	1.5908	91.1460	0.0739	0.7954	0.0929
0.0555	0.1600	0.5376	1.6461	94.3127	0.0811	0.8230	0.0986
0.0629	0.1700	0.5578	1.7000	97.4003	0.0885	0.8500	0.1042
0.0707	0.1800	0.5775	1.7526	100.4164	0.0961	0.8763	0.1097
0.0789	0.1900	0.5965	1.8041	103.3677	0.1039	0.9020	0.1152
0.0876	0.2000	0.6151	1.8546	106.2602	0.1118	0.9273	0.1206
0.0966	0.2100	0.6331	1.9041	109.0989	0.1199	0.9521	0.1259
0.1061	0.2200	0.6507	1.9528	111.8884	0.1281	0.9764	0.1312
0.1160	0.2300	0.6678	2.0007	114.6327	0.1365	1.0003	0.1364
0.1263	0.2400	0.6844	2.0479	117.3355	0.1449	1.0239	0.1416
0.1370	0.2500	0.7007	2.0944	120.0000	0.1535	1.0472	0.1466
0.1480	0.2600	0.7165	2.1403	122.6292	0.1623	1.0701	0.1516
0.1595	0.2700	0.7320	2.1856	125.2258	0.1711	1.0928	0.1566
0.1712	0.2800	0.7471	2.2304	127.7922	0.1800	1.1152	0.1614
0.1834	0.2900	0.7618	2.2747	130.3308	0.1890	1.1373	0.1662
0.1958	0.3000	0.7761	2.3186	132.8436	0.1982	1.1593	0.1709
0.2086	0.3100	0.7902	2.3620	135.3326	0.2074	1.1810	0.1755
0.2218	0.3200	0.8038	2.4051	137.7996	0.2167	1.2025	0.1801
0.2352	0.3300	0.8172	2.4478	140.2463	0.2260	1.2239	0.1848
0.2489	0.3400	0.8302	2.4901	142.6742	0.2355	1.2451	0.1891
0.2629	0.3500	0.8430	2.5322	145.0848	0.2450	1.2661	0.1935
0.2772	0.3600	0.8554	2.5740	147.4796	0.2546	1.2870	0.1978
0.2918	0.3700	0.8675	2.6155	149.8599	0.2642	1.3078	0.2020
0.3066	0.3800	0.8794	2.6569	152.2269	0.2739	1.3284	0.2061
0.3217	0.3900	0.8909	2.6980	154.5819	0.2836	1.3490	0.2102
0.3370	0.4000	0.9022	2.7389	156.9261	0.2934	1.3694	0.2142
0.3525	0.4100	0.9132	2.7796	159.2605	0.3032	1.3898	0.2181
0.3682	0.4200	0.9239	2.8202	161.5862	0.3130	1.4101	0.2220
0.3842	0.4300	0.9343	2.8607	163.9043	0.3229	1.4303	0.2257
0.4003	0.4400	0.9445	2.9010	166.2158	0.3328	1.4505	0.2294
0.4165	0.4500	0.9544	2.9413	168.5217	0.3428	1.4706	0.2331
0.4330	0.4600	0.9640	2.9814	170.8229	0.3527	1.4907	0.2366
0.4495	0.4700	0.9734	3.0215	173.1204	0.3627	1.5108	0.2400

0.4662	0.4800	0.9825	3.0616	175.4151	0.3727	1.5308	0.2434
0.4831	0.4900	0.9914	3.1016	177.7080	0.3827	1.5508	0.2467
0.5000	0.5000	1.0000	3.1416	180.0000	0.3927	1.5708	0.2500
0.5170	0.5100	1.0084	3.1816	182.2920	0.4027	1.5908	0.2531
0.5341	0.5200	1.0165	3.2216	184.5849	0.4127	1.6108	0.2561
0.5513	0.5300	1.0243	3.2617	186.8796	0.4227	1.6308	0.2591
0.5685	0.5400	1.0319	3.3018	189.1771	0.4327	1.6509	0.2620
0.5857	0.5500	1.0393	3.3419	191.4783	0.4426	1.6710	0.2649
0.6030	0.5600	1.0464	3.3822	193.7842	0.4526	1.6911	0.2676
0.6202	0.5700	1.0533	3.4225	196.0957	0.4625	1.7113	0.2703
0.6375	0.5800	1.0599	3.4630	198.4138	0.4723	1.7315	0.2728
0.6547	0.5900	1.0663	3.5036	200.7395	0.4822	1.7518	0.2753
0.6718	0.6000	1.0724	3.5443	203.0739	0.4920	1.7722	0.2776
0.6889	0.6100	1.0783	3.5852	205.4181	0.5018	1.7926	0.2797
0.7060	0.6200	1.0839	3.6263	207.7731	0.5115	1.8132	0.2818
0.7229	0.6300	1.0893	3.6676	210.1401	0.5212	1.8338	0.2839
0.7397	0.6400	1.0944	3.7092	212.5204	0.5308	1.8546	0.2860
0.7564	0.6500	1.0993	3.7510	214.9152	0.5404	1.8755	0.2881
0.7729	0.6600	1.1039	3.7931	217.3258	0.5499	1.8965	0.2899
0.7893	0.6700	1.1083	3.8354	219.7537	0.5594	1.9177	0.2917
0.8055	0.6800	1.1124	3.8781	222.2004	0.5687	1.9391	0.2935
0.8215	0.6900	1.1162	3.9212	224.6674	0.5780	1.9606	0.2950
0.8372	0.7000	1.1198	3.9646	227.1564	0.5872	1.9823	0.2962
0.8527	0.7100	1.1231	4.0085	229.6692	0.5964	2.0042	0.2973
0.8680	0.7200	1.1261	4.0528	232.2078	0.6054	2.0264	0.2984
0.8829	0.7300	1.1288	4.0976	234.7742	0.6143	2.0488	0.2995
0.8976	0.7400	1.1313	4.1429	237.3708	0.6231	2.0714	0.3006
0.9119	0.7500	1.1335	4.1888	240.0000	0.6318	2.0944	0.3017
0.9258	0.7600	1.1353	4.2353	242.6645	0.6404	2.1176	0.3025
0.9394	0.7700	1.1369	4.2825	245.3673	0.6489	2.1412	0.3032
0.9525	0.7800	1.1382	4.3304	248.1116	0.6573	2.1652	0.3037
0.9652	0.7900	1.1391	4.3791	250.9011	0.6655	2.1895	0.3040
0.9775	0.8000	1.1397	4.4286	253.7398	0.6736	2.2143	0.3042
0.9892	0.8100	1.1400	4.4791	256.6323	0.6815	2.2395	0.3044
1.0004	0.8200	1.1399	4.5306	259.5836	0.6893	2.2653	0.3043
1.0110	0.8300	1.1395	4.5832	262.5997	0.6969	2.2916	0.3041
1.0211	0.8400	1.1387	4.6371	265.6873	0.7043	2.3186	0.3038
1.0304	0.8500	1.1374	4.6924	268.8540	0.7115	2.3462	0.3033
1.0391	0.8600	1.1358	4.7492	272.1090	0.7186	2.3746	0.3026
1.0471	0.8700	1.1337	4.8077	275.4628	0.7254	2.4038	0.3017
1.0542	0.8800	1.1311	4.8682	278.9284	0.7320	2.4341	0.3008
1.0605	0.8900	1.1280	4.9309	282.5212	0.7384	2.4655	0.2996
1.0658	0.9000	1.1243	4.9962	286.2602	0.7445	2.4981	0.2980
1.0701	0.9100	1.1200	5.0644	290.1696	0.7504	2.5322	0.2963
1.0733	0.9200	1.1151	5.1362	294.2802	0.7560	2.5681	0.2944
1.0752	0.9300	1.1093	5.2121	298.6332	0.7642	2.6061	0.2922
1.0757	0.9400	1.1027	5.2933	303.2847	0.7662	2.6467	0.2896
1.0745	0.9500	1.0950	5.3811	308.3161	0.7707	2.6906	0.2864
1.0714	0.9600	1.0859	5.4778	313.8522	0.7749	2.7389	0.2830
1.0657	0.9700	1.0751	5.5869	320.1031	0.7785	2.7934	0.2787
1.0567	0.9800	1.0618	5.7156	327.4796	0.7816	2.8578	0.2735
1.0420	0.9900	1.0437	5.8825	337.0433	0.7841	2.9412	0.2665
1.0000	1.0000	1.0000	6.2832	360.0000	0.7854	3.1416	0.2500

Diámetro Externo mm	Diámetro Interno mm	Diámetro Nominal		Rigidez		Bd m	n	Long efec (m)	Norma	Nombre
				psi	Kg/m2					
107.10	100.70	4	pulgadas	46.00	32348.80	0.51	0.009		NTC-1748	W-Reten
159.40	151.60	6	pulgadas	28.00	19690.58	0.56	0.009		NTC-1748	W-Reten
213.40	203.20	8	pulgadas	28.00	19690.58	0.61	0.009		NTC-1748	W-Reten
266.70	253.90	10	pulgadas	28.00	19690.58	0.67	0.009		NTC-1748	W-Reten
317.50	302.30	12	pulgadas	28.00	19690.58	0.72	0.009		NTC-1748	W-Reten
625.10	595.12	24	pulgadas	10.00	7032.35	1.05	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
711.84	671.01	27	pulgadas	10.00	7032.35	1.15	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
788.50	747.01	30	pulgadas	10.00	7032.35	1.20	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
864.71	823.09	33	pulgadas	10.00	7032.35	1.26	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
947.70	899.03	36	pulgadas	10.00	7032.35	1.35	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
1027.30	974.98	39	pulgadas	10.00	7032.35	1.46	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
1103.51	1050.93	42	pulgadas	10.00	7032.35	1.50	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
1179.70	1127.00	45	pulgadas	10.00	7032.35	1.78	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
1270.50	1202.94	48	pulgadas	10.00	7032.35	1.87	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
1362.68	1295.00	51	pulgadas	10.00	7032.35	1.96	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
1422.90	1355.09	54	pulgadas	10.00	7032.35	2.02	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
1575.30	1507.24	60	pulgadas	8.00	5625.88	2.18	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
110	99.00	4	pulgadas	57.00	40084.39	0.50	0.009	5.92	NTC-3722-1	NOVAFORT
160	145.00	6	pulgadas	57.00	40084.39	0.60	0.009	5.91	NTC-3722-1	NOVAFORT
200	182.00	8	pulgadas	57.00	40084.39	0.60	0.009	5.91	NTC-3722-1	NOVAFORT
250	227.00	10	pulgadas	57.00	40084.39	0.65	0.009	5.88	NTC-3722-1	NOVAFORT
315	284.00	12	pulgadas	57.00	40084.39	0.75	0.009	5.88	NTC-3722-1	NOVAFORT
400	362.00	16	pulgadas	57.00	40084.39	0.80	0.009	5.85	NTC-3722-1	NOVAFORT
450	407.00	18	pulgadas	57.00	40084.39	0.85	0.009	5.79	NTC-3722-1	NOVAFORT
500	452.00	20	pulgadas	57.00	40084.39	0.90	0.009	5.76	NTC-3722-1	NOVAFORT

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA O IMPERMEABILIDAD				
	Descripción	<u>min</u>	<u>max</u>	<u>C</u>
1	Techos	0.90	0.90	0.90
2	Comercial o Industrial	0.90	0.90	0.90
3	Residencial con casas contiguas, predominio de zonas impermeables	0.75	0.75	0.75
4	Residencial multifamiliar con bloques contiguos y zonas impermeables	0.75	0.75	0.75
5	Residencial unifamiliar con casas contiguas, predominio de jardines	0.55	0.55	0.55
6	Residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliar apreciablemente separados	0.45	0.45	0.45
7	Residencial con predominio de zonas verdes, cementerios tipo jardín	0.30	0.30	0.30
8	Laderas desprotegidas de vegetación	0.60	0.60	0.60
9	Laderas protegidas de vegetación	0.30	0.30	0.30

MODULO DE REACCION DEL SUELO E' PSI					
Tipo de suelo		Grado de compactación			
		Lanzado	Baja<85% proctor,<40% densidad rel.	Moderada 85%- 95% proctor,40- 70% densidad rel	Alta>95%,70% densidad rel.
			1	2	3
Roca Partida	1	1,000	3,000	3,000	3,000
GW, GP, SW, SP suelos gruesos con menos del 12% finos	2	200	1,000	2,000	3,000
CL,ML-CL,ML, LL <50%, suelos finos de mediana a cero plasticidad, más del 25% partículas gruesas. GM, GC, SM, SC suelos gruesos con más del 12% de finos	3	100	400	1,000	2,000
CL,ML-CL,ML, LL <50%, suelos finos de mediana a cero plasticidad, menos del 25% partículas gruesas	4	50	200	400	1,000
Exactitud		+2	+2	+1	+0.5

Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial	
Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s/Ha)
Bajo y medio	0.20
Medio alto y alto	0.10

Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial	
Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s/Ha)
Bajo y medio	2.00
Medio alto y alto	2.00

Aportes por infiltración	
$A \leq 40.5 \text{ ha}$	$\text{=====} > 0.1 \text{ [l/s/ha]}$
$40.5 \text{ ha} < A < 5000 \text{ ha}$	$\text{=====} > \frac{(101.42356 - 0.3 \log A)}{86.4} \text{ [l/s/ha]}$
$A \geq 5000 \text{ ha}$	$\text{=====} > 0.024 \text{ [l/s/ha]}$

D (mm)	R/I = D/4 (m)	SECCIÓN LLENA		h/D = 0,94		h/D = 0,7		h/D = 0,5		h/D = 0,39		Pendiente necesaria (m/km)	Pendiente necesaria para remover φ=0,2 mm (m/km)	Pendiente necesaria para remover φ=0,15 mm (m/Km)
		τ (kg/m ²)	φ (mm)	τ (kg/m ²)	φ (mm)	τ (kg/m ²)	φ (mm)	τ (kg/m ²)	φ (mm)	τ (kg/m ²)	φ (mm)			
150	0.038	0.154	0.233	0.178	0.270	0.183	0.277	0.150	0.227	0.128	0.194	4.06	4.06	3.17
200	0.050	0.140	0.212	0.163	0.247	0.167	0.253	0.140	0.212	0.116	0.176	2.76	3.04	2.38
250	0.063	0.130	0.197	0.152	0.230	0.155	0.235	0.130	0.197	0.108	0.164	2.06	2.44	1.9
300	0.075	0.122	0.185	0.142	0.215	0.146	0.221	0.120	0.182	0.102	0.154	1.65	2.03	1.59
350	0.088	0.116	0.176	0.135	0.205	0.138	0.209	0.115	0.174	0.096	0.145	1.3	1.74	1.36
400	0.100	0.111	0.168	0.129	0.195	0.132	0.200	0.110	0.167	0.092	0.139	1.09	1.52	1.19
500	0.125	0.103	0.156	0.120	0.182	0.123	0.186	0.103	0.156	0.085	0.129	0.81	1.22	0.95
600	0.150	0.097	0.147	0.113	0.171	0.116	0.176	0.096	0.145	0.080	0.121	0.63	1.01	0.79
700	0.175	0.093	0.141	0.107	0.162	0.110	0.167	0.092	0.139	0.076	0.115	0.51	0.87	0.68
800	0.200	0.088	0.133	0.103	0.156	0.105	0.159	0.088	0.133	0.073	0.111	0.43	0.76	0.59
900	0.225	0.085	0.129	0.099	0.149	0.101	0.153	0.085	0.129	0.070	0.106	0.37	0.68	0.53
1000	0.250	0.082	0.124	0.095	0.144	0.098	0.148	0.082	0.124	0.068	0.103	0.32	0.61	0.47
1100	0.275	0.079	0.120	0.093	0.140	0.095	0.144	0.079	0.120	0.066	0.100	0.29	0.55	0.43

RESOLUCION DE DOS PUNTOS: Calculo hidráulico para el alcantarillado residual

BUZON 1 – 2

DATOS:

LONGITUD = 14.53 m

GASTOS (aguas arriba) = 0.00 lps

CONTRIBUCION (tramo) = $14.53 \times 0.002819 = 0.04$ lps

GASTOS (aguas abajo) = GASTOS (aguas arriba) + CONTRIBUCION
 $= 0.00 + 0.04 = 0.04$ lps

CAUDAL DE DISEÑO:

Si: GASTOS (aguas arriba) > 1.5 OK

➤ En el caso que no pase el valor de 1.5, este valor se tomara como caudal de diseño.

COTAS DE TERRENO:

AGUAS ARRIBAS = 99.595 msnm

AGUAS ABAJO = 99.750 msnm

→ PENDIENTE DE TERRENO

$$St = \left(\frac{99.750 - 99.595}{14.53} \right) = 0.01067 \text{ m/m}$$

→ PENDIENTE HIDRAULICA

$$S_{min} = 0.0055 (1.50)^{-0.461} = 0.00456 \text{ m/m}$$

COTAS DE TUBERÍAS:

COTAS DE SALIDA = 98.905 msnm

COTAS DE LLEGADA = 98.700 msnm

PROFUNDIDAD CLAVE TUBERIA:

AGUAS ARRIBAS= 1.00 m

AGUAS ABAJO = $99.750 - 98.700 = 1.050$ m

DIAMETRO DE TUBERIA:

Calculada:

$$\left(\frac{\left(\frac{1.05}{1000} \right)}{(28.42(0.00456)^{0.5})} \right)^{\frac{3}{8}} \times 1000 = 68.37 \text{ mm}$$

OJO: Tubería comercial 110 mm

COTAS DE FONDO DE BUZON:

BUZON Nº 01 = 98.795 msnm

BUZON Nº 02 = 98.590 msnm

Desnivel: 98.795 – 98.590 = 0.205 m

PENDIENTE HIDRAULICA:

$$Sc = S \text{ diseño}$$

$$Sc = \frac{0.205}{14.53} = 0.01411 \text{ m/m}$$

RPTA:

CONDICION:

$$SI: Sc \geq S \text{ min} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\text{Entonces: } 0.01411 \geq 0.00456$$

Si cumple con la condición de pendiente hidráulica

DIAMETRO DE TUBERIA:

D. INTERIOR = 99 mm

D. EXTERIOR = 110 mm

CAUDAL A TUBO LLENO:

$$Q_o = \frac{3.1416}{\left(4000^{\frac{5}{3}}(0.013) \right)} \times 99^{\frac{8}{3}} \times 0.01411^{\frac{1}{2}} = 5.97 \text{ lps}$$

→ DATO: Coef. De rugosidad PVC = 0.013

VELOCIDAD:

$$V_o = \frac{1}{\left(4000^{\frac{2}{3}}(0.013) \right)} \times 99^{\frac{2}{3}} \times 0.01411^{\frac{1}{2}} = 0.78 \text{ mps}$$

$$\rightarrow \frac{Q_{\text{diseño}}}{Q_o} = \frac{1.50}{5.97} = 0.251$$

$$\rightarrow \frac{V_{\text{diseño}}}{V_o} = 0.8302$$

→ valor de la tabla de valores proporcionales entre una tubería parcialmente llena

$$\rightarrow \text{VELOCIDAD (V)} = \frac{V_{\text{diseño}}}{V_o} \times V_o = 0.8302 \times 0.78 = 0.64 \text{ mps}$$

TIRANTE / DIAMETRO

$$\frac{Y}{D} = 0.34$$

→ valor de la tabla de valores proporcionales entre una tubería parcialmente llena

$$Y = D \times 0.34 = 110 \times 0.34 = 37.40 \text{ mm}$$

CRITERIOS

$$\text{Si: } \frac{Y}{D} \text{ max} = 0.75$$

$$\text{Si: } \frac{Y}{D} \text{ min} = 0.20$$

RPTA:

$$\text{Si } \frac{Y}{D} = 0.34$$

El tirante / diámetro si cumple con la condición que exige el criterio hidráulico. En le cuadro se encuentra con un **OK**.

ALTURA DE TIRANTE:

$$Y = 0.0374 \text{ m}$$

ALFA:

$$A = 2 \cos^{-1} \left(1 - \left(2 \times \frac{0.0374}{\frac{110}{1000}} \right) \right) = 142.67^\circ$$

AREA:

$$A = \frac{\left(\frac{99}{1000} \right)^2}{2} \times \left(\left(\frac{142.67 \times 3.1416}{180} \right) - \sin \left(\frac{142.67 \times 3.1416}{180} \right) \right) = 0.002 \text{ m}^2$$

PERIMETRO MOJADO:

$$Pm = 3.1416 \left(\frac{99}{2} \right) x \left(\frac{142.67}{180} \right) = 0.123 \text{ m}$$

ESPEJO DE AGUA:

$$T = \left(\frac{99}{1000} \right) x \sin \left(\frac{142.67 * 3.1416}{180} \right) = 0.600 \text{ m}$$

RADIO HIDRAULICO:

$$Rh = \frac{A}{Pm} = \frac{0.0023}{0.1233} = 0.0187 \text{ m}$$

VELOCIDAD DE FLUJO:

$$Vf = \frac{1}{0.013} \left(Rh^{\frac{2}{3}} x \sqrt{Sc} \right) = \frac{1}{0.013} \left(0.0187^{\frac{2}{3}} x \sqrt{0.01411} \right) = 0.6443 \text{ mps}$$

VELOCIDAD CRITICA:

$$Vc = 6 (gRh)^{\frac{1}{2}} = 6 (9.81(0.0187))^{\frac{1}{2}} = 2.5714 \text{ mps}$$

RPTA:

CONDICION:

$$Vf < Vc \rightarrow \text{OK}$$

$$0.6443 < 2.5714 \rightarrow \text{OK}$$

Si cumple con la condición de la velocidad.

CAUDAL:

$$Q = A x Vf = 0.0023 x 0.6443 = 0.0015 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL TUBO LLENO:

$$Qo = \frac{Q}{\frac{Q}{Qo}} = \frac{0.0015}{0.2511} = 0.0059 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

NUMERO DE FROUDE:

$$F = \frac{Vf}{\sqrt{g \left(\frac{A}{T} \right)}} = \frac{0.6443}{\sqrt{9.81 \left(\frac{0.0023}{0.06} \right)}} = 1.0491$$

CONDICION:

$\rightarrow F < 1 = \text{SUBCRITICO}$

$\rightarrow F > 1 = \text{SUPERCRITICO}$

$\rightarrow F = 1 = \text{CRITICO}$

RPTA:

→ Tipo de régimen es supercrítico

NUMERO DE REYNOLDS:

$$Re = Vf \left(\frac{\frac{Dextremo}{1000}}{0.984 \times 10^{-6}} \right) = 0.6443 \left(\frac{\frac{110}{1000}}{0.984 \times 10^{-6}} \right) = 72\,023.44$$

CONDICION:

$Re \geq 10\,000 \rightarrow$ TURBULENTO

$Re \leq 2\,100 \rightarrow$ LAMINAR

FUERZA TRACTIVA MINIMA:

$$FTmin = 0.102 \frac{kg}{m^2} \rightarrow \text{valor teorico}$$

FUERZA TOTAL:

$$Q \times Vf = 0.0015 (0.6443) = 0.000958 \text{ kN}$$

CONDICION:

$FT < FTmin \rightarrow$ No Cumple

$FT > FTmin \rightarrow$ Cumple la fuerza tractiva

PROJECT

ALCANTARILLADO AL VACIO DE LA CALLE GAROTE

STATION NUMBER

1

INICIAL	STATION FINAL	PROGRESIVA		COTA TERRENO		LINE LENGTH PIES	PIPE SIZE PLG	C	HOMES		Q	Q	Q	Q
		INICIAL m	FINAL m	INICIAL PIES	FINAL PIES				TRAMO N°	ACCUM N°	MEAN-PAR GPM	MEAN GPM	ACCM-PAR GPM	ACCM GPM
0	A	0+21.39	0+091	325.4101	321.10	228.38	4	150	19	19	5.27	5.27	10.54	10.54
A	B	0+091	0+123.54	321.1027	306.03	106.76	4	150	20	39	10.81	16.08	11.09	21.62
B	C	0+123.54	0+147.55	306.0299	304.90	78.77	4	150	23	62	17.19	33.27	12.75	34.38
C	D	0+147.55	0+148.57	304.8953	304.74	3.35	4	150	10	72	19.96	53.23	5.54	39.92
D	EST. VACIO	0+148.57	0+185.68	304.7398	314.96	121.75	4	150	6	78	21.62	74.86	3.33	43.25
									78					43.25

MAX FLOW: 0.55 GPM/HM

HL/100' Formula	HEAD LOSS LIFT/100	TOTAL STATIC LIFT	NUMBER LIFTS	STATIC LOSS	SUB TOTAL FRICCION	SUB TOTAL STATIC	PIPE SIZE					NUMBER AIRVAC VALVE
							3"	4"	6"	8"	10"	
						4.0000						
0.00690	0.0078			0	0.0078	4.0000		228.38				6
0.05453	0.0217	1.5	1	1	0.0294	3.0000		106.76				5
0.20960	0.0328			0	0.0622	3.0000		78.77				6
0.50053	0.0024	4.5	3	3	0.0646	0.0000		3.35				3
0.94111	0.0303			0	0.0949	0.0000		121.75				3
	0.0949	6.0	4	4	0.0949			539.01	0.00	0.00		23

$$f = 2.75 \times 0.2083 \times (100/C)^{1.65} \times Q^{1.85} / d^{4.0655} \text{ pies/100 pies}$$

$$H_f = \frac{5,6028}{10^8} \left(\frac{100}{C} \right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{D^{4.8655}} \quad (70)$$

H_f = pérdida de carga por fricción, m/100m.

Q = caudal, m³/h

D = diámetro de la tubería, m

D = factor dependiente del tipo y la rugosidad de la tubería (tabla 39)

$$H_f = 0.2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{D^{4.8655}} \quad (71)$$

H_f = pérdida de carga, pies/100 pies

Q = caudal, galones (americanos)/min

D = diámetro de la tubería, pulgadas

Dotacion=	150 l/hab/dia	
hab/Lote =	5	
Qm x lote =	0.00868 lps	Caudal medio por lote
Qm x lote =	0.14 GPM	Caudal medio por lote
F.P =	4.03	
Qmax lote =	0.03 lps	
Qmax lote =	0.55 GPM	
N° Lotes =	78.00	
Qmax sistema =	43.25 GPM	
1 lps =	15.85 GPM	

Diseño de la Camara de vacio

Qmax Lote =	0.55 GPM	
N° Lote =	4 viviendas	
Qmax diseño Ci	2.22 GPM	Camara colectora
Qmin CC =	0.14 GPM	Camara colectora
Volumen		
minimo de	2.64 Galones US	
Camara		
Colectora		
Tiempo minimc	1.19 min	
Volumen		
Camara	10.57 Galones US	
Colectora		
Tiempo		
maximo de	4.76 min	
llenado=		
	12.59 veces/hora	
	302.25 veces/dia	

1 m3 =	264.17 Galones
Volumen =	0.00 Galones

1 galon US =	3.78541 litros
1 litro =	0.2641722 galon US
	10.56688707

PROYECTO

ALCANTARILLADO CA. GAROTE

STATION NUMEBER

1

DATE

PEAK FLOW RATE PER HOME

0.55 GPM

LINE	3" PIPE	4" PIPE	6" PIPE	8" PIPE	10" PIEPE	PEAK	# SVCE LATERALS	# AIRVAC VALVES	HOMES (or EDUS)
1		184.52				20.0	4	12	36
2		23.44				8.9		4	16
3		24.54				8.9		4	16
4		38.21				5.5		3	10
TOTALS	0	270.71	0	0	0	43.25		23	78
Average Service Lateral Length							21.55	FT	
Total 3" pipe								FT	

	F.C.			
Vp 3" =	0.0547	0.00	FT ³	
Vp 4" =	0.0904	24.47	FT ³	
Vp 6" =	0.1979	0.00	FT ³	
Vp 8" =	0.3321	0.00	FT ³	
Vp 10" =	0.5095		FT ³	
	Vp =	24.47	FT ³	
	Vp =	183.54	Gallons	(7.5 Gal / FT ³) Total Pipe Volume /Sewage & Vacuum)
	2/3 Vp =	122.36	Gallons	Vacuum Only

PROJECT

ALCANTARILLADO AL VACIO DE LA CALLE GAROTE

COLLECTION TANK OPERATING VOLUME
(for 15 minutos cycle at Qmin)

$$V_o = 15Q_{\min} * \frac{(Q_{dp} - Q_{\min})}{(Q_{dp})} = 77.61 \text{ Gal}$$

Vo= 1.84 Qmax for 3.5 Peak Factor

Vo = 70.93 Gal

Vo= 1.64 Qmax for 4.0 Peak Factor

TOTAL VOLUME COLLECTION TANK (Vct)
(Incluye 400 Gallons para Reserva del Tank)

$$= V_{ct} = 3 V_o = 232.83 \text{ Gal}$$

VACUUM RESERVOIR / MOISTURE REMOVAL TANK

$$= 232.83 \text{ Gal}$$

Vrt (si se desea recipiente separado)

$$V_{rt} = 0 \text{ Gal}$$

(Recommended Volume Vrt =

$$V_{rt} = 400.00 \text{ Gal}$$

Asumir

$$V_{ct} = 633.00 \text{ Gal}$$

$$V_{ct} = 1,000.00 \text{ Gal}$$

Tiempo del Sistema de bombeo en el rango
de 16 " a 20 " Hg de vacío

$$t = \frac{(0.045 \text{ cfm min})}{\text{gal}} \frac{(2/3 V_p + (V_{ct} - V_o) + V_{rt}) \text{ gal}}{Q_{vp} \text{ cfm}} \text{ min}$$

"t" debe ser de 1 a 3 mins

$$t = 1.89 \text{ min}$$

Si es mayor de 3 , aumentar Q_{vp}

Si es menor de 1 , aumentar V_{rt}

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

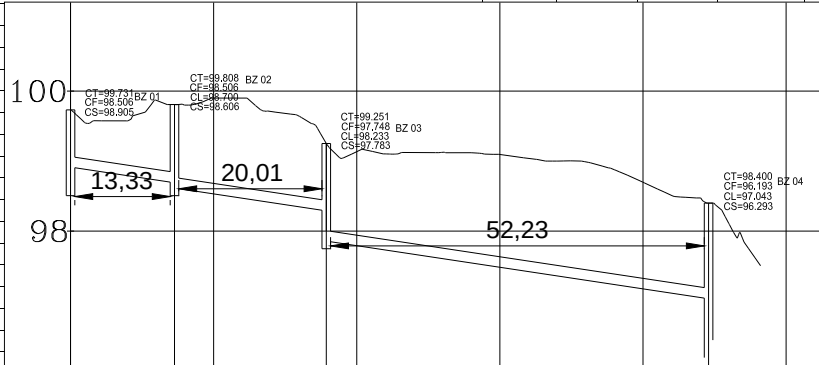
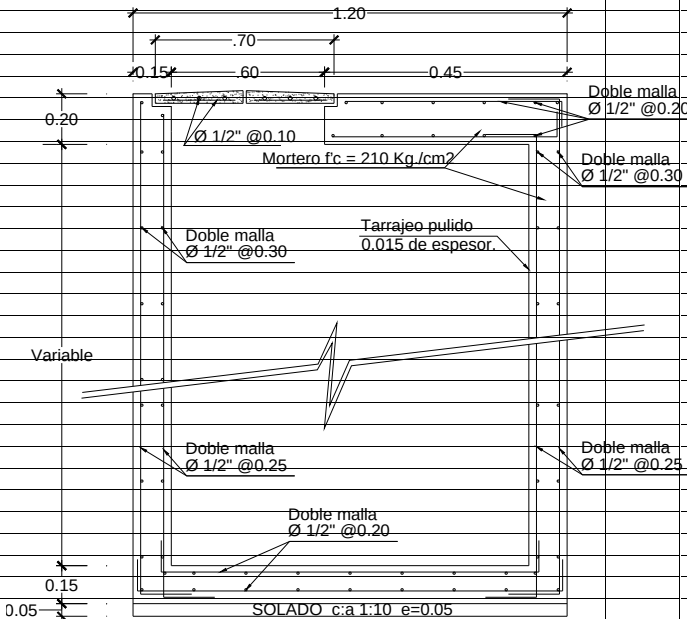
UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
01	OBRAS PROVISIONALES								
01.01	CARTEL DE OBRA DE (1.80 x 3.60M) DE GIGANTOGRAFIA , bastidor de madera de 2"x2"							1.00	und
		1.00					1.00		
01.02	ALQUILER DE OFICINA Y ALMACEN							5.00	mes
		3.00					5.00		
01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES HERRAMIENTAS Y EQUIPOS							10.00	ton
		1.00					10.00		
01.04	POZA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUA DE LADRILLO TARRAJEADO DE (1.00 x 2.00 x 1.20) m							2.00	und
		1.00	2.00				2.00		
01.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA							2.00	viaje
		2.00					2.00		
02	TRABAJOS PRELIMINARES								
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL (Con pico, lampa y carretilla)							526.22	m2
	Red de Desague								
	Tramo I / Calle Garote c/ Psj. Brisas	1.00	1.00	197.86	1.20		237.43		
	Tramo II / Psj. Energy c/ Garote	1.00	1.00	124.31	1.20		149.17		
	Tramo III / Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	38.32	1.20		45.98		
	Tramo IV/ Psj. Brisas	1.00	1.00	39.68	1.20		47.62		
	Tramo VI/ Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.35	1.20		46.02		
02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO (con teodolito o nivel)							526.22	m2
	Red de Desague								
	Tramo I / Calle Garote c/ Psj. Brisas	1.00	1.00	197.86	1.20		237.43		
	Tramo II / Psj. Energy c/ Calle Garote	1.00	1.00	124.31	1.20		149.17		
	Tramo III / Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	38.32	1.20		45.98		
	Tramo IV/ Psj. Brisas	1.00	1.00	39.68	1.20		47.62		
	Tramo VI/ Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.35	1.20		46.02		
02.03	ABASTECIMIENTO DE AGUA PROVISIONAL	1.00					1.00	1.00	GLB
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
03.01	CORTES Y EXCAVACIONES								
03.01.01	EXCAVACION MANUAL PARA CAJA DE DISTRIBUIDORA							18.72	M3.
	Caja de Registro conexiones domiciliarias	1.00	78.00	0.80	0.50	0.60	18.72		
03.01.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA RED DE DESAGUE							2,109.53	M3.
	Ver Planilla Movimiento de Tierras	1.00	1.00				2,109.53		
03.01.03	CAMA DE ARENA e=0.10m							87.70	M3.
	Red de Desague								
	Tramo I / Calle Garote c/ Psj. Brisas	1.00	1.00	197.86	2.00	0.10	39.57		
	Tramo II / Psj. Energy c/ Calle Garote	1.00	1.00	124.31	2.00	0.10	24.86		
	Tramo III / Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	38.32	2.00	0.10	7.66		
	Tramo IV/ Psj. Brisas	1.00	1.00	39.68	2.00	0.10	7.94		
	Tramo VI/ Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.35	2.00	0.10	7.67		
03.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 100M. DE LA OBRA c/ maquinaria + 25% ESPONJ.							2,660.31	M3
	Excavacion manual para caja de registro	1.25	18.72				23.40		
	Excavacion de zanja para Buzones	1.25	2,109.53				2,636.91		
03.02	NIVELACIONES								
03.02.01	REFINE Y NIVELACION EN FONDO DE ZANJA PARA RED DE DESAGUE							932.04	m2
	Tramo I / Calle Garote c/ Psj. Brisas	1.00	1.00	197.86	2.00		395.72		
	Tramo II / Psj. Energy c/ Calle Garote	1.00	1.00	124.31	2.00		248.62		
	Tramo III / Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	38.32	2.00		76.64		
	Tramo IV/ Psj. Brisas	1.00	1.00	39.68	2.00		79.36		
	Tramo VI/ Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.35	2.00		76.70		
03.03	RELLENOS								
03.03.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 EN ZANJA DE TUBERIA DE RED DE DESAGUE							1,869.85	M3
	Ver Planilla Movimiento de Tierras	1.00					1,869.85		
03.03.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 EN ZANJA DE TUBERIA DE CONEXIONES DOMICILIARIAS							9.83	M3
		1.00	78.00	0.80	0.35	0.45	9.83		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA	: "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"
UBICACIÓN	: LORETO - MAYNAS - BELEN
FECHA	: DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
03.01.03	CAMA DE ARENA e=0.10m							877.04	M2
	Red de Desague								
	Tramo I / Calle Garote c/ Psj. Brisas	1.00	1.00	197.86	2.00		395.72		
	Tramo II / Psj. Energy c/ Calle Garote	1.00	1.00	124.31	2.00		248.62		
	Tramo III / Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	38.32	2.00		76.64		
	Tramo IV/ Psj. Brisas	1.00	1.00	39.68	2.00		79.36		
	Tramo V/ Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.35	2.00		76.70		
									
04.00	RED DE DESAGUE								
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF ISO 4435 S-25 Ø 160mm							438.52	ML
	Tramo I / Calle Garote c/ Psj. Brisas	1.00	1.00	197.86			197.86		
	Tramo II / Psj. Energy c/ Calle Garote	1.00	1.00	124.31			124.31		
	Tramo III / Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	38.32			38.32		
	Tramo IV/ Psj. Brisas	1.00	1.00	39.68			39.68		
	Tramo V/ Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.35			38.35		
04.02	CACHIMBA PVC Ø 160mm PESADA ISO S-25	1.00	78.00				78.00	78.00	und
04.03	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 160mm inc. Caja de registro	1.00	78.00				78.00	78.00	und
04.04	DADOS DE ANCLAJE PARA ACCESORIOS	1.00	78.00				78.00	78.00	und
04.05	PRUEBA HIDRAULICA RED DE DESAGUE PVC	1.00	1.00	438.52			438.52	438.52	und
05.00	OBRAS COMPLEMENTARIAS								
									
	CORTE A - A								
	ESC : 1/25								

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
05.01	CONSTRUCCION DE BUZON N° 01 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.225m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	Tramo I								
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.08	0.53		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	0.93		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.08	3.04		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.08	4.05		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	9.05		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.48	23.68	1.02	24.15		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.48	17.76	1.02	18.12		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	4.00	4.17	16.68	1.02	17.01		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	4.00	3.23	12.91	1.02	13.17		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.20	24.00	1.02	24.48		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	129.36		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.08	3.04		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
						SubTotal	3.68		
05.02	CONSTRUCCION DE BUZON N° 02 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.302m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.15	0.57		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	0.97		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.15	3.26		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.15	4.34		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	9.56		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.55	24.80	1.02	25.30		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.55	18.60	1.02	18.97		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	4.00	4.17	16.68	1.02	17.01		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	4.00	3.23	12.91	1.02	13.17		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.20	24.00	1.02	24.48		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	131.36		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.15	3.26		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
						SubTotal	3.90		
05.03	CONSTRUCCION DE BUZON N° 03 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.503m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.35	0.67		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.06		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.35	3.83		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.35	5.10		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	12.52		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION		N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
					LARGO	ANCHO	ALTO			
		ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
		Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
		Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.75	28.00	1.02	28.56		
		Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.75	21.00	1.02	21.42		
		Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	5.00	4.17	20.85	1.02	21.27		
		Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	5.00	3.23	16.14	1.02	16.46		
		Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
		Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
							SubTotal	148.70		
		TARRAJEO								
		TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.35	3.83		
		PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							SubTotal	4.47		
05.04	CONSTRUCCION DE BUZON N° 04 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.207m		1.00	2.00				2.00	2.00	UND
	METRADO DE MATERIALES									
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m									
	Area = 1.13m2	1.00	1.00			1.13		1.13		
							SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2									
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00			1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00			0.49	2.06	1.02		
	Losa Superior	1.00	1.00			1.13	0.20	0.23		
							SubTotal	1.41		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO									
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00		3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00		2.83		2.06	5.82		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00		3.77		2.06	7.75		
	Losa Superior	1.00	1.00			0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00		3.77		0.20	0.75		
							SubTotal	15.54		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial			
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.46	39.31	1.02	40.10			
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.46	29.48	1.02	30.07			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	7.00	4.17	29.19	1.02	29.77			
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	7.00	3.23	22.59	1.02	23.04			
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88			
							SubTotal	183.98		
	TARRAJEO									
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83			2.06	5.83		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00			0.64		0.64		
							SubTotal	6.47		
05.05	CONSTRUCCION DE BUZON N° 05 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.363m		1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES									
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m									
	Area = 1.13m2	1.00	1.00			1.13		1.13		
							SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2									
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00			1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00			0.49	2.21	1.09		
	Losa Superior	1.00	1.00			1.13	0.20	0.23		
							SubTotal	1.49		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO									
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00		3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00		2.83		2.21	6.26		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00		3.77		2.21	8.34		
	Losa Superior	1.00	1.00			0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00		3.77		0.20	0.75		
							SubTotal	16.57		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial			
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.61	41.76	1.02	42.60			
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.61	31.32	1.02	31.95			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	8.00	4.17	33.36	1.02	34.03			
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	8.00	3.23	25.82	1.02	26.33			
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88			
							SubTotal	195.90		
	TARRAJEO									
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83			2.21	6.25		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00			0.64		0.64		
							SubTotal	6.89		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
05.06	CONSTRUCCION DE BUZON N° 05A DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.138m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.99	0.98		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.38		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.99	5.63		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.99	7.49		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64	0.15	0.10		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	16.72		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.39	38.21	1.02	38.97		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.39	28.66	1.02	29.23		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	7.00	4.17	29.19	1.02	29.77		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	7.00	3.23	22.59	1.02	23.04		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	182.01		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.99	5.63		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							6.27		
05.07	CONSTRUCCION DE BUZON N° 06 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.903m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	2.75	1.36		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.76		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		2.75	7.79		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		2.75	10.38		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	20.13		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	3.15	50.45	1.02	51.46		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	3.15	37.84	1.02	38.59		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	10.00	3.75	37.50	1.02	38.25		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	10.00	2.80	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	217.86		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		2.75	7.79		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							8.43		
05.08	CONSTRUCCION DE BUZON N° 07 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=3.546m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	3.40	1.68		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	2.08		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		3.40	9.61		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		3.40	12.80		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	24.37		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION		N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
					LARGO	ANCHO	ALTO			
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial			
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	3.60	57.54	1.02	58.69			
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	3.60	43.15	1.02	44.02			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	12.00	3.75	45.00	1.02	45.90			
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	12.00	2.80	33.60	1.02	34.27			
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88			
						SubTotal	243.87			
	TARRAJEO									
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		3.40	9.61			
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64	1.00	0.64			
							10.25			
05.09	CONSTRUCCION DE BUZON N° 08 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.933m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND	
	METRADO DE MATERIALES									
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m									
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13			
						SubTotal	1.13			
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2									
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17			
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.78	0.88			
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23			
						SubTotal	1.28			
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO									
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57			
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.78	5.05			
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.78	6.72			
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64			
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75			
						SubTotal	13.73			
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial			
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.18	34.88	1.02	35.58			
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.18	26.16	1.02	26.68			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	6.00	3.75	22.50	1.02	22.95			
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	6.00	2.80	16.80	1.02	17.14			
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88			
						SubTotal	163.34			
	TARRAJEO									
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.78	5.05			
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64			
							5.69			
05.10	CONSTRUCCION DE BUZON N° 09 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.872m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND	
	METRADO DE MATERIALES									
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m									
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13			
						SubTotal	1.13			
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2									
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17			
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.72	0.85			
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23			
						SubTotal	1.25			
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO									
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57			
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.72	4.87			
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.72	6.49			
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64	0.15	0.10			
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75			
						SubTotal	12.78			
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial			
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.12	33.92	1.02	34.60			
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.12	25.44	1.02	25.95			
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	6.00	3.75	22.50	1.02	22.95			
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	6.00	2.80	16.80	1.02	17.14			
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56			
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88			
						SubTotal	161.63			
	TARRAJEO									
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.72	4.87			
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64			
							5.51			

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
05.11	CONSTRUCCION DE BUZON N° 10 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.10m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	0.95	0.47		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	0.87		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		0.95	2.69		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		0.95	3.58		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	8.23		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.35	21.60	1.02	22.03		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.35	16.20	1.02	16.52		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	4.00	3.75	15.00	1.02	15.30		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	4.00	2.80	11.20	1.02	11.42		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	126.28		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		0.95	2.69		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							3.33		
05.12	CONSTRUCCION DE BUZON N° 11 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.25m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.10	0.54		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	0.94		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.10	3.11		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.10	4.15		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	9.22		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.50	24.00	1.02	24.48		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.50	18.00	1.02	18.36		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	4.00	3.75	15.00	1.02	15.30		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	4.00	2.80	11.20	1.02	11.42		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	130.56		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.10	3.11		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							3.75		
05.13	CONSTRUCCION DE BUZON N° 12 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=0.95m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	0.80	0.40		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	0.79		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		0.80	2.26		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		0.80	3.02		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	7.24		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.20	19.20	1.02	19.58		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.20	14.40	1.02	14.69		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	3.00	3.75	11.25	1.02	11.48		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	3.00	2.80	8.40	1.02	8.57		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	115.31		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		0.80	2.26		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							2.90		
05.14	CONSTRUCCION DE BUZON N° 13 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.25m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.10	0.54		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	0.94		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.10	3.11		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.10	4.15		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	9.22		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.50	24.00	1.02	24.48		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.50	18.00	1.02	18.36		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	4.00	3.75	15.00	1.02	15.30		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	4.00	2.80	11.20	1.02	11.42		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	130.56		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.10	3.11		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							3.75		
05.15	CONSTRUCCION DE BUZON N° 14 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.028m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.88	0.93		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.32		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.88	5.31		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.88	7.08		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.37		0.20	0.67		
						SubTotal	14.27		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.28	36.45	1.02	37.18		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.28	27.34	1.02	27.88		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	6.00	3.75	22.50	1.02	22.95		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	6.00	2.80	16.80	1.02	17.14		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	166.14		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.88	5.31		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							5.95		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
05.16	CONSTRUCCION DE BUZON N° 15 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=4.726m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	4.58	2.26		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	2.66		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		4.58	12.95		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		4.58	17.25		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	32.16		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	4.98	79.62	1.02	81.21		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	4.98	59.71	1.02	60.91		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	15.00	3.75	56.25	1.02	57.38		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	15.00	2.80	42.00	1.02	42.84		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	303.33		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		4.58	12.95		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							13.59		
05.17	CONSTRUCCION DE BUZON N° 15A DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.486m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	2.34	1.16		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.55		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		2.34	6.61		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		2.34	8.81		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	17.38		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.74	43.78	1.02	44.65		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.74	32.83	1.02	33.49		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	8.00	3.75	30.00	1.02	30.60		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	8.00	2.80	22.40	1.02	22.85		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	192.58		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		2.34	6.61		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							7.25		
05.18	CONSTRUCCION DE BUZON N° 15B DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.816m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.67	0.82		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.22		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		1.67	4.71		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		1.67	6.28		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	12.96		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	2.07	33.06	1.02	33.72		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	2.07	24.79	1.02	25.29		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	6.00	3.75	22.50	1.02	22.95		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	6.00	2.80	16.80	1.02	17.14		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	160.09		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.67	4.71		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							5.35		
05.19	CONSTRUCCION DE BUZON N° 16 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.45m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13		1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	1.30	0.64		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	1.04		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00			0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00		2.83	1.30	3.68		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00		3.77	1.30	4.90		
	Losa Superior	1.00	1.00			0.64	0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00		3.77	0.20	0.75		
						SubTotal	10.54		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	1.70	27.20	1.02	27.74		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	1.70	20.40	1.02	20.81		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	4.00	3.75	15.00	1.02	15.30		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	4.00	2.80	11.20	1.02	11.42		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	136.27		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		1.30	3.68		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							4.32		
05.20	CONSTRUCCION DE BUZON N° 17 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=3.799m	1.00	1.00				1.00	1.00	UND
	METRADO DE MATERIALES								
	SOLADO C.A= 1:10 E=0.05m								
	Area = 1.13m2	1.00	1.00	1.13			1.13		
						SubTotal	1.13		
	MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2								
	Losa Inferior, Area = 1.13m2	1.00	1.00		1.13	0.15	0.17		
	Paredes Laterales	1.00	1.00		0.49	3.65	1.81		
	Losa Superior	1.00	1.00		1.13	0.20	0.23		
						SubTotal	2.20		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
	Losa Inferior - frisos	1.00	1.00	3.77		0.15	0.57		
	Pared Lateral Interior	1.00	1.00	2.83		3.65	10.33		
	Pared Lateral Exterior	1.00	1.00	3.77		3.65	13.76		
	Losa Superior	1.00	1.00		0.64		0.64		
	Losa Superior - Frisos	1.00	1.00	3.77		0.20	0.75		
						SubTotal	26.04		
	ACERO CORRUGADO Ø 1/2" fy= 4,200 kg/cm2	# Elem.	Cantidad	Longitud	Long. Total	Peso/ml	Parcial		
	Losa Inferior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Vertical	1.00	16.00	4.05	64.78	1.02	66.08		
	Paredes Laterales Interior - Acero Vertical	1.00	12.00	4.05	48.59	1.02	49.56		
	Paredes Laterales Exterior - Acero Horizontal	1.00	12.00	3.75	45.00	1.02	45.90		
	Paredes Laterales Interior - Acero Horizontal	1.00	12.00	2.80	33.60	1.02	34.27		
	Losa Superior	4.00	5.00	1.40	28.00	1.02	28.56		
	Losa Superior	1.00	4.00	0.95	3.80	1.02	3.88		
						SubTotal	256.81		
	TARRAJEO								
	TARRAJEO INTERIOR	1.00	1.00	2.83		3.65	10.33		
	PISO DE CEMENTO PULIDO	1.00	1.00		0.64		0.64		
							10.97		

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"

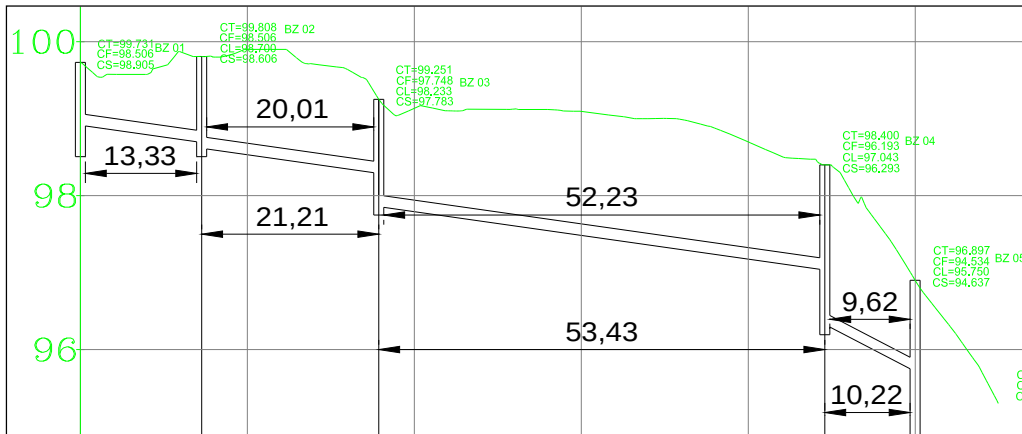
UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
05.21	TAPA DE MORTERO F'C=210 KG/CM2	1.00	20.00				20.00	20.00	UND
05.22	CAJA DISTRIBUIDORA	1.00	78.00				78.00	78.00	UND

CALCULO DE MOVIMIENTOS DE TIERRA

PROGRESIVAS	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE CORTE	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO
Excavacion manual para red de desagüe								
Tramo I (GAROTE c/ PJE. BRISA)								
0+000 - 0+014.53	2.00	14.53	1.302	37.84	2.00	13.33	1.15	30.71
0+014.53 - 0+035.74	2.00	21.21	1.503	63.76	2.00	20.01	1.35	54.15
0+035.74 - 0+089.19	2.00	53.45	2.207	235.93	2.00	52.23	2.06	214.87
0+089.19 - 0+100.02	2.00	10.83	2.363	51.18	2.00	9.62	2.21	42.58
0+100.02 - 0+110.02	2.00	10.00	2.138	42.76	2.00	8.82	1.99	35.07
0+110.02 - 0+120.02	2.00	10.00	2.903	58.06	2.00	8.80	2.75	48.45
0+120.02 - 0+146.66	2.00	26.64	3.546	188.93	2.00	25.44	3.40	172.79
0+146.66 - 0+183.18	2.00	36.52	3.799	277.48	2.00	35.36	3.65	258.06
0+183.18 - 0+197.86	2.00	14.68	4.5	132.12	2.00	13.51	4.35	117.54
Tramo II (PSJ. ENERGY c/ GAROTE)								
0+000 - 0+034.12	2.00	34.12	4.726	322.50	2.00	32.91	4.576	301.19
0+034.12- 0+046.93	2.00	12.81	2.486	63.69	2.00	11.61	2.336	54.24
0+046.93 - 0+056.95	2.00	10.02	1.816	36.39	2.00	8.82	1.666	29.39
0+056.95 - 0+066.95	2.00	10.00	1.25	25.00	2.00	8.8	1.1	19.36
0+066.95 - 0+092.16	2.00	25.21	1.25	63.03	2.00	23.95	1.1	52.69
0+092.16 - 0+106.24	2.00	14.08	1.872	52.72	2.00	12.75	1.722	43.91
0+106.24 - 0+108.90	2.00	2.66	1.933	10.28	2.00	1.46	1.783	5.21
0+108.90 - 0+124.31	2.00	15.41	3.546	109.29	2.00	14.39	3.396	97.74
Tramo III (PSJ. 15 DE SEPTIEMBRE)								
0+000 - 0+038.32	2.00	38.32	1.25	95.80	2.00	37.12	1.1	81.66
Tramo IV (PJE. BRISA)								
0+000 - 0+039.68	2.00	39.68	1.25	99.20	2.00	37.66	1.1	82.85
Tramo V (PJE. MAESTRANZA)								
0+000 - 0+038.35	2.00	38.35	1.872	143.58	2.00	36.99	1.722	127.39
			TOTALES	2,109.53			TOTALES	1,869.85



PLANILLA DE METRADOS

OBRA	: "Evaluación Técnica Y Económica del Sistema Convencional del Alcantarillado Residual entre Alcantarillado al Vacío en la Calle Garote, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Región Loreto"
UBICACIÓN	: LORETO - MAYNAS - BELEN
FECHA	: DICIEMBRE 2016

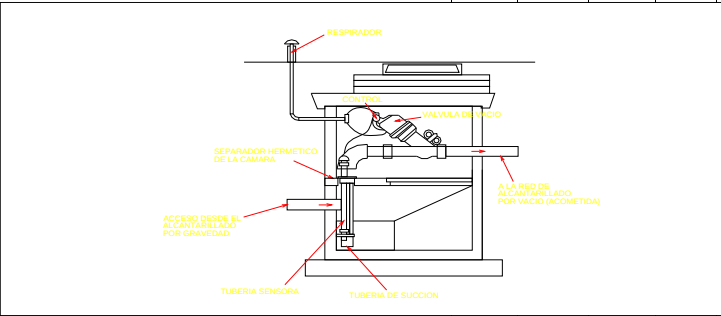
[illegible]

PLANILLA DE METRADOS

OBRA : "Evaluación Técnica Y Económica del Sistema Convencional del Alcantarillado Residual entre Alcantarillado al Vacío en la Calle Garote, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Region Loreto"

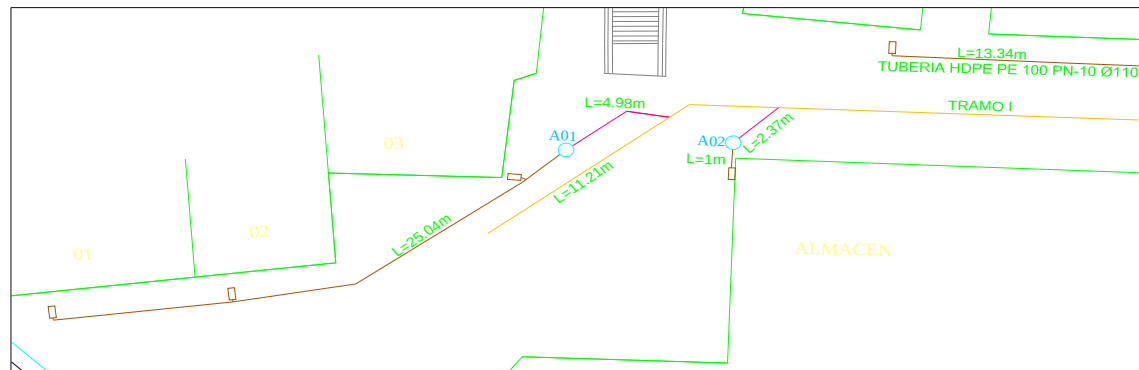
UBICACIÓN : LORETO - MAYNAS - BELEN

FECHA : DICIEMBRE 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	N° VECES	CAN.	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
				LARGO	ANCHO	ALTO			
03.01.02	CAMA DE ARENA s=0.10m							10.62	M3.
	Ver Planilla Movimiento de Tierras								
	Linea Principal - Dientes de Sierra	1.00	1.00				4.11		
	Linea Acometida - Conexión a la Principal	1.00	1.00				1.36		
	Linea Conexión - Conexión por Gravedad	1.00	1.00				5.14		
03.03	RELLENOS								
03.03.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 EN ZANJA DE TUBERIA DE RED DE DESAGUE							496.79	M3
	Ver Planilla Movimiento de Tierras								
	Linea Principal - Dientes de Sierra	1.00					157.52		
	Linea Acometida - Conexión a la Principal	1.00					34.93		
	Linea Conexión - Conexión por Gravedad	1.00					304.34		
04.00	RED DE DESAGUE								
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-10 Ø110mm - LINEA PRINCIPAL							274.28	ML
	Calle Garote	1.00	1.00	124.69			124.69		
	Psj. Energy	1.00	1.00	19.50			19.50		
	Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	23.44			23.44		
	Psj. Brisas	1.00	1.00	67.98			67.98		
	Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.67			38.67		
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF Ø 110mm - LINEA POR GRAVEDAD							309.94	ML
	Calle Garote	1.00	1.00	117.71			117.71		
	Psj. Energy	1.00	1.00	26.86			26.86		
	Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	58.72			58.72		
	Psj. Brisas	1.00	1.00	67.98			67.98		
	Psj. Maestranza	1.00	1.00	38.67			38.67		
04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-10 Ø 90mm - LINEA ACOMETIDA							90.95	ML
	Calle Garote	1.00	1.00	38.79			38.79		
	Psj. Energy	1.00	1.00	12.60			12.60		
	Pjs. 15 de Setiembre	1.00	1.00	9.77			9.77		
	Psj. Brisas	1.00	1.00	24.96			24.96		
	Psj. Maestranza	1.00	1.00	4.83			4.83		
04.04	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 160mm inc. Caja de registro	78.00	1.00				78.00	78.00	und
04.05	ARQUETA (Inc. Sistema de valvulas al Vacío)	23.00	1.00				23.00	23.00	und
04.06	ACCESORIOS								
	CODOS 45 PVC Ø 4"	47.00					47.00	47.00	und
	CODOS 90 PVC Ø 4"	24.00					24.00	24.00	und
	CODOS 45 HDP Ø 4"	179.00					179.00	179.00	und
	CODOS 90 HDP Ø 4"	2.00					2.00	2.00	und
	YEE 45 HDP Ø 4"	29.00					29.00	29.00	und
	CACHIMBA	56.00					56.00	56.00	und
04.07	PRUEBA HIDRAULICA RED AL VACIO HDP	1.00	1.00	584.22			584.22	584.22	und
									
05.00	OBRAS COMPLEMENTARIAS								
05.01	ESTACION AL VACÍO	1.00					1.00	1.00	und
06.00	MAQUINARIAS								
06.01	MAQUINARIAS PARA LA ESTACION AL VACÍO (INC. BOMBAS, VALVULAS, ECT)	1.00					1.00	1.00	und

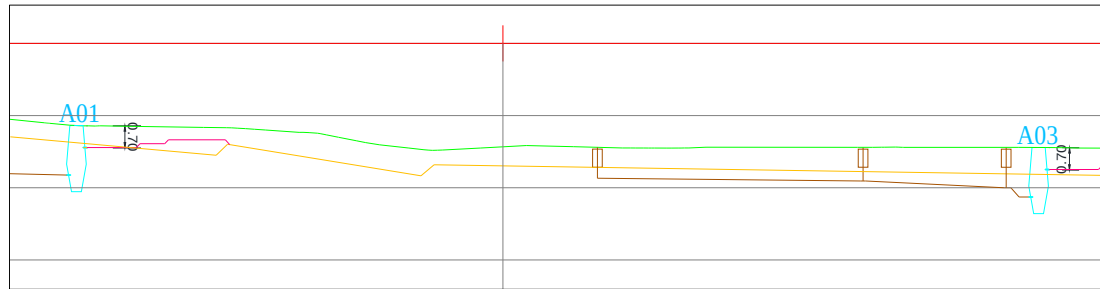
CALCULO DE MOVIMIENTOS DE TIERRA

PROGRESIVAS	LINEA POR GRAVEDAD								CAMA DE ARENA			
	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE CORTE	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO
Excavacion manual para red de desagüe												
CA. GAROTE		117.71										
Lado Derecho												
A-01	0.70	25.04	1.600	28.04	0.70	25.04	1.390	24.36	0.15	25.04	0.10	0.38
A-03	0.70	13.34	1.470	13.73	0.70	13.34	1.260	11.77	0.15	13.34	0.10	0.20
A-04	0.70	18.46	1.470	19.00	0.70	18.46	1.260	16.28	0.15	18.46	0.10	0.28
A-05	0.70	23.13	1.470	23.80	0.70	23.13	1.260	20.40	0.15	23.13	0.10	0.35
A-06	0.70	22.45	1.470	23.10	0.70	22.45	1.260	19.80	0.15	22.45	0.10	0.34
A-07	0.70	3.55	1.470	3.65	0.70	3.55	1.260	3.13	0.15	3.55	0.10	0.05
A-23	0.70	10.74	1.470	11.05	0.70	10.74	1.260	9.47	0.15	10.74	0.10	0.16
Lado Izquierdo												
A-02	0.70	1	1.470	1.03	0.70	1.00	1.260	0.88	0.15	1.00	0.10	0.02
PSJ. ENERGY		26.86										
A-11	0.70	16.06	1.470	16.53	0.70	16.06	1.260	14.16	0.15	16.06	0.10	0.24
A-12	0.70	10.8	1.470	11.11	0.70	10.80	1.260	9.53	0.15	10.80	0.10	0.16
PSJ. 15 DE SETIEMBRE		58.72										
Lado Derecho												
A-15	0.70	14.98	1.470	15.41	0.70	14.98	1.260	13.21	0.15	14.98	0.10	0.22
A-16	0.70	12.39	1.470	12.75	0.70	12.39	1.260	10.93	0.15	12.39	0.10	0.19
Lado Izquierdo												
A-13	0.70	17.47	1.470	17.98	0.70	17.47	1.260	15.41	0.15	17.47	0.10	0.26
A-14	0.70	13.88	1.470	14.28	0.70	13.88	1.260	12.24	0.15	13.88	0.10	0.21
PSJ. BRISAS		110.13										
Lado Derecho												
A-19	0.70	12.23	1.470	12.58	0.70	12.23	1.260	10.79	0.15	12.23	0.10	0.18
A-20	0.70	16.10	1.470	16.57	0.70	16.10	1.260	14.20	0.15	16.10	0.10	0.24
A-09	0.70	15.50	1.470	15.95	0.70	15.50	1.260	13.67	0.15	15.50	0.10	0.23
A-10	0.70	28.34	1.470	29.16	0.70	28.34	1.260	25.00	0.15	28.34	0.10	0.43
Lado Izquierdo												
A-17	0.70	15.62	1.470	16.07	0.70	15.62	1.260	13.78	0.15	15.62	0.10	0.23
A-18	0.70	15.29	1.470	15.73	0.70	15.29	1.260	13.49	0.15	15.29	0.10	0.23
A-08	0.70	7.05	1.470	7.25	0.70	7.05	1.260	6.22	0.15	7.05	0.10	0.11
PJE. MAESTRANZA		29.05										
A-21	0.70	16.19	1.470	16.66	0.70	16.19	1.260	14.28	0.15	16.19	0.10	0.24
A-22	0.70	12.86	1.470	13.23	0.70	12.86	1.260	11.34	0.15	12.86	0.10	0.19
TOTALES				354.68				304.34				5.14



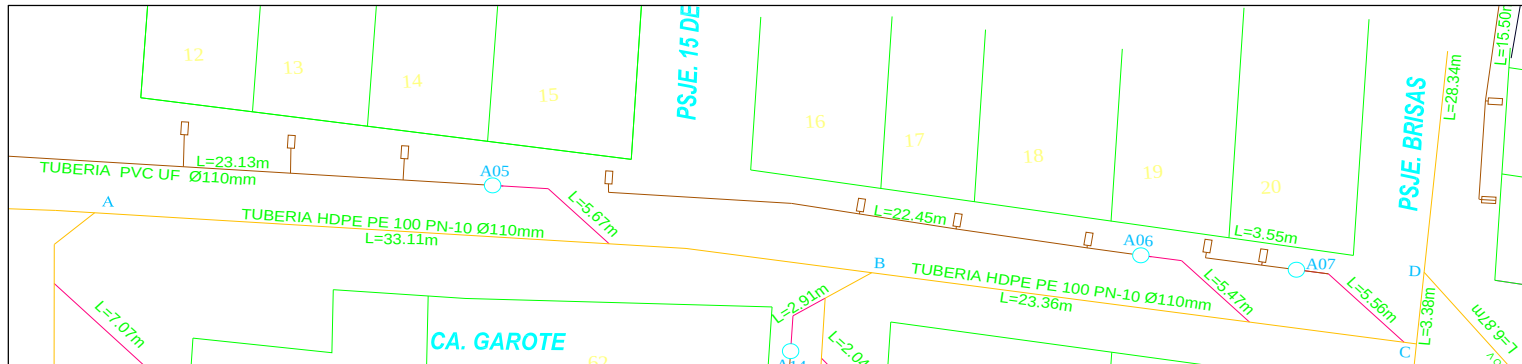
CALCULO DE MOVIMIENTOS DE TIERRA

	LINEA DE LA ACOMETIDA								CAMA DE ARENA			
PROGRESIVAS	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE CORTE	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO
CA. GAROTE		38.79										
Lado Derecho												
A-01	0.60	4.98	0.70	2.09	0.60	4.98	0.51	1.52	0.15	4.98	0.10	0.07
A-03	0.60	5.66	0.70	2.38	0.60	5.66	0.51	1.73	0.15	5.66	0.10	0.08
A-04	0.60	5.66	0.70	2.38	0.60	5.66	0.51	1.73	0.15	5.66	0.10	0.08
A-05	0.60	5.67	0.70	2.38	0.60	5.67	0.51	1.74	0.15	5.67	0.10	0.09
A-06	0.60	5.47	0.94	3.09	0.60	5.47	0.75	2.46	0.15	5.47	0.10	0.08
A-07	0.60	5.56	0.83	2.77	0.60	5.56	0.64	2.14	0.15	5.56	0.10	0.08
A-23	0.60	3.42	0.79	1.62	0.60	3.42	0.60	1.23	0.15	3.42	0.10	0.05
Lado Izquierdo												
A-02	0.60	2.37	0.70	1.00	0.60	2.37	0.51	0.73	0.15	2.37	0.10	0.04
PSJ. ENERGY		12.6										
A-11	0.60	5.53	0.70	2.32	0.60	5.53	0.51	1.69	0.15	5.53	0.10	0.08
A-12	0.60	7.07	0.970	4.11	0.60	7.07	0.78	3.31	0.15	7.07	0.10	0.11
PSJ. 15 DE SETIEMBRE		9.77										
Lado Derecho												
A-15	0.60	2.84	0.70	1.19	0.60	2.84	0.51	0.87	0.15	2.84	0.10	0.04
A-16	0.60	2.04	0.850	1.04	0.60	2.04	0.66	0.81	0.15	2.04	0.10	0.03
Lado Izquierdo												
A-13	0.60	1.98	0.70	0.83	0.60	1.98	0.51	0.61	0.15	1.98	0.10	0.03
A-14	0.60	2.91	0.70	1.22	0.60	2.91	0.51	0.89	0.15	2.91	0.10	0.04
PSJ. BRISAS		24.96										
Lado Derecho												
A-19	0.60	4.24	1.000	2.54	0.60	4.24	0.81	2.06	0.15	4.24	0.10	0.06
A-20	0.60	4.89	0.950	2.79	0.60	4.89	0.76	2.23	0.15	4.89	0.10	0.07
A-09	0.60	5.56	0.70	2.34	0.60	5.56	0.51	1.70	0.15	5.56	0.10	0.08
A-10	0.60	2.27	0.70	0.95	0.60	2.27	0.51	0.69	0.15	2.27	0.10	0.03
Lado Izquierdo												
A-17	0.60	3.00	0.860	1.55	0.60	3.00	0.67	1.21	0.15	3.00	0.10	0.05
A-18	0.60	2.63	0.920	1.45	0.60	2.63	0.73	1.15	0.15	2.63	0.10	0.04
A-08	0.60	2.37	0.70	1.00	0.60	2.37	0.51	0.73	0.15	2.37	0.10	0.04
PJE. MAESTRANZA		4.83										
A-21	0.60	2.10	1.470	1.85	0.60	2.10	1.28	1.61	0.15	2.10	0.10	0.03
A-22	0.60	2.73	1.470	2.41	0.60	2.73	1.28	2.10	0.15	2.73	0.10	0.04
				TOTALES	45.30		TOTALES	34.93			TOTALES	1.36

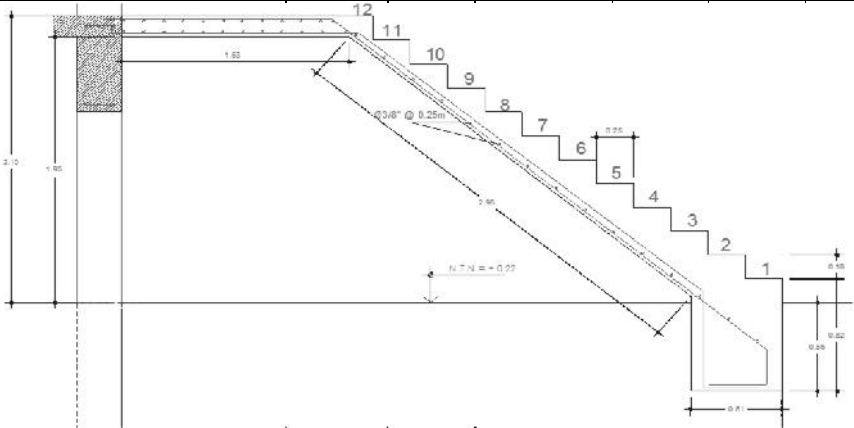
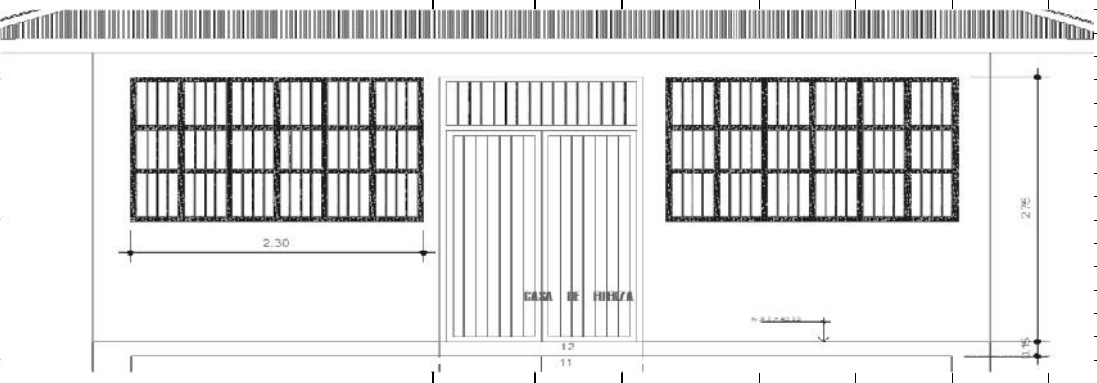


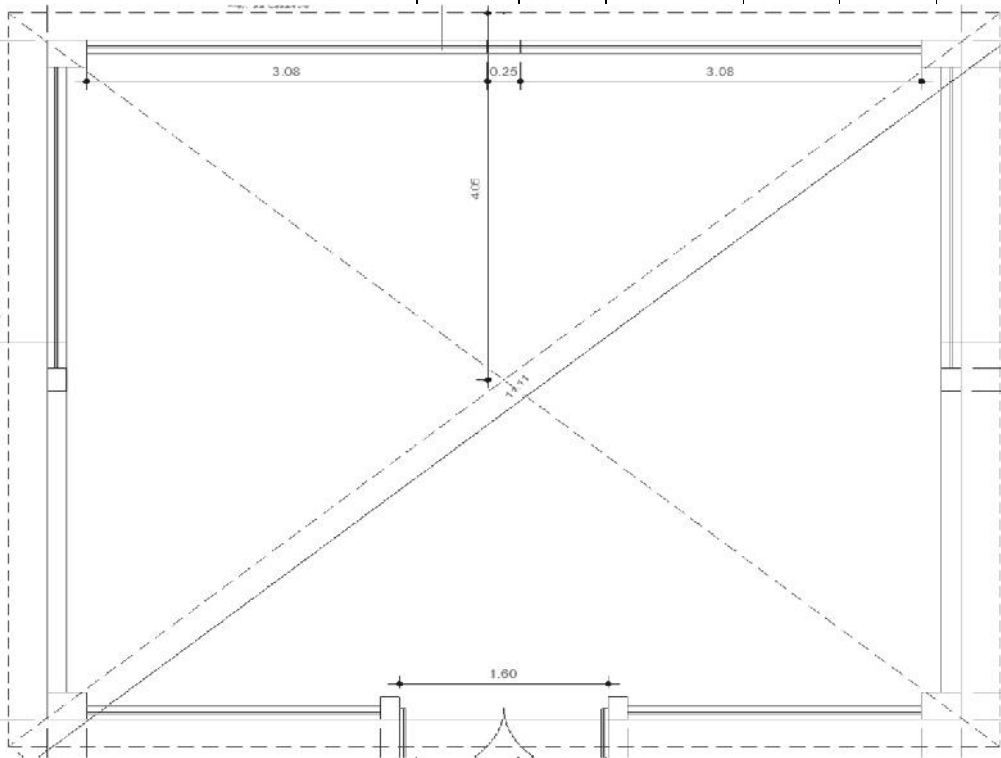
CALCULO DE MOVIMIENTOS DE TIERRA

	LINEA PRINCIPAL (DIENTE SIERRA)								CAMA DE ARENA				
PROGRESIVAS	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE CORTE	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO	ANCHO	LARGO	ALTO	VOLUMEN DE RELLENO	
Excavacion manual para red de desagüe													
CA. GAROTE		124.69											
A-A	0.70	11.21	0.75	5.89	0.70	11.21	0.54	4.24	0.15	11.21	0.10	0.17	
A-A	0.70	57.01	0.75	29.93	0.70	57.01	0.54	21.55	0.15	57.01	0.10	0.86	
A-B	0.70	33.11	0.85	19.70	0.70	33.11	0.64	14.83	0.15	33.11	0.10	0.50	
B-C	0.70	23.36	0.85	13.90	0.70	23.36	0.64	10.47	0.15	23.36	0.10	0.35	
PSJ. ENERGY		19.5											
A-A	0.70	19.5	0.88	12.01	0.70	19.50	0.67	9.15	0.15	19.50	0.10	0.29	
PSJ. 15 DE SETIEMBRE		23.44											
B-B	0.70	23.44	1.40	22.97	0.70	23.44	1.19	19.53	0.15	23.44	0.10	0.35	
PSJ. BRISAS		67.98											
C-C	0.70	24.70	1.66	28.70	0.70	24.70	1.45	25.07	0.15	24.70	0.10	0.37	
C-D	0.70	3.38	0.81	1.92	0.70	3.38	0.60	1.42	0.15	3.38	0.10	0.05	
D-D	0.70	28.34	1.10	21.82	0.70	28.34	0.89	17.66	0.15	28.34	0.10	0.43	
D-D	0.70	8.62	0.88	5.31	0.70	8.62	0.67	4.04	0.15	8.62	0.10	0.13	
D-D	0.70	2.94	0.51	1.05	0.70	2.94	0.30	0.62	0.15	2.94	0.10	0.04	
PJE. MAESTRANZA		38.67											
D-D	0.70	21.70	1.67	25.37	0.70	21.70	1.46	22.18	0.15	21.70	0.10	0.33	
D-D	0.70	1.50	0.95	1.00	0.70	1.50	0.74	0.78	0.15	1.50	0.10	0.02	
D-D	0.70	8.60	0.72	4.33	0.70	8.60	0.51	3.07	0.15	8.60	0.10	0.13	
D-D	0.70	6.87	0.82	3.94	0.70	6.87	0.61	2.93	0.15	6.87	0.10	0.10	
TOTALES				197.84	TOTALES				157.52	TOTALES			4.11



ITEM	DESCRIPCION	N° VECES	CANT.	DIMENSIONES			CANTIDADES		UND
				LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	
05.01.04.02.02	FIERRO CORRUGADO 5/8" incluye colocado +5% desperdicios							453.94	kg
				Fierro c/elem Ø	longitud	Kg / ml			
	V-1	2.00	6.00	5/8"	8.64	1.56	161.74		
	V-1	2.00	6.00	5/8"	9.14	1.56	171.10		
	V-C	2.00	4.00	1/2"	7.17	1.02	58.51		
	V-C	2.00	4.00	1/2"	7.67	1.02	62.59		
05.01.04.02.03	FIERRO LISO DE 3/8" incluye doblado y colocado +5% desperdicios							197.20	kg
				Fierro c/elem Ø	longitud	Kg / ml			
	V-1	2.00	32.00	3/8"	1.80	0.58	66.82		
	V-1	2.00	36.00	3/8"	1.80	0.58	75.17		
	V-C	2.00	32.00	3/8"	0.70	0.58	25.98		
	V-C	2.00	36.00	3/8"	0.70	0.58	29.23		
05.01.04.02.04	ENCOFRADO Y DEDESENCOFRADO							68.15	m2
	V-1	2.00		7.00	1.70		23.80		
	V-1	2.00		7.50	1.70		25.50		
	V-C	2.00		7.00	0.65		9.10		
	V-C	2.00		7.50	0.65		9.75		
05.01.04.03	COLUMNAS								
05.01.04.03.01	MORTERO F _c = 210 Kg/cm ² + 5% DESPERDICIOS							2.88	m3
	c-1	1.00	2.00	6.22	0.30	0.30	1.18		
	c-1	1.00	2.00	6.13	0.30	0.30	1.16		
	c-2	1.00	5.00	2.75	0.15	0.25	0.54		
05.01.04.03.02	FIERRO CORRUGADO 5/8" incluye colocado +5% desperdicios							275.03	kg
				Fierro c/elem Ø	longitud	Kg / ml			
	c-1	2.00	4.00	5/8"	7.53	1.56	93.97		
	c-1	2.00	4.00	5/8"	7.92	1.56	98.84		
	c-2	5.00	4.00	1/2"	4.03	1.02	82.21		
05.01.04.03.03	FIERRO LISO DE 3/8" incluye doblado y colocado +5% desperdicios							114.03	kg
				Fierro c/elem Ø	longitud	Kg / ml			
	c-1	2.00	34.00	3/8"	1.05	0.58	41.41		
	c-1	2.00	36.00	3/8"	1.05	0.58	43.85		
	c-2	5.00	16.00	3/8"	0.62	0.58	28.77		
05.01.04.03.04	ENCOFRADO Y DEDESENCOFRADO							40.64	m2
	c-1	2.00		1.20		6.22	14.93		
	c-1	2.00		1.20		6.13	14.71		
	c-2	5.00		0.80		2.75	11.00		
	C - 1 SECCION 1 - 1 ESC: 1/20 C - 2 SECCION 3 - 3 ESC: 1/20								

ITEM	DESCRIPCION	N° VECES	CANT.	DIMENSIONES			CANTIDADES		UND
				LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	
05.01.04.04	LOSA MACISA								
05.01.04.04.01	MORTERO f'c = 210 Kg/cm2 + 5% DESPERDICIOS							7.88	m3
	losa	1.00		7.50	7.00	0.15	7.88		
05.01.04.04.02	FIERRO CORRUGADO 5/8" incluye colocado +5% desperdicios							1,538.78	kg
				Fierro c/elem Ø	longitud	Kg / ml			
		2.00	32.00	5/8"	7.10	1.56	708.86		
		2.00	35.00	5/8"	7.60	1.56	829.92		
05.01.04.04.03	ENCOFRADO Y DEDESENCOFRADO							44.16	m2
	losa	1.00		6.90	6.40		44.16		
05.01.04.05	ESCALERA				AREA				
05.01.04.05.01	MORTERO f'c = 175 Kg/cm2 + 5% DESPERDICIOS	1.00		1.60	3.12		4.99	4.99	m3
				Fierro c/elem Ø	longitud	Kg / ml 1.02			
05.01.04.05.02	FIERRO CORRUGADO DE 3/8". incluye colocado +5% desperdicios.							80.70	kg
	transversal inferior	1.00	7.00	3/8"	5.76	0.58	23.39		
	transversal superior	1.00	7.00	3/8"	5.76	0.58	23.39		
	longitudinal inferior	1.00	27.00	3/8"	1.50	0.58	23.49		
	longitudinal superior	1.00	12.00	3/8"	1.50	0.58	10.44		
05.01.04.05.03	ENCOFRADO Y DEDESENCOFRADO							14.28	m2
	losa inferior	1.00		4.51	1.60		7.22		
	laterales	2.00		4.51	0.40		3.61		
	pasos	12.00		1.60	0.18		3.46		
									
05.01.05	MUROS DE ALBAÑILERIA								
05.01.05.01	MURO DE LADRILLO TUBULAR(10.5*16.5*21) aparejo de sogá, junta 1.5cm. c.a=1:5					sun parc.		47.02	m2
	Frontal	1.00			6.40	3.00	19.20		
	descuento puerta	-1.00			1.60	2.75	-4.40		
	descuento ventana	-2.00			2.30	1.50	-6.90		
	Posterior	1.00			6.40	3.00	19.20		
	descuento ventana	-2.00			3.08	1.50	-9.24		
	descuento de columna	-1.00			0.25	3.00	-0.75		
	Lateral	2.00			6.90	3.00	41.40		
	descuento de ventana	-2.00			3.33	1.50	-9.99		
	descuento de columna	-2.00			0.25	3.00	-1.50		
									

ITEM	DESCRIPCION	N° VECES	CANT.	DIMENSIONES			CANTIDADES		UND
				LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	
05.01.06	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA								
05.01.06.01	TIJERAL DE MADERA ASERRADA TIPO T-1, (11.11 X 2.05)							2.00	und.
		2.00					2.00		
05.01.06.02	TIJERAL DE MADERA ASERRADA TIPO T-2, (4.05 X 2.05)							4.00	und.
		4.00					4.00		
05.01.06.03	COBERTURA DE CALAMINA CORRUGADA e = 0.23 mm 3' x 6' + correas longitudinales 2"x4" c/preservante							60.40	m2
		4.00	Area	15.10			60.40		
05.01.06.04	FRISOS DE CALAMINA LISA							23.62	m
		2.00		5.20			10.40		
		2.00		6.61			13.22		
05.01.06.05	CUMBRERA DE CALAMINA LISA.							22.22	m
		2.00		11.11			22.22		
05.01.06.06	CANAleta DE EVACUACION PLUVIAL c/elemento de sujecion. soldad. y coloc.							31.40	m
		1.00		31.40			31.40		
05.01.06.07	BAJADA DE AGUA DE LLUVIA DE 4" inc. elementos de sujecion.							20.84	m
		4.00		5.21			20.84		
05.01.06.08	CIELORASO CON PLANCHA PANEL DE FIBROCEMENTO e = 4mm + soportes según planos							48.24	m2
		1.00		7.20	6.70		48.24		
									
05.01.07	REVOQUES Y ENLUCIDOS								
05.01.07.01	TARRAJEO FROTACHADO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES c:a =1:5 e=1.5cm.							94.04	m2
	partida 03.05.01	2.00		47.02			94.04		
05.01.07.02	TARRAJEO FROTACHADO EN VIGAS Y COLUMNAS							163.04	m2
	Partida 03.04.03.05	1.00		40.64			40.64		
	Partida 03.04.04.04	1.00		68.15			68.15		
	V-101	2.00		7.00	0.30		4.20		
	V-102	1.00		7.50	0.30		2.25		
05.01.07.03	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS c:a 1:5 e=1.5							33.52	m
	puerta	2.00		2.75			5.50		
		1.00		1.60			1.60		
	ventana	2.00		2.30			4.60		
		6.00		1.50			9.00		
		2.00		3.08			6.16		
		2.00		3.33			6.66		
05.01.07.04	REVESTIMIENTO EN GRADAS Y ESCALERA, (pasos y contrapasos)							14.28	m
	Patida 03.04.06.03	1.00		14.28			14.28		

Presupuesto

Presupuesto	0493002	ALCANTARILLADO CONVENCIONAL EN LA CALLE GAROTE		
Subpresupuesto	001	ALCANTARILLADO CONVENCIONAL EN LA CALLE GAROTE		
Cliente	UCP		Costo al	29/11/2016
Lugar	LORETO - MAYNAS - BELEN			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				30,477.40
01.01	CARTEL DE OBRA DE (1.80 X 3.60M) DE GIGANTOGRAFICA, bastidor de madera 2" x 2".	und	1.00	1,170.22	1,170.22
01.02	ALQUILER DE OFICINA Y ALMACEN	mes	6.00	500.00	3,000.00
01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ton	10.00	2,000.00	20,000.00
01.04	POZA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LADRILLO TARRAJEADO DE (1.00 X 2.00 X 1.20) m.	und	2.00	1,153.59	2,307.18
01.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	VJE	2.00	2,000.00	4,000.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				2,683.82
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL (Con pico, lampa y carretilla)	m2	526.22	1.66	873.53
02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO (con teodolito o nivel)	m2	526.22	2.49	1,310.29
02.03	ABASTECIMIENTO DE AGUA PROVISIONAL	GBL	1.00	500.00	500.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				226,294.72
03.01	CORTES Y EXCAVACIONES				154,712.14
03.01.01	EXCAVACION PARA CAJA DISTRIBUIDORA	m3	18.72	41.86	783.62
03.01.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA RED DE DESAGUE	m3	2,109.53	41.86	88,304.93
03.01.03	EXCAVACION DE ZANJA PARA CAMA DE ARENA DE 0.1 m	m3	87.70	45.43	3,984.21
03.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 100M. DE LA OBRA c/ maquinaria + 25% ESPONJ.	M3.	2,660.31	23.17	61,639.38
03.02	NIVELACIONES				3,420.59
03.02.01	REFINE Y NIVELACION EN FONDO DE ZANJA PARA RED DE DESAGUE	m2	932.04	3.67	3,420.59
03.03	RELLENOS				68,161.99
03.03.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 EN ZANJA DE TUBERIA DE RED DE DESAGUE	M3.	1,869.85	31.48	58,862.88
03.03.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 DE ZANJA DE TUBERIA DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	M3.	9.83	31.48	309.45
03.03.03	CAMA DE ARENA e=0.10 m	m2	877.04	10.25	8,989.66
04	RED DE DESAGUE				48,773.71
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF ISO 4435 S-25 Ø 160mm	ml	438.52	64.63	28,341.55
04.02	CACHIMBA PVC Ø 160 mm Pesado ISO - 25	und	78.00	57.03	4,448.34
04.03	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 160mm inc. Caja de registro	und	78.00	99.82	7,785.96
04.04	DADOS DE ANCLAJE PARA ACCESORIOS	und	78.00	73.28	5,715.84
04.05	PRUEBA HIDRAULICA RED DE DESAGUE PVC	m	438.52	5.66	2,482.02
05	OBRAS COMPLEMENTARIAS				130,990.16
05.01	CONSTRUCCION DE BUZON N° 01 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.225m	und	1.00	4,163.57	4,163.57
05.02	CONSTRUCCION DE BUZON N° 02 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.302m	und	1.00	4,262.56	4,262.56
05.03	CONSTRUCCION DE BUZON N° 03 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.503m	und	1.00	4,894.42	4,894.42
05.04	CONSTRUCCION DE BUZON N° 04 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.207m	und	1.00	6,114.85	6,114.85
05.05	CONSTRUCCION DE BUZON N° 05 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.363m	und	1.00	6,504.80	6,504.80
05.06	CONSTRUCCION DE BUZON N° 05A DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.138m	und	1.00	6,112.42	6,112.42
05.07	CONSTRUCCION DE BUZON N° 06 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.903m	und	1.00	7,384.91	7,384.91
05.08	CONSTRUCCION DE BUZON N° 07 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=3.546m	und	1.00	8,428.64	8,428.64
05.09	CONSTRUCCION DE BUZON N° 08 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.933m	und	1.00	5,441.64	5,441.64
05.10	CONSTRUCCION DE BUZON N° 09 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.872m	und	1.00	5,331.67	5,331.67
05.11	CONSTRUCCION DE BUZON N° 10 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.10m	und	1.00	4,009.90	4,009.90
05.12	CONSTRUCCION DE BUZON N° 11 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.25m	und	1.00	4,207.78	4,207.78

05.13	CONSTRUCCION DE BUZON N° 12 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=0.95m	und	1.00	3,644.94	3,644.94
05.14	CONSTRUCCION DE BUZON N° 13 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.25m	und	1.00	4,207.78	4,207.78
05.15	CONSTRUCCION DE BUZON N° 14 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.028m	und	1.00	5,562.22	5,562.22
05.16	CONSTRUCCION DE BUZON N° 15 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=4.726m	und	1.00	10,624.85	10,624.85
05.17	CONSTRUCCION DE BUZON N° 15A DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=2.486m	und	1.00	6,503.13	6,503.13
05.18	CONSTRUCCION DE BUZON N° 15B DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.816m	und	1.00	5,286.70	5,286.70
05.19	CONSTRUCCION DE BUZON N° 16 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=1.45m	und	1.00	4,475.15	4,475.15
05.20	CONSTRUCCION DE BUZON N° 17 DE MORTERO ARMADO f'c=210 kg/cm2 Ø 1.20m, h=3.799m	und	1.00	8,902.03	8,902.03
05.21	TAPA DE MORTERO F'C=210 KG/CM2	und	20.00	93.45	1,869.00
05.22	CAJA DISTRIBUIDORA	und	78.00	167.40	13,057.20
Costo Directo					439,219.81

SON : CUATROCIENTOS TRENTINUEVE MIL DOSCIENTOS DIECINUEVE Y 81/100 NUEVOS SOLES

Evaluación económica y comparación de indicadores

ALCANTARILLADO CONVENCIONAL A PRECIO PRIVADO

SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL										
EVALUACION ECONOMICA A PRECIO PRIVADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (COSTO - EFECTIVIDAD)										
COSTOS										ALTERNATIVA 1
COSTO DE INVERSION INICIAL										621,935.25
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO										0.00
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO										57,800.00
COSTO TOTAL										679,735.25
Calculando el valor actual de las Alternativas a una tasa de descuento 9.00%										
AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	INVERSION				COSTOS OPERACIÓN Y MANTE		COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(Nº 1)
		INICIAL+ REINVERSIONES	REINVERSIONES RED DE ALCANT	CONEXIONES NUEVAS	REPOSICION SISTEMA DE BOMBEO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	621,935.25						621,935.25		621,935.25
1	0.92			0.00		641.30	0.00	0.00	641.30	588.35
2	0.84			7,426.29		761.30	0.00	7,426.29	761.30	6,891.33
3	0.77			7,805.79		641.30	0.00	7,805.79	641.30	6,522.70
4	0.71			7,895.11		761.30	0.00	7,895.11	761.30	6,132.42
5	0.65			7,984.42		641.30	0.00	7,984.42	641.30	5,606.13
6	0.60			8,675.37		761.30	0.00	8,675.37	761.30	5,626.78
7	0.55			8,470.25		641.30	0.00	8,470.25	641.30	4,984.33
8	0.50			9,173.97		761.30	0.00	9,173.97	761.30	4,986.18
9	0.46			9,276.04		641.30	0.00	9,276.04	641.30	4,566.22
10	0.42			9,378.12		761.30	0.00	9,378.12	761.30	4,283.00
11	0.39			9,791.65		641.30	0.00	9,791.65	641.30	4,043.11
12	0.36			10,211.55		761.30	0.00	10,211.55	761.30	3,901.23
13	0.33			10,637.84		641.30	0.00	10,637.84	641.30	3,679.02
14	0.30			10,752.68		761.30	0.00	10,752.68	761.30	3,445.52
15	0.27			11,507.43		641.30	0.00	11,507.43	641.30	3,335.29
16	0.25			11,308.69		761.30	0.00	11,308.69	761.30	3,040.06
17	0.23			12,076.20		641.30	0.00	12,076.20	641.30	2,938.67
18	0.21			12,203.79		761.30	0.00	12,203.79	761.30	2,748.52
19	0.19			12,988.32		641.30	0.00	12,988.32	641.30	2,650.82
20	0.18			13,124.42		761.30	0.00	13,124.42	761.30	2,477.64
VALOR ACTUALIZADO										704,382.56
VALOR ACTUAL EQUIVALENTE										
n										20 años
Tasa de descuento										9.00%
Factor de recuperación de capital										0.110
VACT PP										704,382.56
VAE PP										77,162.63
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO										
Nº BENEFICIARIOS AL AÑO 1										398
Nº BENEFICIARIOS AL AÑO 20										591
CE/B ALTERNATIVA Nº 01 =										SI. 1,424.43

430.34
224.00

ALCANTARILLADO CONVENCIONAL PRECIO SOCIAL

SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL										
EVALUACION ECONOMICA A PRECIO PRIVADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (COSTO - EFECTIVIDAD)										
COSTOS										ALTERNATIVA 1
COSTO DE INVERSION INICIAL										493,729.98
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO										0.00
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO										57,800.00
COSTO TOTAL										551,529.98
Calculando el valor actual de las Alternativas a una tasa de descuento 9.00%										
AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	INVERSION				COSTOS OPERACIÓN Y MANTE		COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(Nº 1)
		INICIAL+ REINVERSIONES	REINVERSIONES RED DE ALCANT	CONEXIONES NUEVAS	REPOSICION SISTEMA DE BOMBEO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	493,729.98						493,729.98		493,729.98
1	0.92			0.00		538.69	0.00	0.00	538.69	494.21
2	0.84			6,238.08		639.49	0.00	6,238.08	639.49	5,788.72
3	0.77			6,556.86		538.69	0.00	6,556.86	538.69	5,479.07
4	0.71			6,631.89		639.49	0.00	6,631.89	639.49	5,151.23
5	0.65			6,706.91		538.69	0.00	6,706.91	538.69	4,709.15
6	0.60			7,287.31		639.49	0.00	7,287.31	639.49	4,726.50
7	0.55			7,115.01		538.69	0.00	7,115.01	538.69	4,186.84
8	0.50			7,706.13		639.49	0.00	7,706.13	639.49	4,188.39
9	0.46			7,791.88		538.69	0.00	7,791.88	538.69	3,835.62
10	0.42			7,877.62		639.49	0.00	7,877.62	639.49	3,597.72
11	0.39			8,224.98		538.69	0.00	8,224.98	538.69	3,396.21
12	0.36			8,577.71		639.49	0.00	8,577.71	639.49	3,277.03
13	0.33			8,935.79		538.69	0.00	8,935.79	538.69	3,090.37
14	0.30			9,032.25		639.49	0.00	9,032.25	639.49	2,894.23
15	0.27			9,666.24		538.69	0.00	9,666.24	538.69	2,801.64
16	0.25			9,499.30		639.49	0.00	9,499.30	639.49	2,553.65
17	0.23			10,144.01		538.69	0.00	10,144.01	538.69	2,468.48
18	0.21			10,251.19		639.49	0.00	10,251.19	639.49	2,308.76
19	0.19			10,910.19		538.69	0.00	10,910.19	538.69	2,226.69
20	0.18			11,024.51		639.49	0.00	11,024.51	639.49	2,081.22
VALOR ACTUALIZADO										562,985.72
VALOR ACTUAL EQUIVALENTE										
n										20 años
Tasa de descuento										9.00%
Factor de recuperación de capital										0.110
VACT PP										562,985.72
VAE PP										61,673.10
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO										
Nº BENEFICIARIOS AL AÑO 1										398
Nº BENEFICIARIOS AL AÑO 20										591
CE/B ALTERNATIVA Nº 01 =										\$/ 1,138.49
										343.96
										224.00

Presupuesto

Presupuesto 0493001 ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA ZONA BAJA DE BELEN
 Subpresupuesto 001 ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA ZONA BAJA DE BELEN
 Cliente UCP
 Lugar LORETO - MAYNAS - BELEN

Costo al 04/07/2016

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVICIONALES				6,207.25
01.01	CARTEL DE OBRA 1.80x3.60 PLANCHA DE ZINC LISO	und	1.00	1,170.07	1,170.07
01.02	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	mes	3.00	500.00	1,500.00
01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRAS	VJE	1.00	383.59	383.59
01.04	POZA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	und	1.00	1,153.59	1,153.59
01.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A OBRA	VJE	1.00	2,000.00	2,000.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				2,683.82
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	526.22	1.66	873.53
02.02	TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO (con teodolito o nivel) Inicio y Final	M2.	526.22	2.49	1,310.29
02.03	ABASTECIMIENTO DE AGUA PROVISIONAL	GBL	1.00	500.00	500.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRA				61,119.91
03.01	CORTES Y EXCAVACIONES				43,266.89
03.01.01	EXCAVACION MANUAL DE CAJA DE MORTERO DE 0.60 X 0.50 M	m3	13.10	41.86	548.37
03.01.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA RED DE DESAGUE	m3	597.82	41.86	25,024.75
03.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE OBRA	m3	763.65	23.17	17,693.77
03.02	NIVELACIONES				1,126.54
03.02.01	REFINE Y NIVELACION EN FONDO DE EXCAVACION PARA MURO DE CONTENCION	m2	306.96	3.67	1,126.54
03.03	RELLENOS				16,726.48
03.03.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 EN TUBERIAS	M3.	496.79	31.48	15,638.95
	CAMA DE ARENA DE 0.1 m	m2	106.10	10.25	1,087.53
04	REDES DE DESAGUE				84,749.75
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-10 Ø100mm - LINEA	ml	274.28	21.44	5,880.56
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF Ø 100mm - LINEA POR GRAVEDAD	ml	309.94	42.93	13,305.72
04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDP PE100 PN-10 Ø100mm-LINEA ACOMETIDA	ml	90.95	21.44	1,949.97
04.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UF Ø 100mm - LINEA DE VENTILACION	ml	234.00	42.93	10,045.62
04.05	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGUE PVC UF Ø 100mm inc. Caja de registro	und	78.00	68.48	5,341.44
04.06	ARQUETAS (Inc. sistema de valvulas al vacio)	und	23.00	400.00	9,200.00
04.07	ACCESORIOS				39,026.44
04.07.01	CODO 90 X 4" PVC UF	und	24.00	11.24	269.76
04.07.02	CODO 45° X 4" PVC UF	und	47.00	27.36	1,285.92
04.07.03	CODO 45° X 4" HDP	und	179.00	112.01	20,049.79
04.07.04	YEE HDP DE 4"	und	29.00	373.59	10,834.11
04.07.05	CODO 90 X 4" HDP	und	2.00	170.40	340.80
04.07.06	CACHIMBA PVC Ø 110 mm Pesado ISO - 25	und	54.00	44.90	2,424.60
04.07.07	PRUEBA HIDRAULICA RED AL VACIO HDP	und	675.17	5.66	3,821.46
05	OBRAS COMPLEMENTARIAS				54,003.53
05.01	ESTACIO AL VACIO				54,003.53
05.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				247.34
05.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	59.60	1.66	98.94
05.01.01.02	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO	m2	59.60	2.49	148.40
05.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRA				860.36
05.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ZAPATAS Y CIMIENTOS DE ESCALERA	m3	14.38	36.77	528.75
05.01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO y Compactación Con Plancha Compactadora	M3.	7.18	36.91	265.01
05.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 1000m. CON VOLQUETE	M3.	9.00	7.40	66.60
05.01.03	MORTERO SIMPLE				169.14
05.01.03.01	SOLADO MEZCLA 1:10 e=4" vaceado con carretilla	m2	7.90	21.41	169.14
05.01.04	MORTERO ARMADO				23,486.72
05.01.04.01	ZAPATAS				1,827.32
05.01.04.01.01	MORTERO f'c=210 Kg/cm2 (Zapatás)	M3.	5.78	246.14	1,422.69

05.01.04.01.02	ACERO CORRUGADO Ø 5/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Colocado +5% Desperdicios	kg	107.33	3.77	404.63
05.01.04.02	VIGAS				6,652.13
05.01.04.02.01	MORTERO f'c=210 Kg/cm2 (Columnas)	M3.	7.18	244.10	1,752.64
05.01.04.02.02	ACERO CORRUGADO Ø 5/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Colocado +5% Desperdicios	kg	453.94	3.77	1,711.35
05.01.04.02.03	ACERO CORRUGADO Ø 3/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Doblado +5% Desperdicios	kg	197.20	3.56	702.03
05.01.04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	M2.	68.15	36.48	2,486.11
05.01.04.03	COLUMNAS				3,628.37
05.01.04.03.01	MORTERO f'c=210 Kg/cm2 (Columnas)	M3.	2.88	244.10	703.01
05.01.04.03.02	ACERO CORRUGADO Ø 5/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Colocado +5% Desperdicios	kg	275.03	3.77	1,036.86
05.01.04.03.03	ACERO CORRUGADO Ø 3/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Doblado +5% Desperdicios	kg	114.03	3.56	405.95
05.01.04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	40.64	36.48	1,482.55
05.01.04.04	LOSA MACIZA				9,335.67
05.01.04.04.01	MORTERO f'c=210 Kg/cm2 (Columnas)	M3.	7.88	244.10	1,923.51
05.01.04.04.02	ACERO CORRUGADO Ø 5/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Colocado +5% Desperdicios	kg	1,538.78	3.77	5,801.20
05.01.04.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	44.16	36.48	1,610.96
05.01.04.05	ESCALERA				2,043.23
05.01.04.05.01	MORTERO f'c=210 Kg/cm2 (Columnas)	M3.	4.99	244.10	1,218.06
05.01.04.05.02	ACERO CORRUGADO Ø 5/8" ; Fy = 4,200 Kg/Cm2 Incluye Colocado +5% Desperdicios	kg	80.70	3.77	304.24
05.01.04.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	14.28	36.48	520.93
05.01.05	MUROS DE ALBAÑILERIA				2,093.33
05.01.05.01	MURO DE LADRILLO TUBULAR(10.5*16.5*21) aparejo de sogá caravista, junta 1.5cm. c:a=1:5	M2.	47.02	44.52	2,093.33
05.01.06	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA				7,901.48
05.01.06.01	TIJERAL DE MADERA ASERRADA TIPO T-1, (9.00 X 1.50)	und	2.00	12.75	25.50
05.01.06.02	TIJERAL DE MADERA ASERRADA TIPO T-2, (3.2 X 1.50)	und	4.00	12.75	51.00
05.01.06.03	COBERTURA DE CALAMINA CORRUGADA e = 0.23 mm 3' x 6' + correas longitudinales 2"x4" c/preservante	M2.	60.40	47.70	2,881.08
05.01.06.04	FRISOS DE CALAMINA LISA	m	23.62	23.42	553.18
05.01.06.05	CUMBRERA DE CALAMINA LISA.	m	22.16	13.55	300.27
05.01.06.06	CANAleta DE EVACUACION PLUVIAL c/elemento de sujecion. soldad. y coloc.	m	31.40	22.90	719.06
05.01.06.07	BAJADA DE AGUA DE LLUVIA DE 4" inc. elementos de sujecion.	pto	20.84	67.17	1,399.82
05.01.06.08	CIELORASO DE PLANCHA PANEL DE FIBROCEMENTO e = 4mm	M2.	48.24	40.87	1,971.57
05.01.07	REVOQUES Y ENLUCIDOS				5,320.33
05.01.07.01	TARRAJEO FROTACHADO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES c:a=1:5 e=1.5cm.	M2.	94.04	20.67	1,943.81
05.01.07.02	TARRAJEO FROTACHADO EN VIGAS Y COLUMNAS	M2.	163.04	14.31	2,333.10
05.01.07.03	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUETAS Y VENTANAS c:a 1:5 e=1.5 cm	m	33.52	9.47	317.43
05.01.07.04	REVESTIMIENTO EN GRADAS Y ESCALERA, (pasos y contrapasos)	m	14.28	36.62	522.93
05.01.07.05	TARRAJEO FROTACHADO DE FONDO DE ESCALERA	M2.	7.14	28.44	203.06
05.01.08	PISOS Y VEREDAS				1,312.44
05.01.08.01	PISO DE CEMENTO PULIDO e = 2" Con Mezcla c:a 1:4	m2	44.16	29.72	1,312.44
05.01.09	CARPINTERIA DE MADERA				6,120.69
05.01.09.01	VENTANA C/ MARCO DE MADERA + FIERRO LISO DE 1/2" Vertical	m2	26.13	153.43	4,009.13
05.01.09.02	PUERTA DE MADERA MACHIEMBRADA SEGUN DISEÑO DE DOBLE HOJA madera cedro incluye colocacion	M2.	4.40	479.90	2,111.56
05.01.10	CERRAJERIA				281.29
05.01.10.01	BISAGRA PREFABRICADA DE 5"	und	6.00	25.87	155.22
05.01.10.02	CERROJO DE 6" INC. SUMINISTRO Y COLOCACION	und	2.00	27.10	54.20
05.01.10.03	CHAPA PARA EXTERIOR, CON LLAVES 2 GOLPES	und	1.00	71.87	71.87
05.01.11	PINTURA				6,210.41
05.01.11.01	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES 2 manos	M2.	94.26	12.96	1,221.61
05.01.11.02	PINTURA LATEX EN VIGAS Y COLUMNAS 2 manos	M2.	163.04	15.78	2,572.77
05.01.11.03	PINTURA LATEX EN VESTIDURA DE DERRAMES 2 manos	m2	5.03	13.72	69.01
05.01.11.04	PINTURA LATEX EN CIELORASO 2 manos	M2.	48.24	16.25	783.90
05.01.11.05	PINTURA ANTICORROSIVA EN COBERTURA 2 manos previo lavado.	M2.	60.40	15.98	965.19
05.01.11.06	PINTURA LATEX EN LOSA 2 manos	m2	44.16	13.54	597.93
06	MAQUINARIA				239,400.00
06.01	MAQUINARIAS PARA LA ESTACION AL VACIO (INC. BOMBAS, VALVULAS, ETC)	und	1.00	239,400.00	239,400.00

SON : CUATROCIENTOS CUARENTIOCHO MIL CIENTO SESENTICUATRO Y 26/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 29/11/2016 04:09:16 p.m.

ALCANTARILLADO AL VACIO A PRECIO PRIVADO

SISTEMA DE ALCANTARILLADO VACIO										
EVALUACION ECONOMICA A PRECIO PRIVADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (COSTO - EFECTIVIDAD)										
COSTOS								ALTERNATIVA 1		
COSTO DE INVERSION INICIAL								634,600.59		
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO								0.00		
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO								60,280.41		
COSTO TOTAL								694,881.00		
Calculando el valor actual de las Alternativas a una tasa de descuento								9.00%		
AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	INVERSION				COSTOS OPERACIÓN Y MANTE		COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(Nº 1)
		INICIAL+ REINVERSIONES	REINVERSIONES RED DE ALCANT	CONEXIONES NUEVAS	REPOSICION SISTEMA DE BOMBEO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	634,600.59						634,600.59		634,600.59
1	0.92			0.00		18,241.04	0.00	0.00	18,241.04	16,734.90
2	0.84			444.96		18,302.13	0.00	444.96	18,302.13	15,779.05
3	0.77			467.70		18,367.83	0.00	467.70	18,367.83	14,544.49
4	0.71			473.05		18,431.46	0.00	473.05	18,431.46	13,392.43
5	0.65			478.40		18,495.28	0.00	478.40	18,495.28	12,331.59
6	0.60			519.80		18,563.37	0.00	519.80	18,563.37	11,378.67
7	0.55			507.51		18,627.44	0.00	507.51	18,627.44	10,467.47
8	0.50			549.68		18,694.21	0.00	549.68	18,694.21	9,657.86
9	0.46			555.79		18,766.87	0.00	555.79	18,766.87	8,896.69
10	0.42			561.91		18,838.17	0.00	561.91	18,838.17	8,194.81
11	0.39			586.69		18,906.92	0.00	586.69	18,906.92	7,554.42
12	0.36			611.85		18,978.58	0.00	611.85	18,978.58	6,965.08
13	0.33			637.39		19,054.55	0.00	637.39	19,054.55	6,423.09
14	0.30			644.27		19,130.70	0.00	644.27	19,130.70	5,917.59
15	0.27			689.49		19,206.96	0.00	689.49	19,206.96	5,462.33
16	0.25			677.58		19,283.39	0.00	677.58	19,283.39	5,027.57
17	0.23			723.57		19,364.12	0.00	723.57	19,364.12	4,641.73
18	0.21			731.22		19,443.98	0.00	731.22	19,443.98	4,277.02
19	0.19			778.22		19,524.96	0.00	778.22	19,524.96	3,948.76
20	0.18			786.38		19,605.17	0.00	786.38	19,605.17	3,638.48
VALOR ACTUALIZADO										809,834.61
VALOR ACTUAL EQUIVALENTE										
n								20 años		
Tasa de descuento								9.00%		
Factor de recuperación de capital								0.110		
VACT PP								809,834.61		
VAE PP								88,714.53		
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO										
Nº BENEFICIARIOS AL AÑO 1								398		
Nº BENEFICIARIOS AL AÑO 20								591		
CE/B ALTERNATIVA Nº 01 =								S/. 1,637.68		

494.77

224.00

494.77

224.00

ALCANTARILLADO AL VACIO A PRECIO SOCIAL

SISTEMA DE ALCANTARILLADO AL VACIO										
EVALUACION ECONOMICA A PRECIO PRIVADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (COSTO - EFECTIVIDAD)										
COSTOS									ALTERNATIVA 1	
COSTO DE INVERSION INICIAL									444,029.47	
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO									0.00	
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO									60,280.41	
COSTO TOTAL									504,309.88	
Calculando el valor actual de las Alternativas a una tasa de descuento 9.00%										
AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	INVERSION				COSTOS OPERACIÓN Y MANTE		COSTOS INCREMENTALES		COSTOS ACTUALIZADOS(N° 1)
		INICIAL+ REINVERSIONES	REINVERSIONES RED DE ALCANT	CONEXIONES NUEVAS	REPOSICION SISTEMA DE BOMBEO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	INVERSIONES	CO&M	
0	1.00	444,029.47						444,029.47		444,029.47
1	0.92			0.00		15,082.22	0.00	0.00	15,082.22	13,836.90
2	0.84			355.93		15,133.53	0.00	355.93	15,133.53	13,037.17
3	0.77			374.11		15,188.73	0.00	374.11	15,188.73	12,017.37
4	0.71			378.39		15,242.17	0.00	378.39	15,242.17	11,066.00
5	0.65			382.68		15,295.78	0.00	382.68	15,295.78	10,189.92
6	0.60			415.79		16,561.65	0.00	415.79	16,561.65	10,123.09
7	0.55			405.96		16,615.47	0.00	405.96	16,615.47	9,311.31
8	0.50			439.69		16,671.56	0.00	439.69	16,671.56	8,587.56
9	0.46			444.58		16,732.59	0.00	444.58	16,732.59	7,908.85
10	0.42			449.47	0.00	16,792.49	0.00	449.47	16,792.49	7,283.19
11	0.39			469.29		16,850.24	0.00	469.29	16,850.24	6,711.89
12	0.36			489.42		16,910.43	0.00	489.42	16,910.43	6,186.25
13	0.33			509.85		16,974.24	0.00	509.85	16,974.24	5,702.94
14	0.30			515.35		17,038.21	0.00	515.35	17,038.21	5,252.84
15	0.27			551.53		17,102.27	0.00	551.53	17,102.27	4,846.64
16	0.25			542.00		17,166.47	0.00	542.00	17,166.47	4,460.23
17	0.23			578.78		17,234.28	0.00	578.78	17,234.28	4,116.12
18	0.21			584.90		17,301.36	0.00	584.90	17,301.36	3,791.78
19	0.19			622.50		17,369.39	0.00	622.50	17,369.39	3,499.24
20	0.18			629.02		17,436.76	0.00	629.02	17,436.76	3,223.49
VALOR ACTUALIZADO										595,182.23
VALOR ACTUAL EQUIVALENTE										
n									20 años	
Tasa de descuento									9.00%	
Factor de recuperación de capital									0.110	
VACT PP									595,182.23	
VAE PP									65,200.12	
COSTO EFECTIVIDAD POR BENEFICIARIO										
N° BENEFICIARIOS AL AÑO 1									398	
N° BENEFICIARIOS AL AÑO 20									591	
CE/B ALTERNATIVA N° 01 =									S/. 1,203.60	
									363.63	
									224.00	

363.63

224.00

GUÍA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO POR VACÍO

DIRECCIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO



Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVO.....	6
3.	ALCANCE	6
4.	DEFINICIONES.....	6
5.	SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO.....	8
5.1	ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL ALCANTARILLADO POR VACÍO	8
5.2	VENTAJAS DEL SISTEMA	9
5.3	COMPONENTES DEL SISTEMA.....	11
5.4	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	14
5.5	CONSIDERACIONES EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA.....	15
6.	REQUISITOS.....	17
6.1	REQUISITOS GENERALES	17
6.2	REQUISITOS PARA EL FUNCIONAMIENTO	17
6.2.1	De la Red de Alcantarillado por Gravedad.....	17
6.2.2	De las Cámaras Colectoras	17
6.2.2.1	Válvula de Vacío	19
6.2.2.2	Sensor de Nivel.....	20
6.2.2.3	Controlador de la Válvula de Vacío	20
6.2.3	De la Red de Alcantarillado por Vacío.....	20
6.2.3.1	Tamaño de la Tubería	20
6.2.3.2	Interconexión entre Válvula de Vacío y Red de Vacío	20
6.2.3.3	Conexión de Ramal con Red Principal.....	21
6.2.3.4	Medidas de Aislamiento	21
6.2.3.5	Válvulas de Interrupción o Aislamiento	21
6.2.3.6	Accesorios en la Red	22
6.2.3.7	Caudales Provenientes de Otras Redes y de Áreas Comerciales	22
6.2.4	De la Estación de Vacío.....	22
6.2.4.1	Tanque Recolector de Efluentes de la Estación de Vacío	22
6.2.4.2	Control de la Estación de Vacío	22
6.2.4.3	Nivel de Control	23

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

6.2.4.4	Generadores de Vacío	23
6.2.4.5	Capacidad del Equipo de Impulsión.	23
6.2.4.6	Diseño de las Bombas de Impulsión.....	24
6.2.4.7	Sustitución de las Bombas de Impulsión.....	24
6.2.4.8	Equipo Eléctrico a Prueba de Explosiones.	24
6.2.4.9	Válvulas de Retención.....	24
6.2.4.10	Control de Olores.....	24
6.2.4.11	Control de Ruidos.....	24
6.2.4.12	Generación de energía de emergencia	24
6.2.4.13	Equipos y Componentes	25
7.	DISEÑO	25
7.1	Principios Generales	25
7.2	Diseño de Tuberías	28
7.2.1	Gradiente de la Tubería.....	28
7.3	Diseño Hidroneumático.....	29
7.4	Diseño de la Estación de Vacío.....	29
8.	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	30
8.3	Sistema de Aviso y Localización	30
9.	INSPECCIÓN Y ENSAYOS.....	30
9.1	Ensayo de las Válvulas de Vacío	30
9.2	Ensayo de Tuberías.....	31
9.3	Ensayo en las Cámaras Colectoras	31
9.4	Ensayos de Puesta en Servicio	31
10.	PUESTA EN SERVICIO	32
ANEXO Nº 1: CONFIGURACIONES TÍPICAS DE CÁMARAS COLECTORAS.....		33
ANEXO Nº 2: CONFIGURACIONES TÍPICAS DE PERFILES DE REDES DE ALCANTARILLADO POR VACIO		36
ANEXO Nº 3: CONFIGURACIONES TÍPICAS DE PERFILES DE ESTACIONES DE VACIO.....		38
ANEXO Nº 5: RESUMEN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL DISEÑO		44
ANEXO Nº 7: ENSAYO DE TUBERÍAS		47

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 8: ENSAYO DE PRESIÓN INTERNA EN LAS CÁMARAS COLECTORAS	49
ANEXO Nº 9: ENSAYOS DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.....	50
ANEXO Nº 10: INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO	52

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Normas de la Dirección Nacional de Saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, es la unidad orgánica encargada de conducir el sistema de formulación, actualización y evaluación permanente de las normas que regulan el funcionamiento de las actividades del subsector saneamiento, según lo establece La Resolución Ministerial Nº 175-2003-VIVIENDA¹, modificada por Resolución Ministerial Nº 103-2009-VIVIENDA.

Los sistemas de recolección de las aguas residuales que se instalan en el país, tienden a ser sistemas que aprovechan la gravedad por su simplicidad en su operación y bajo de costo en su mantenimiento. En aquellos casos donde no es posible utilizar la gravedad para transportar las aguas residuales, se construyen estaciones de bombeo como estructura complementaria a la red de recolección para transportar estas aguas y conducir las hacia la planta de tratamiento y/o punto de disposición final.

Este tipo de sistemas de recolección no puede ser aplicado en todas las localidades de nuestro país debido a lo accidentado de algunas zonas geográficas, como es la región selva, donde el nivel freático está muy cercano a la superficie o incluso está permanentemente expuesto a inundaciones que impiden la instalación de sistemas de recolección convencional; postergando el acceso de esas poblaciones a este servicio. Este tema sin duda preocupa a los prestadores del servicio de alcantarillado sanitario, toda vez que la recolección de las aguas residuales es de su responsabilidad. Una opción para proveer estos servicios en localidades con las características antes señalada, es la construcción de alcantarillado por vacío, tecnología utilizada en muchos países de la región (Chile, Brasil, Costa Rica, Estados Unidos, otros), con muy buenos resultados.

Es importante señalar que esta tecnología no es nueva. El primero en aplicar el drenaje de presión negativa (llamada actualmente alcantarillado por vacío) fue el ingeniero holandés Liernur en la segunda mitad del siglo XIX, utilizándose en barcos, trenes y aviones durante mucho tiempo. A partir de 1959, se efectuaron mejoras técnicas en Suecia por Joel Liljendahl y luego fue lanzado al mercado por Electrolux. El alcantarillado por vacío para aguas residuales de viviendas, se instaló por primera vez en Europa en 1882, aunque fue a partir de los años 70 cuando empezó a generalizarse su uso. Hoy en día varios proveedores de sistemas de alcantarillado por vacío ofrecen una amplia gama de productos para diversas aplicaciones.

No hay duda que la tecnología de alcantarillado por vacío, permite dar solución a problemas constructivos y medioambientales en la prestación de un servicio tan básico como es la recolección de las aguas residuales en situaciones adversas, como las que se presentan en varias zonas de nuestro país. En razón de ello, se plantea la presente Guía de diseño de alcantarillado por vacío, que tiene la finalidad de difundir los principales criterios de diseño y construcción de sistemas de alcantarillado por vacío que transportan aguas residuales.

La presente guía está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

¹ Resolución Ministerial que aprueba la regulación de los órganos de menor nivel jerárquico que se encuentran en el ROF del Ministerio, así como de la Oficina de Coordinación Sectorial y Promoción Institucional.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

2. OBJETIVO

Difundir los principales criterios de diseño y construcción de sistemas de alcantarillado por vacío que transportan aguas residuales.

3. ALCANCE

La presente guía es de aplicación para todas aquellas entidades públicas o privadas que formulen o construyan sistemas de alcantarillado por vacío que transportarán aguas residuales. El sistema de alcantarillado por vacío se debe aplicar como última opción luego de haber evaluado técnicamente que no es posible la construcción del sistema de alcantarillado convencional (por gravedad o bombeo).

En todas las fases del proyecto de alcantarillado por vacío, debe intervenir un ingeniero sanitario colegiado, quien asume la responsabilidad de la puesta en marcha del sistema. El ingeniero responsable del diseño, no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

4. DEFINICIONES

En aplicación de la presente Guía, entiéndase por:

- a) **Acometida:** Parte de la red de vacío que conecta una cámara colectora a un ramal de la red o a la red principal de vacío.
- b) **Bombas de Impulsión:** Dispositivos instalados en la estación de vacío destinados a la succión de las aguas residuales procedentes de la red de vacío que se encuentran almacenadas en el Tanque de vacío.
- c) **Cámara Colectora:** Unidad conformada por un sumidero o pozo y una válvula de vacío. Por tanto no se requiere energía eléctrica, funciona por el vacío mismo.
- d) **Cavitación:** O aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli.
- e) **Controlador:** Dispositivo que al ser activado por el sensor de nivel, abre la válvula de vacío y tras el paso de las aguas residuales y aire, cierra dicha válvula.
- f) **Elevación:** Sección de la tubería de vacío con un incremento de altura en la dirección del caudal.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- g) **Entibados:** Colocación de maderos o tablas destinadas a sostener la tierra en las excavaciones.
- h) **Estación de Vacío:** Instalación que incluye generadores de vacío, tanque de vacío (o sumidero de acumulación de aguas residuales), bombas de impulsión y equipo de control. Por tanto requiere de energía eléctrica.
- i) **Estancamiento de Aguas:** Acumulación de aguas residuales en los puntos bajos de la red general que llena la sección transversal de la tubería de vacío.
- j) **Generador de Vacío:** Equipo de bombeo instalado en la estación de vacío para generar vacío en la red y en el tanque de vacío.
- k) **Gradiente:** Pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua.
- l) **Gradiente Natural:** Pendiente, respecto de la horizontal, del terreno.
- m) **Gradiente de la Tubería de Vacío:** Pendiente, respecto de la horizontal, de la tubería de vacío.
- n) **Perfil Longitudinal de la Red:** Desarrollo altimétrico de la red de vacío.
- o) **Ramal de Alcantarillado Sanitario al Vacío:** Tramo de la tubería de vacío en la que desembocan las acometidas.
- p) **Red de Alcantarillado por Gravedad:** Tramo de tuberías y accesorios que funcionan por gravedad y conducen las aguas residuales domésticas desde la conexión domiciliaria o caja de registro hasta la cámara colectora.
- q) **Red de Alcantarillado por Vacío:** Tuberías y Accesorios que funcionan por vacío, sometidas a presión negativa, y que conducen las aguas residuales de las cámaras colectoras a las estaciones de vacío.
- r) **Red Principal de Alcantarillado Sanitario por Vacío:** Tramo de la tubería de vacío en la que desembocan los ramales.
- s) **Sensor de Nivel:** Dispositivo que detecta la presencia de aguas residuales en la cámara colectora y activa el controlador de la válvula de vacío cuando se alcanza el volumen de activación.
- t) **Sifón:** Tubo en el que se hace el vacío y sirve para trasegar líquidos de un recipiente a otro.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- u) **Sumidero de la Cámara Colectora:** Sumidero o pozo de recolección destinado al almacenamiento de caudales de aguas residuales domésticas hasta alcanzar el nivel de activación de la válvula de vacío.
- v) **Tanque de vacío:** Tanque de almacenamiento sometido a presión negativa y conectada al generador de vacío y a la red principal de alcantarillado por vacío.
- w) **Tiempo de Recuperación de Vacío:** Tiempo que transcurre tras la operación de una válvula de vacío hasta que la presión negativa se restablece a un nivel suficiente para que la válvula pueda volver a operar.
- x) **Válvula de Vacío:** Válvula que permite el acceso del caudal de aguas residuales y aire a la red general de alcantarillado sanitario por vacío a través de la acometida.
- y) **Válvula Divisoria:** Válvulas que permiten compartimentar secciones de la red de vacío.
- z) **Volumen de Activación:** Volumen de aguas residuales acumuladas en el sumidero o pozo de la cámara colectora a partir del cual el sensor de nivel activa el controlador.

5. SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO

Los sistemas de alcantarillado por vacío de aguas residuales tienen como principio de funcionamiento la diferencia de presión entre la atmosférica y la presión negativa en la red colectora, y se utilizarán en situaciones adversas, donde las características geomorfológicas o geotécnicas del terreno impidan la construcción de sistemas de alcantarillado convencional (por gravedad o por bombeo).

5.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL ALCANTARILLADO POR VACÍO

El sistema de alcantarillado por vacío se debe aplicar como última opción luego de haber evaluado técnicamente que no es posible la construcción del sistema de alcantarillado convencional (por gravedad o bombeo).

Consecuentemente, luego de descartar técnicamente que no sea posible aplicar un sistema de alcantarillado convencional (por gravedad o bombeo), el sistema de alcantarillado por vacío se debe aplicar, cuando el proyecto se encuentre ubicado en terrenos que presenten, cuando menos, alguna de las siguientes características:

- a) Terrenos cuyo nivel freático sea alto, es decir que el nivel del agua se encuentre a una profundidad menor de 1.00 m, respecto del nivel del terreno;
- b) Terrenos inundables, en los que la inundación se presenta con una duración mínima de tres (3) meses durante el año;

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- c) Terrenos rocosos, establecido así luego de realizado el estudio de suelos, y que además abarque un mínimo de 80% de la longitud total donde se instalarán las redes de alcantarillado; y,
- d) Terrenos con pendiente negativa, que no permitan la instalación del alcantarillado por gravedad.

El uso de este sistema debe ser justificado con sustento técnico, económico, social y ambiental, cumpliendo las exigencias del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP.

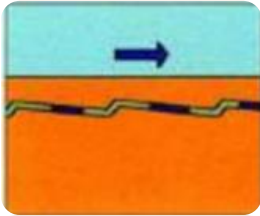
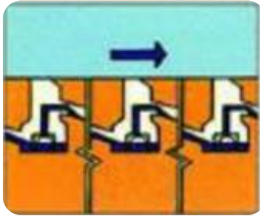
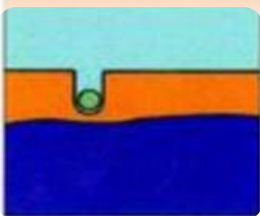
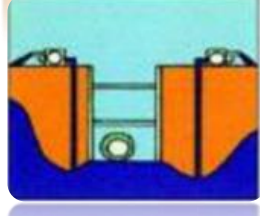
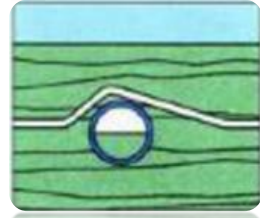
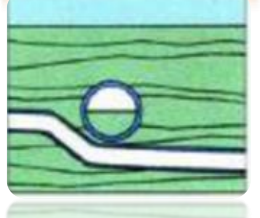
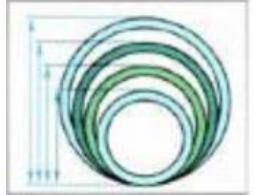
5.2 VENTAJAS DEL SISTEMA

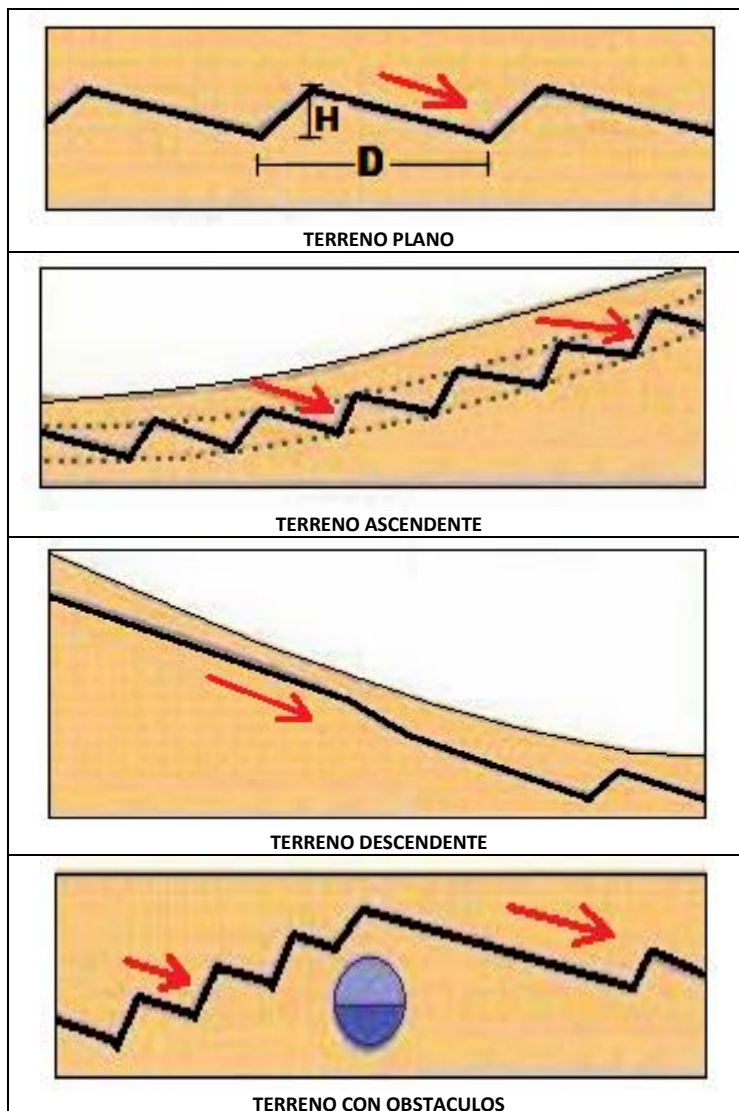
Las principales ventajas del sistema de alcantarillado por vacío son:

- ✓ Ahorro considerable en la construcción, respecto a los sistemas de bombeo convencionales.
- ✓ Período de construcción más corto, respecto a los sistemas de bombeo convencionales.
- ✓ Requiere pequeños gradientes, a diferencia de las redes de alcantarillado convencional que actúa por gravedad y requiere una gradiente para permitir una velocidad mínima de limpieza.
- ✓ Gran flexibilidad de la tubería para instalarse en todo tipo de terreno, ya sea en situaciones planas, ascendentes, descendentes y sorteando obstáculos.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Gráfico N° 1: Comparación del Sistema de Alcantarillado por Vacío con el Sistema de Alcantarillado Convencional (por gravedad o bombeo)

ALCANTARILLADO POR VACÍO	ALCANTARILLADO CONVENCIONAL
No requiere de grandes profundidades 	Numerosas estaciones de bombeo 
No requiere de bombas de presión ni entibados 	Bombas de depresión y entibados 
Pequeños diámetros y excavaciones 	Excavaciones anchas y profundas 
Completamente Seguro. Estanqueidad garantizada 	Fugas pueden contaminar el entorno 
Flexibilidad de la tubería para atravesar obstáculos 	Costosos desvíos y adaptaciones al terreno para atravesar obstáculos 
Tuberías de PVC o HDPE de 90 mm a 315 mm 	Tuberías de 200 mm hasta 400 mm 

*Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío***Gráfico N° 2: Ventajas para instalación de las tuberías****5.3 COMPONENTES DEL SISTEMA**

Son cuatro (4) los componentes principales de este sistema de recolección de aguas residuales por vacío:

- La red de alcantarillado por gravedad;
- La cámara colectora;
- La red de alcantarillado por vacío; y,
- La estación de vacío.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Imagen de una red de alcantarillado por gravedad



Imágenes de una cámara colectora



*Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío***Imágenes de una red de alcantarillado por vacío**

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Imágenes de la estación de vacío



5.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El recorrido de las aguas residuales hasta su tratamiento, ocurre de la siguiente manera:

- ✓ Los predios se conectan al sistema de alcantarillado sanitario a través de una caja de registro o conexión de desagüe, que deben contar obligatoriamente con su rejilla, para descargar los desagües por gravedad hacia el sumidero de la cámara colectora. Es importante mencionar que en los lugares en los que se presentan lluvias durante algunos meses del año, los predios deben tener separadas las descargas de sus aguas residuales con las aguas de lluvia, éstas deben ser descargadas hacia las calles o los sistemas pluviales establecidos en ciudad.
- ✓ La cámara colectora cuenta con un controlador, que apertura la válvula de vacío cuando el agua alcanza un nivel predeterminado, dejándola abierta el tiempo suficiente para que el diferencial de presión de aire del exterior y la red de alcantarillado por vacío, impulsen las aguas residuales acumuladas en el pozo de la cámara colectora.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- ✓ Una vez dentro de la red de vacío, las aguas residuales serán transportadas hacia la estación de vacío, debido a las presiones negativas que existen al interior de la red de colección, las aperturas de las otras válvulas de vacío instaladas en otras cajas colectoras y, considerando la diferencia de presión en distintas partes de las líneas de vacío, que permiten el transporte gradual de las aguas residuales al Tanque de vacío situados en la estación de vacío.
- ✓ Finalmente, las aguas residuales que ingresan al tanque receptor de la estación de vacío, son almacenadas hasta completar un determinado volumen. Alcanzado este volumen, se activan automáticamente las bombas de impulsión conectadas al sistema de evacuación. Las bombas tienen la función de impulsar las aguas residuales colectadas en el depósito de efluentes a través de una línea de impulsión, hacia el emisor principal que finalmente conducirá las aguas residuales hacia la planta de tratamiento.

5.5 CONSIDERACIONES EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

La válvula de vacío, es el elemento que vincula las viviendas con la red de alcantarillado por vacío. Una válvula de vacío puede transportar el flujo de máximo de ocho (8) conexiones domiciliarias o cajas de registro (de utilizarse para más conexiones se debe justificar técnicamente) que descargan por gravedad en la cámara colectora.

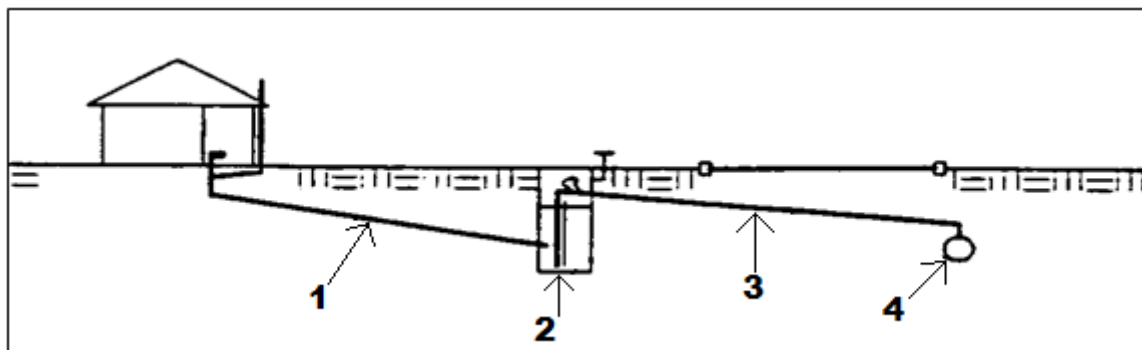
La válvula de vacío, se encuentra ubicada en el interior de la cámara colectora, por encima del sumidero o pozo y es operada y controlada neumáticamente (se activa por el vacío mismo); el mando de esta operación viene dado por un nivel o sensor instalado en el sumidero, el cual envía la señal de apertura cuando se acumula un volumen de cuarenta (40) litros de aguas residuales en el sumidero. Este dispositivo, puede ser del tipo tubo sensor. El aire contenido en el tubo del sensor, empuja el diafragma del controlador de la válvula, actuando el mecanismo para abrir la válvula de vacío.

Al abrirse esta válvula de vacío, la red de alcantarillado por vacío absorbe el fluido depositado en el sumidero o pozo de la cámara colectora, y al evacuarse las aguas residuales es sometida a la presión atmosférica, que hace que se invierta las presiones, lo que genera su cierre. Por lo general esta válvula permanece abierta de 3 a 5 segundos. Esta diferencia de presiones que se generan, impulsa las aguas residuales, y produce la desintegración de los sólidos, los que son arrastrados junto con los medios líquidos a la estación de vacío.

El aire atmosférico que ingresa por el tubo de ventilación genera una presión adicional que ayuda a expulsar el fluido. Si bien el tiempo de retención de aguas residuales acumulada en la cámara colectora es relativamente corto, es recomendable instalar un tubo de ventilación de diámetro mínimo 110 mm, en la salida de la vivienda o antes de la cámara recolectora, en prevención de que la válvula de vacío pueda poner en depresión la red de gravedad.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Figura Nº 1 - Alcantarillado desde un predio a la red de vacío



- 1 Desagüe por gravedad
- 2 Cámara colectora
- 3 Acometida
- 4 Red de alcantarillado por vacío

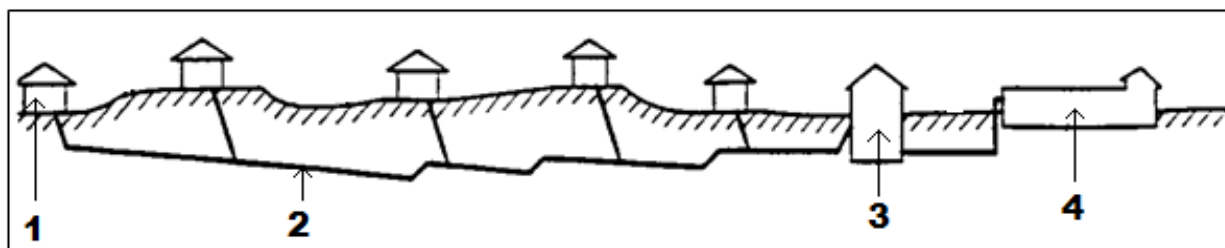
La presión negativa en la red de alcantarillado, que es la fuerza motriz del sistema por vacío, es generada por la estación de vacío que está ubicada al final de la red de recolección.

Es importante indicar que las bombas de vacío son responsables de retirar el aire dentro del tanque receptor y en consecuencia, también la red quedará en vacío. Así es como se llega a una presión negativa en relación a la presión atmosférica, en la red de recolección.

Las aguas residuales que discurren por la red de alcantarillado hacia el tanque recolector de la estación de vacío, por acción del vacío, son posteriormente bombeadas hacia el colector principal, que finalmente las conducen hacia la planta de tratamiento.

Es imprescindible que la estación de vacío cuente con un generador eléctrico fijo o móvil que mantenga al sistema en operación durante los cortes de energía del sistema público.

Figura Nº 2 - Sistema de alcantarillado por vacío de la cámara colectora a la planta de tratamiento



- 1 Cámara colectora
- 2 Red de alcantarillado por vacío
- 3 Estación de vacío
- 4 Planta de tratamiento

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

6. REQUISITOS

6.1 REQUISITOS GENERALES

El sistema debe transportar aguas residuales desde las válvulas de vacío hasta las estaciones de vacío cumpliendo los siguientes requisitos de funcionamiento:

- a) Las válvulas de vacío, las válvulas divisorias y las tuberías deben operar sin atascos;
- b) No deben ocurrir inundaciones, o deben estar limitadas a circunstancias concretas y frecuencias previstas;
- c) En condiciones normales no se puede producir desbordamiento del efluente en cualquier punto de la red de recolección o deben ser limitadas a las circunstancias identificadas en el proyecto, con frecuencias máximas aceptadas y previstas, siempre y cuando estas cumplan con la normativa vigente de alcantarillado sanitario. La sobrecarga de la cámara colectora y del alcantarillado sanitario debe estar limitada a circunstancias concretas y frecuencias previstas;
- d) El sistema no debe poner en peligro estructuras o servicios adyacentes ya existentes;
- e) El sistema debe ser hermético tanto al agua como al aire;
- f) No se debe producir malos olores, contaminación al suelo, a napas freáticas y a mantos acuíferos o ruido superior a lo establecido en la legislación nacional vigente; y,
- g) Se debe prever el mantenimiento de las instalaciones.

6.2 REQUISITOS PARA EL FUNCIONAMIENTO

6.2.1 De la Red de Alcantarillado por Gravedad

Los colectores que conducen los desagües por gravedad hacia las cámaras colectoras, deben cumplir lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)². Cuando se instalen válvulas que permitan la entrada de aire a los nuevos desagües por gravedad, se debe tener en cuenta en el diseño su compatibilidad con el sistema de alcantarillado por vacío.

6.2.2 De las Cámaras Colectoras

La cámara debe resistir fuerzas exteriores y la presión interior producida por el agua. La cámara debe ser hermética. Se debe disponer de los medios necesarios para prevenir la entrada de aguas superficiales. Aquellas propiedades situadas a distintas alturas deben tener cámaras independientes cuando haya riesgo de que las aguas residuales de una propiedad puedan inundar otra. Historiales de funcionamiento previo o cálculos de conductividad térmica deben demostrar que el mecanismo de la válvula funcionará en situaciones extremas de temperatura.

² Aprobado por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, publicado en el Diario Oficial El Peruano el 8 de mayo de 2006.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Nota: Podrán ser conectadas a una misma cámara colectora, una o más conexiones domiciliarias (o cajas de registro). El número de conexiones deberá guardar relación con el volumen de activación de la cámara colectora.

Las cámaras colectoras para recibir las aguas residuales de los predios deben proporcionar una capacidad de almacenamiento mínima del 25% del caudal medio diario en caso de un fallo en el suministro de energía o emergencia similar; se podrá tener en cuenta la capacidad de almacenamiento del sistema por gravedad.

La cámara colectora debe ser construida de un material resistente a la corrosión y que no resulte afectado por el contacto de aguas residuales. La superficie interior del sumidero o pozo debe ser lisa. El sumidero o pozo debe tener la pendiente suficiente para que el caudal impida su atasco. El material de construcción deberá garantizar la hermeticidad bajo condiciones sísmicas. De preferencia se deberá utilizar materiales que no sean frágiles a fin de evitar fisuras por efectos de microsismos o sismos.

En aquellas cámaras colectoras dónde la válvula de vacío esté situada por encima de la cámara colectora se debe proveer una plataforma de trabajo por razones de higiene y seguridad.

El sumidero o pozo de la cámara colectora debe estar suficientemente ventilado como para permitir la entrada de aire sin producir ruidos. El sumidero o pozo debe garantizar que el funcionamiento del sistema de vacío no absorba el agua de los sifones de los tramos gravitacionales.

En el Anexo Nº 1 se muestran las diferentes configuraciones de cámaras colectoras de los sistemas de alcantarillado por vacío.

A continuación, se muestran imágenes de la instalación de una cámara colectora.



Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío**6.2.2.1 Válvula de Vacío**

En caso de que la válvula de vacío falle, debe permanecer cerrada para evitar la inundación de la cámara colectora con agua residual proveniente desde la acometida.

El vacío en la red debe garantizar que la válvula esté adecuadamente encajada. Cuando la válvula esté abierta, el paso del caudal no debe obstruir el mecanismo de la válvula. La válvula debe evacuar por lo menos el volumen de activación cada vez que opere. Las válvulas instaladas en las cámaras colectoras deben ser capaces de funcionar sumergidas siempre y cuando el respiradero no lo esté.

La válvula de vacío y/o el sistema de control deben estar dispuestos de tal manera que puedan ser reemplazados en menos de treinta (30) minutos.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

6.2.2.2 Sensor de Nivel

La válvula de vacío debe estar equipada con un sensor que determine el nivel que alcanzan las aguas residuales dentro de la cámara colectora. Este sensor debe ser diseñado para resistir obstrucciones. Se utiliza tuberías sensoras cuyo diámetro interno no debe ser menor a 45 mm. Al subir el nivel en el sumidero de la cámara colectora, el nivel del agua comienza a subir en la tubería sensora, empujando el aire atrapado. Cuando se logra el volumen de activación el empuje del aire activa el controlador. No son aceptables sensores de nivel basados en boya o flotador o con partes móviles en contacto con el agua residual.

6.2.2.3 Controlador de la Válvula de Vacío

El controlador debe abrir la válvula sólo si hay un vacío mínimo de 15 kPa por debajo de la presión atmosférica y debe mantenerla abierta completamente al menos hasta que el volumen de activación haya sido evacuado. Si el sistema ha sido proyectado para admitir la entrada de aire después de que las aguas residuales hayan sido evacuadas, el controlador debe mantener la válvula abierta durante un periodo adicional. El controlador debe ser ajustable de forma que pueda obtenerse una variedad de proporciones aire/agua residual. Los controladores instalados en las cámaras colectoras deben ser capaces de operar sumergidos.

6.2.3 De la Red de Alcantarillado por Vacío

Los componentes de la red de alcantarillado por vacío incluyendo juntas, tubos, piezas de ajuste, los materiales de sellado, etc., deben cumplir las especificaciones para tuberías a presión.

En el Anexo N° 2 se muestran las diferentes configuraciones de perfiles de las redes de alcantarillado por vacío.

6.2.3.1 Tamaño de la Tubería

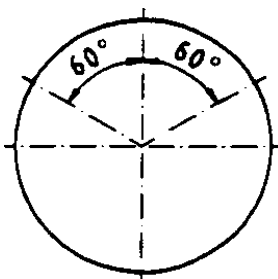
El diámetro nominal (DN) como el diámetro interno (DI) de la tubería de succión no deben ser mayor que el de la válvula de vacío, mínimo 75 mm. El diámetro mínimo de las acometidas debe ser 110 mm, además debe ser mayor que el de la tubería de succión.

6.2.3.2 Interconexión entre Válvula de Vacío y Red de Vacío

Las acometidas a partir de la válvula de vacío deben perder cota para conectarse en la zona superior de la tubería de la red de vacío en el arco comprendido entre $\pm 60^\circ$ medidos a partir del eje vertical de la sección.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Figura Nº 3 - Acometida

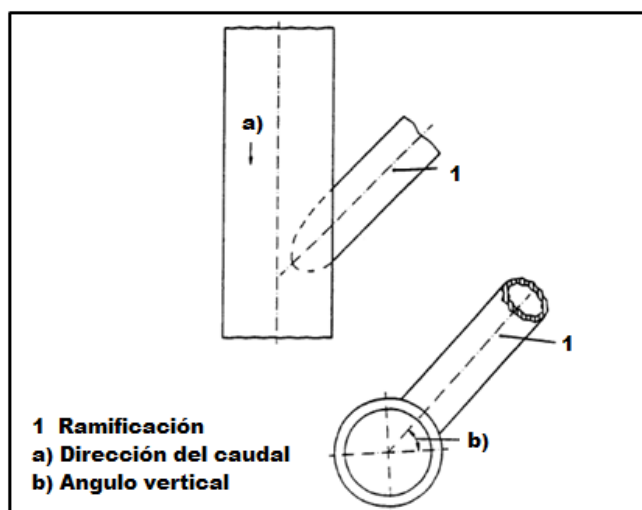


6.2.3.3 Conexión de Ramal con Red Principal

La conexión de la tubería con la red principal de alcantarillado por vacío debe realizarse con empalmes siempre por encima del eje horizontal de la sección.

En planta, el ángulo del empalme debe garantizar que el caudal proveniente de la tubería, fluya en dirección hacia la estación de vacío y que se minimicen los flujos en dirección contraria. No se deben producir conexiones a menos de 2 m del comienzo de una elevación de la tubería.

Figura Nº 4 - Ramal



6.2.3.4 Medidas de Aislamiento

Como máximo, cada 450 m se debe poder aislar tramos de la red de alcantarillado por vacío con válvulas de interrupción, a fin de permitir reparaciones y localizar fallos. En los ramales dicha distancia debe ser como máximo de 200 m.

6.2.3.5 Válvulas de Interrupción o Aislamiento

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación. Las válvulas de aislamiento deben poder operar con aguas residuales sometidas tanto a

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

vacío como a presión. Deben ser capaces de resistir un vacío diferencial de 80 kPa por debajo de la presión atmosférica.

6.2.3.6 Accesorios en la Red

Se deben evitar codos pronunciados en la red. Se recomienda utilizar doble codo de 45°.

6.2.3.7 Caudales Provenientes de Otras Redes y de Áreas Comerciales

Cuando las tuberías de vacío sean utilizadas para interceptar otras redes de desagüe, se deben especificar los criterios utilizados en el diseño para estimar el rendimiento del sistema incluyendo el máximo caudal admisible. Ello con la finalidad de dimensionar apropiadamente el volumen de activación de la cámara colectora y la cantidad de válvulas de vacío a utilizar.

6.2.4 De la Estación de Vacío

Cada estación de vacío debe tener por lo menos un tanque recolector o un pozo de acumulación de efluentes domésticos.

En el Anexo N° 3 se muestran las diferentes configuraciones de estaciones de vacío de los sistemas de alcantarillado por vacío.

6.2.4.1 Tanque Recolector de Efluentes de la Estación de Vacío

Cada tanque recolector debe estar dotado con el número necesario de entradas y salidas de agua residual convenientemente dimensionadas. Estas tuberías deben formar con la cámara una pieza única. Ninguna tubería de entrada debe estar conectada por debajo del nivel de parada de emergencia del sistema. Las tuberías de entrada y salida deben estar situadas de tal manera que favorezcan el flujo y eviten la formación de residuos sólidos en el tanque.

Debe ser posible la inspección interna del tanque recolector, para ello debe estar dotado de aperturas de servicio que permitan su inspección y limpieza. Además debe estar dotado con un sistema de control de nivel que sea adecuado para operar en condiciones de vacío y sea fácilmente extraíble para ajustarlo o reemplazarlo.

6.2.4.2 Control de la Estación de Vacío

Los controles de la estación de vacío deben permitir la selección de los generadores de vacío y bombas de impulsión de servicio, complementarios (si los hubiera) o de reserva. En caso de fallo, los controles deben activar automáticamente las unidades de reserva. Los generadores de vacío se controlarán mediante la vigilancia del nivel de vacío en el tanque.

Los generadores de vacío dispondrán de interruptores ajustables de presión que permitirán su funcionamiento al nivel deseado.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

6.2.4.3 Nivel de Control

El sistema de control de nivel debe responder si se alcanzan los siguientes niveles de agua residual en los tanques de vacío o sumideros de almacenamiento:

Nivel de desactivación de emergencia	✓ Desactivación del generador de vacío ✓ Funcionamiento de la(s) bomba(s) de impulsión
Nivel de comienzo	✓ Puesta en marcha de la(s) bomba(s) de impulsión
Nivel normal de desactivación	✓ Desactivación de la(s) bomba(s) de impulsión

Deben de disponerse los siguientes sistemas de alarma con sistemas de control remoto apropiados:

- ✓ Alarma debida a un bajo nivel de vacío, indica que el sistema de vacío se encuentra por debajo del nivel mínimo preestablecido.
- ✓ Alarma debida a un alto nivel de aguas residuales, indica que el nivel de aguas residuales en el tanque de vacío o pozos de acumulación de aguas residuales se encuentra por encima del nivel establecido.
- ✓ Alarma de emergencia, indica que un elemento importante de la planta ha fallado, que el tiempo máximo establecido de funcionamiento del generador de vacío ha sido excedido, o que hay un fallo en el suministro de energía.

Los sensores de nivel del depósito deben poder ser desmontados, limpiados y sustituidos sin necesidad de abrir el tanque de vacío.

6.2.4.4 Generadores de Vacío

Los generadores de vacío deben tener capacidad suficiente para hacer funcionar el sistema. Un mínimo de dos (2) generadores de igual capacidad deben ser instalados, de tal manera que uno pueda ser retirado del servicio por mantenimiento, sin que haya una pérdida en la capacidad del sistema.

Debe especificarse el tipo de generador de vacío y su capacidad mínima, además del equipo de descarga y su capacidad mínima. Las bombas de vacío deben ser capaces de ponerse un mínimo de doce (12) veces en marcha por hora además de poder operar en modo continuo, bajo un régimen de veinticuatro (24) horas al día, los trescientos sesenta y cinco (365) días del año.

6.2.4.5 Capacidad del Equipo de Impulsión.

Las bombas de impulsión utilizadas para el vertido de las aguas residuales deben tener la capacidad suficiente para hacer funcionar el sistema.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

6.2.4.6 Diseño de las Bombas de Impulsión.

Cuando se utilicen bombas de impulsión deben estar preparadas para funcionar sin obstruirse y bajo presiones negativas sin cavitación. Deben ser capaces de ponerse en funcionamiento un mínimo de doce (12) veces cada hora. Aquellos sistemas al servicio de veinte (20) o más predios deben estar provistos de bombas de ayuda con la misma capacidad, de tal manera que se pueda retirar una del servicio por mantenimiento sin que haya una pérdida en la capacidad del sistema.

Cuando sea necesario, la salida de una bomba de impulsión por centrifugado se conectará al Tanque de vacío mediante conexiones igualadoras de presión para prevenir la cavitación o garantizar que la entrada de la bomba esté siempre inundada.

6.2.4.7 Sustitución de las Bombas de Impulsión.

Las bombas de impulsión que estén situadas fuera del tanque receptor deben estar instaladas con válvulas de aislamiento para permitir su reemplazo sin interrumpir el funcionamiento del sistema. En los casos en que haya múltiples tuberías de descarga, la tubería final debe también estar instalada con una válvula de aislamiento. No se admitirá que las bombas de impulsión estén situadas en el interior del tanque de vacío, ya que dificulta el mantenimiento preventivo (comprobación del correcto funcionamiento de las bombas y de los sensores del depósito) y el mantenimiento correctivo, al tener que abrir el tanque de vacío para desatascar o reparar la bomba de impulsión.

6.2.4.8 Equipo Eléctrico a Prueba de Explosiones.

Todo el equipo eléctrico que vaya a operar a presión atmosférica potencialmente explosiva debe ser a prueba de explosiones.

6.2.4.9 Válvulas de Retención

Cada tubería de descarga del Tanque de vacío debe tener válvulas anti retorno para prevenir el retroceso de las aguas residuales. También deben instalarse válvulas de retroceso en las tuberías que salgan de las bombas de impulsión. En los casos en que haya múltiples tuberías de descarga la tubería final debe tener también una válvula de no retorno.

6.2.4.10 Control de Olores

Cuando los olores produzcan molestias se deben tomar las medidas necesarias para controlarlo adecuadamente.

6.2.4.11 Control de Ruidos

El ruido producido por el sistema no debe exceder del permitido por la normativa correspondiente.

6.2.4.12 Generación de energía de emergencia

La estación de vacío debe tener un generador de energía de emergencia o un enchufe que permita su conexión a una estación generadora móvil.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

6.2.4.13 Equipos y Componentes

El fabricante debe especificar en el manual de operación y mantenimiento del sistema por vacío los periodos de reposición de los equipos y los componentes involucrados.

Además, el fabricante deberá indicar el procedimiento de supervisión rutinaria para la buena operatividad del sistema.

Las especificaciones para equipamiento de la estación de vacío se encuentran detalladas en el Anexo Nº 4.

7. DISEÑO

Para llevar a cabo un diseño de ingeniería óptimo y a medida para cada caso concreto se tienen en cuenta factores muy importantes como:

- La topografía y las condiciones del suelo;
- El flujo y la cantidad de viviendas y habitantes;
- La ubicación de la estación de vacío;
- El punto de descarga de agua residual; y,
- El diseño de la red.

7.1 Principios Generales

Los sistemas de drenaje por vacío son diseñados para operar conforme a los principios de flujo de dos (2) fases: Aire - Líquido. El aire y el líquido son admitidos en distintas proporciones, las mismas que pueden ser reguladas ajustando el ciclo de apertura de la válvula. En general, aquellos sistemas con pérdidas grandes de vacío requieren una proporción mayor de aire - líquido.

Las pérdidas en las líneas pertenecen a alguna de las siguientes categorías:

- a) Pérdidas por fricción; ó,
- b) Pérdidas estáticas.

7.1.1 Pérdidas por Fricción

Las pérdidas por fricción para tuberías de vacío instaladas con una pendiente comprendida en el rango de 0.2% - 2% son acumulativas a lo largo del camino del flujo desde la última válvula de una línea hasta la estación colectora. Pendientes mayores permiten ignorar las pérdidas.

Las pérdidas por fricción se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$f=2.75 \times 0.2083 \times (100/C)^{1.65} \times Q^{1.85} / d^{4.0655} \text{ pies/100 pies}$$

Dónde:

C= 150 para tubería PVC

Q= Gasto mínimo en Galones por Minuto (GPM)

d= Diámetro interior de la tubería en pulgadas.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

7.1.2 Pérdidas Estáticas

A fin de mantener una profundidad de excavación mínima, un sistema de drenaje por vacío utiliza cambios de nivel fabricados con dos (2) codos de 45º y un tramo de tubería para conformar un perfil en forma de diente de sierra.

Las pérdidas estáticas debido al uso de estos cambios de nivel son, como las pérdidas por fricción, acumulativas a lo largo del camino del flujo desde la última válvula de una línea hasta la estación colectora.

Se recomienda:

- Para lograr un uso eficiente de la energía disponible en el sistema, los cambios de perfil deben mantenerse en los siguientes límites:
 - 12" para líneas de diámetro 3" y 4"
 - 18" para líneas de diámetro 6", 8" y 10"
- En ningún caso deberá utilizarse un cambio de nivel mayor de 3 pies, salvo sustento técnico.
- Las pérdidas estáticas por cambio de nivel se calculan restando el diámetro interior de la tubería a la altura del cambio.
- El diámetro mínimo para una línea principal de vacío es de 4" y su longitud no debe exceder de 600 metros.
- La distancia mínima entre cambios de nivel no es de importancia para el diseño. En terrenos planos y utilizando la pendiente mínima del 0.2% para la tubería, se puede lograr una profundidad mínima de excavación con un cambio de nivel de 30 cm cada 150 metros.
- La pendiente de las tuberías de vacío deben cumplir con las siguientes restricciones:
 - a) Para 3" y 4", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 80% del diámetro interior de la tubería.
 - b) Para 6", 8" y 10", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 40% del diámetro interior de la tubería.
- Cuando se requiera efectuar una serie de cambios de nivel a fin de lograr el transporte de aguas negras en un tramo con contrapendiente, deberá mantenerse una distancia mínima de 6 metros entre cada cambio de nivel. Un número adecuado de cambios de nivel es de 5 (cinco) antes de

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

iniciar una serie de cambios de nivel con estas características, la línea de vacío deberá ser tendida con una pendiente del 0.2% al menos en los 15 metros antes del inicio de la serie de cambios.

- La distancia mínima recomendada entre cambios de nivel en una línea de servicio de 3" es de 1.50 metros. Como una regla general, los cambios de nivel deberán ser construidos lo más apartado posible uno de otro.
- El transporte eficiente de aguas negras requiere que la altura de los cambios de nivel sea la menor posible. Se recomienda el uso de numerosos cambios pequeños de nivel en lugar de un solo cambio de gran altura. Cuando sea necesario el uso de múltiples cambios, se recomienda una altura de 30 cm para tuberías de diámetro 3" y 4" y de 45 cm para tuberías de 6" y mayores.

7.1.3 Límites de Pérdidas Estáticas y por Fricción en un Sistema por Vacío.

El rango de operación de un sistema por vacío es de 16 a 20 pulgadas de mercurio. Este rango es considerado como el más apropiado en términos de costo y eficiencia para la operación de los equipos utilizados en el sistema.

La presión negativa de 16 pulgadas de mercurio equivale a 18 pies de columna de agua (a nivel del mar). Esta es, teóricamente, la carga disponible del sistema y por tanto, conforma el límite aceptable de pérdidas en cualquier sistema.

En la práctica, se recomienda los siguientes límites para el diseño de sistemas por vacío construidos mediante perfiles de diente de sierra, con cambios de nivel dentro de las normas antes establecidas y apartando parte de la carga disponible para el funcionamiento de la válvula:

- 13 pies de pérdidas por cambios de nivel.
- 5 pies de pérdidas por fricción.

Estas pérdidas se calculan por separado y los límites establecidos no deben ser sobrepasados, ambos al mismo tiempo, por ningún punto de la red de drenaje, considerando las pérdidas como la suma de las mismas desde la última válvula de una línea cualquiera hasta la planta de vacío. En otras palabras, estos límites deben cumplirse para el punto hidráulicamente más alejado de la red.

7.1.4 Consideraciones en la Longitud de las Líneas Colectoras

La máxima longitud permisible de las líneas colectoras de un sistema por vacío es gobernada por los límites de pérdidas establecidos anteriormente. Es claro que estos límites incluyen otros factores tales como la capacidad de las tuberías y las pendientes del terreno.

Como una guía práctica se establecen los siguientes límites respecto a la longitud continua recomendada para las tuberías de diámetro menor.

- a) Hasta 300 pies de tubería de 3" en líneas de servicio.
- b) Hasta 2,000 pies de tubería de 4" en líneas principales.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

7.1.5 Consideraciones en las Conexiones

Las conexiones de los ramales a la línea principal (aquella que presente las mayores pérdidas acumuladas y conduzca el mayor flujo) se harán de preferencia mediante codos de 45° y “yees” en posición vertical, de modo que la conexión se haga “por arriba de la maestra”.

Un método alternativo para minimizar la profundidad de la excavación permite girar la “yee” de modo que se cumpla la condición anterior, pero se evite la elevación adicional proporcionada por el extremo superior de la “yee”.

Si se decide reemplazar los codos de 45° por codos de 90°, estos deberán ser de radio largo.

7.1.6 Consideraciones en los caudales

Los caudales de aguas residuales deben estar ajustados a las condiciones locales, teniendo en cuenta las infiltraciones a las descargas gravitacionales. El proyectista debe especificar, el caudal medio de aire y líquido, así como el caudal máximo (en litros por segundo) para los que se ha diseñado el sistema. Se debe especificar también el modo en que se han calculado las pérdidas dinámicas y estáticas.

Para realizar una revisión final, en el Anexo N° 5 se presenta un Resumen de los Principios Generales del Diseño.

7.2 Diseño de Tuberías

Las tuberías deben estar diseñadas para resistir esfuerzos debidos a la presión que ejerce el terreno, al tráfico, a la flotación y a toda la gama de presiones negativas en el interior de la tubería debidas al funcionamiento o ensayo del sistema.

El índice de presión mínimo para tuberías de plástico debe ser de 0,60 MPa. Deben emplearse índices mayores si la tubería tiene una ovalación inicial debido a la fabricación, o se prevé una pérdida de resistencia a largo plazo debido a altas temperaturas de la tubería o de las aguas residuales.

Cuando las tuberías no estén enterradas deben estar protegidas de temperaturas extremas, daños mecánicos y radiación ultravioleta si fuera necesario.

7.2.1 Gradiente de la Tubería

El gradiente de la tubería debe facilitar el flujo del caudal y evitar la acumulación de residuos sólidos.

Las acometidas deben tener una distancia mínima de 1,5 m entre tramos con elevación. La red de alcantarillado por vacío debe tener una pendiente mínima de 1/500 (0.2%). Cuando el terreno tenga una pendiente de 1/500 o más en el sentido de flujo, la red podrá disponerse paralela a la superficie.

Cuando a un tramo descendente, le siga uno ascendente, el gradiente de la tubería debe contribuir a la no acumulación de aguas residuales en la zona del cambio de pendiente.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Nota: Para que el transporte por vacío sea eficiente la longitud de cada tramo de tubería con elevación debe ser lo más corta posible. Muchos tramos cortos son preferibles a un sólo tramo largo. El aumento de cota máximo por cada tramo no debe exceder de 1,5 m. En la red de alcantarillado los tramos con elevación deben estar separados por un mínimo de 6 m. Se debe cambiar la pendiente de la tubería dónde sea necesario, para evitar una profundidad excesiva.

7.3 Diseño Hidroneumático

En cada válvula de vacío y cuando no haya caudal, el sistema debe alcanzar un vacío parcial mínimo especificado.

El vacío parcial mínimo debe ser de 25 kPa. El tiempo de recuperación de vacío no debe exceder de un máximo especificado. El sistema debe estar diseñado para lograr un reencendido automático en caso de fallo eléctrico mecánico.

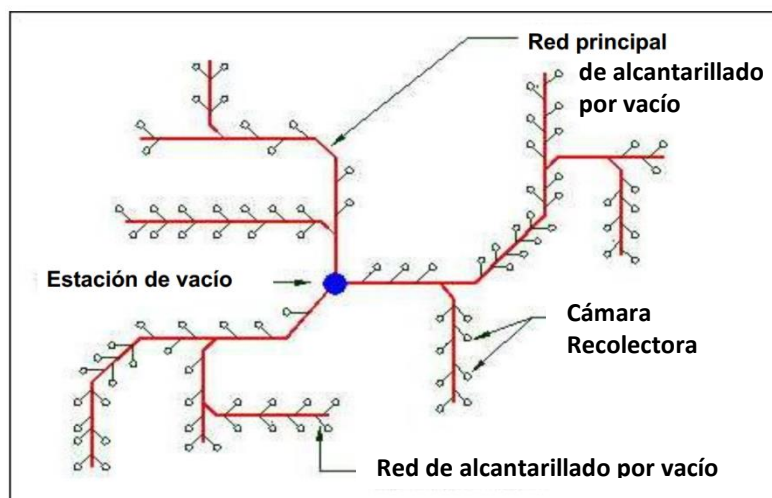
Nota: Con la tecnología actualmente disponible el tiempo máximo de recuperación de vacío especificado no debe exceder de treinta (30) minutos.

7.4 Diseño de la Estación de Vacío

El número y capacidad de los generadores de vacío y bombas de impulsión de servicio debe ser escogido para poder funcionar al máximo caudal de aire y aguas residuales respectivamente. El volumen mínimo de acumulación del tanque receptor será calculado teniendo en cuenta la frecuencia máxima de puestas en marcha de los generadores de vacío y bombas de impulsión además del rango de presiones de funcionamiento.

La capacidad total de acumulación la proporcionarán el(los) tanque(s) receptor(es) y la capacidad de la propia red de alcantarillado.

Para evitar esfuerzos y consumos de energía conviene establecer la estación de vacío en el punto más centrado del área que queremos abastecer.



Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

8. INSTALACIÓN DE TUBERIAS

8.1 Procedimiento

Las tuberías de alcantarillado en un sistema por vacío, deben ser instaladas de acuerdo a las especificaciones técnicas, cumpliendo con las pendientes y alineaciones indicadas, evitando depresiones y desviaciones para facilitar su limpieza y rehabilitación.

8.2 Tolerancias

Cuando la pendiente de la tubería sea menos pronunciada que 1/150, las tuberías no se deberán desviar verticalmente más de +12 mm del perfil previsto en el diseño. Ninguna desviación debe producir retrocesos. Los cambios que se propongan en el perfil de diseño de la tubería deben ser comprobados para garantizar que el sistema siga funcionando dentro de los parámetros de diseño.

Nota: El doblado que se haga en obra a tuberías flexibles no debe forzarlas.

8.3 Sistema de Aviso y Localización

Debe disponerse en la zanja, encima de la tubería, un sistema de aviso (como una red o una cinta). Cuando el material de la tubería sea no conductor se debe disponer un sistema de localización.

9. INSPECCIÓN Y ENSAYOS

9.1 Ensayo de las Válvulas de Vacío

Cada válvula de vacío, que comprende válvula, controlador y sensor debe ser ensayada para garantizar su correcto funcionamiento.

La válvula de vacío debe demostrar capacidad para operar un número especificado de veces sin más asistencia que el mantenimiento recomendado por el fabricante y todavía funcionar con efectividad.

El número de operaciones debe ser mayor de:

- a)** El número requerido para evacuar 3,000 m³, ó
- b)** 250,000 operaciones.

Cuando se introduzcan nuevas válvulas o controladores, o se realicen cambios significativos a válvulas ya probadas, se deben realizar pruebas de laboratorio en las que se simulen las condiciones reales de trabajo. Las pruebas de laboratorio, en las que se usará aire y agua limpia, deben demostrar que el conjunto de la válvula de vacío puede operar dicho número de veces sin más mantenimiento que el especificado por el fabricante y seguir funcionando con efectividad.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Si se solicitase, se realizarán ensayos para comprobar que la válvula de vacío funciona satisfactoriamente cuando está sumergida, que en caso de fallo quedará cerrada y el curso del caudal no es obstruido por el mecanismo de la válvula.

El ensayo de funcionamiento bajo el agua debe realizarse solamente cuando la válvula de vacío vaya a instalarse en el sumidero de la cámara colectora, o cuando se especifique el uso de una válvula de vacío a prueba de inundación.

El fabricante debe dar prueba de que el conjunto del mecanismo de la válvula funcionará eficazmente en las condiciones normales de trabajo.

El procedimiento de ensayo de las válvulas de vacío se desarrolla en el Anexo N° 6.

9.2 Ensayo de Tuberías

Se debe someter con regularidad a ensayos de vacío a todas las acometidas y a la red general a medida que la obra avance y cuando se termine.

El procedimiento de ensayo se desarrolla en el Anexo N° 7.

9.3 Ensayo en las Cámaras Colectoras

Se debe realizar una inspección visual interna de las cámaras colectoras antes de su puesta en servicio. No debe haber evidencia de acceso de agua a través de la tapa o la estructura envolvente. Las paredes y suelos no deben dar muestra de acceso de agua.

Si se requiere, las cámaras colectoras deben ser ensayadas contra presiones internas debidas al agua.

El procedimiento de ensayo se desarrolla en el Anexo N° 8.

9.4 Ensayos de Puesta en Servicio

Durante la puesta en servicio se podrán realizar ensayos a fin de comprobar:

- a) El ruido;
- b) El vacío mínimo en los extremos del sistema;
- c) La proporción aire/aguas residuales;
- d) El tiempo de recuperación de vacío;
- e) La capacidad del sistema de volver a entrar en servicio automáticamente;
- f) El funcionamiento de la estación de vacío y las alarmas; y,
- g) El tiempo que se tarda en reemplazar las válvulas de interconexión y las bombas de impulsión.

El procedimiento de ensayo de puesta en funcionamiento se desarrolla en el Anexo N° 9.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

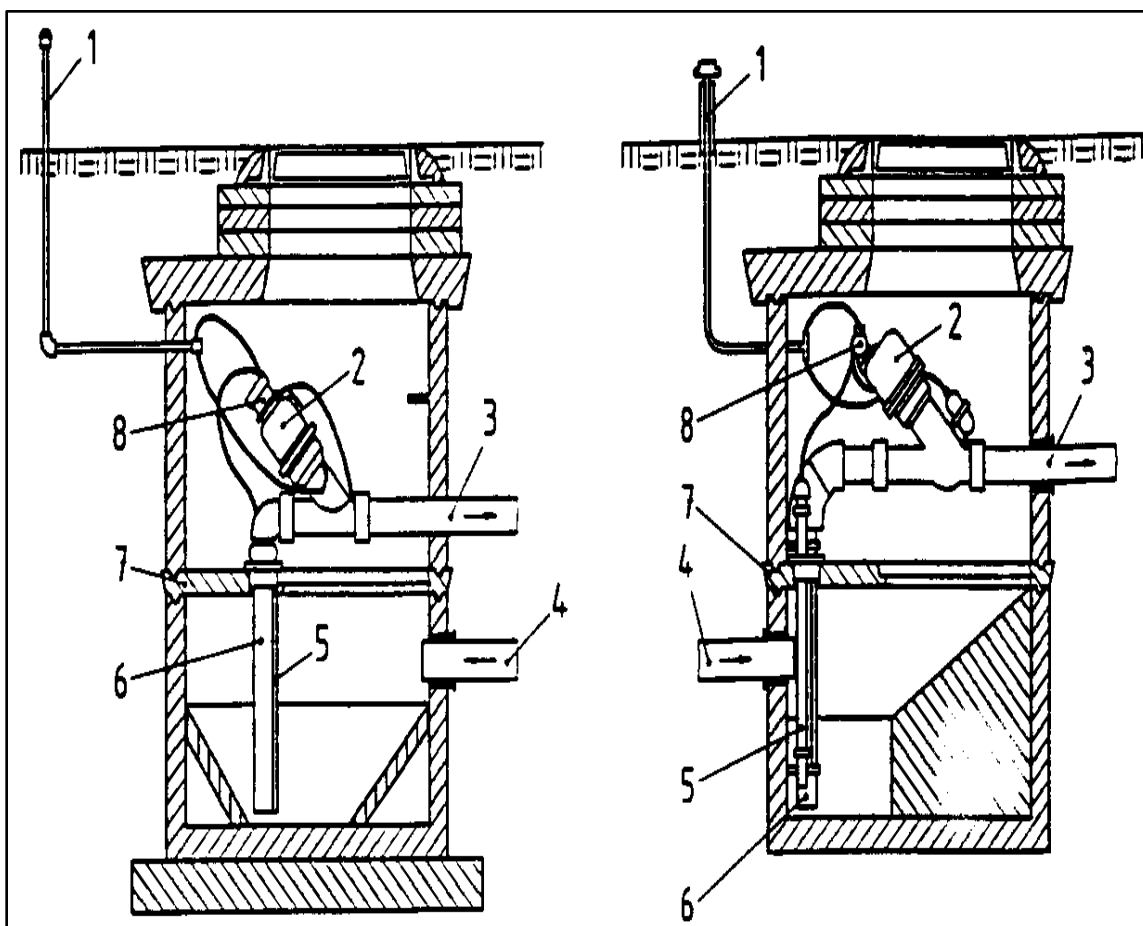
10. PUESTA EN SERVICIO

- 10.1** Todos los desagües por gravedad deben limpiarse de escombros antes de poner en servicio las cámaras colectoras a las que se vierten. Todas las conexiones de aguas superficiales ilícitas deben ser desviadas para no verter al sistema. Todas las cámaras colectoras deben limpiarse, a fin de no contener materia extraña. La limpieza debe realizarse antes de cualquier ensayo de puesta en servicio.
- 10.2** Deben proporcionarse los planos constructivos del sistema, así como el manual de funcionamiento. En el Anexo N° 10, se proporciona información de mantenimiento y funcionamiento.
- 10.3** El fabricante debe asesorar acerca de cualquier herramienta especial o equipo necesario para operar o dar mantenimiento al sistema, además de recomendar una reserva apropiada de piezas de recambio.
- 10.4** El fabricante debe proporcionar los medios para adiestrar a los operadores del sistema. Dicho adiestramiento debe cubrir la instalación del sistema, su operación, mantenimiento y registro e interpretación del funcionamiento.
- 10.5** El contratista debe demostrar que todo el equipo funciona satisfactoriamente.

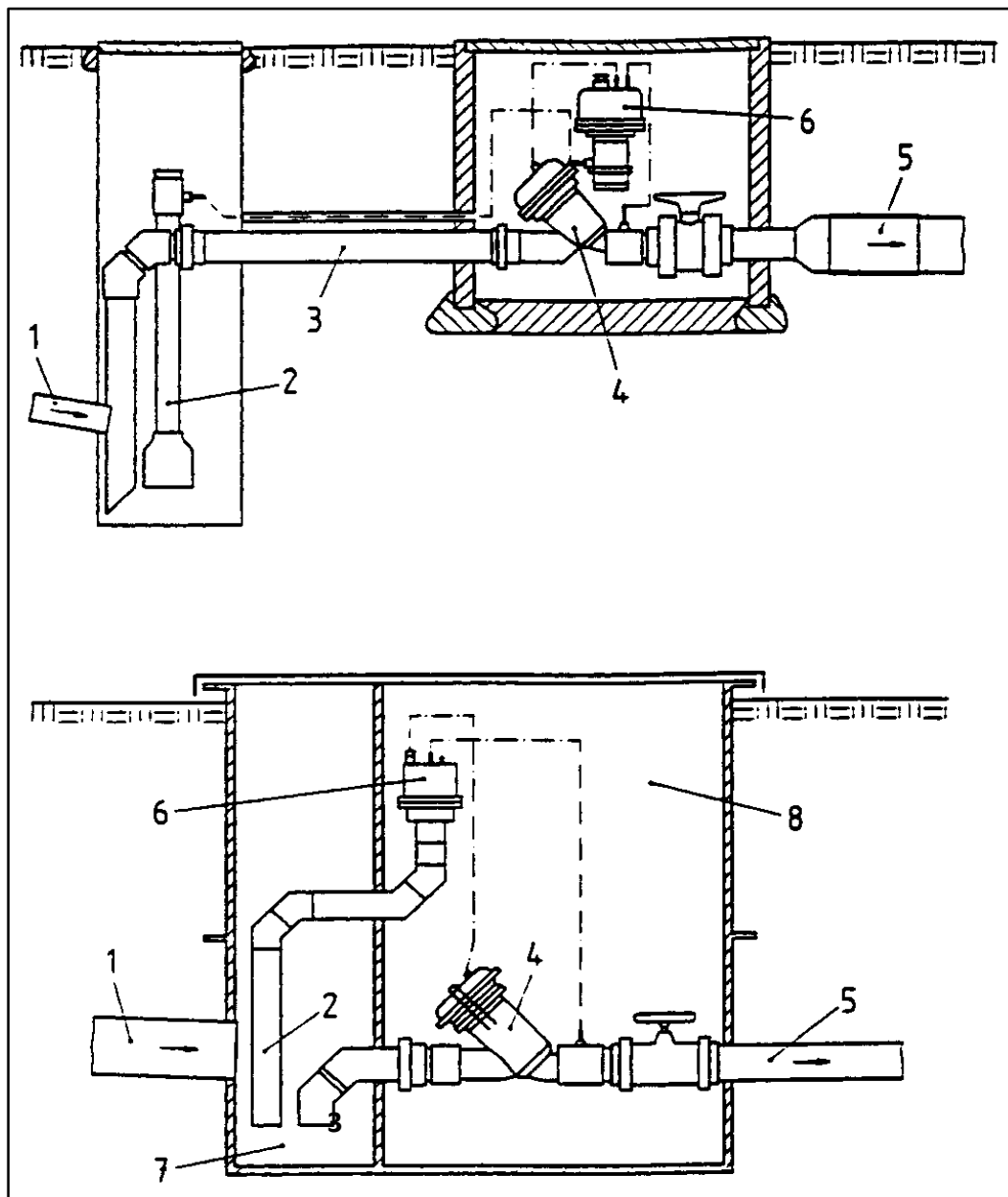
*Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío***ANEXO Nº 1: CONFIGURACIONES TÍPICAS DE CÁMARAS COLECTORAS**

En las siguientes figuras se muestran configuraciones típicas de las cámaras colectoras de los sistemas de alcantarillado sanitario por vacío. Es importante indicar que se han tomado ejemplos de sólo algunos de los Sistemas de alcantarillado sanitario al vacío disponibles. Los ejemplos no deben interpretarse como típicos o como definidores de la variedad del sistema.

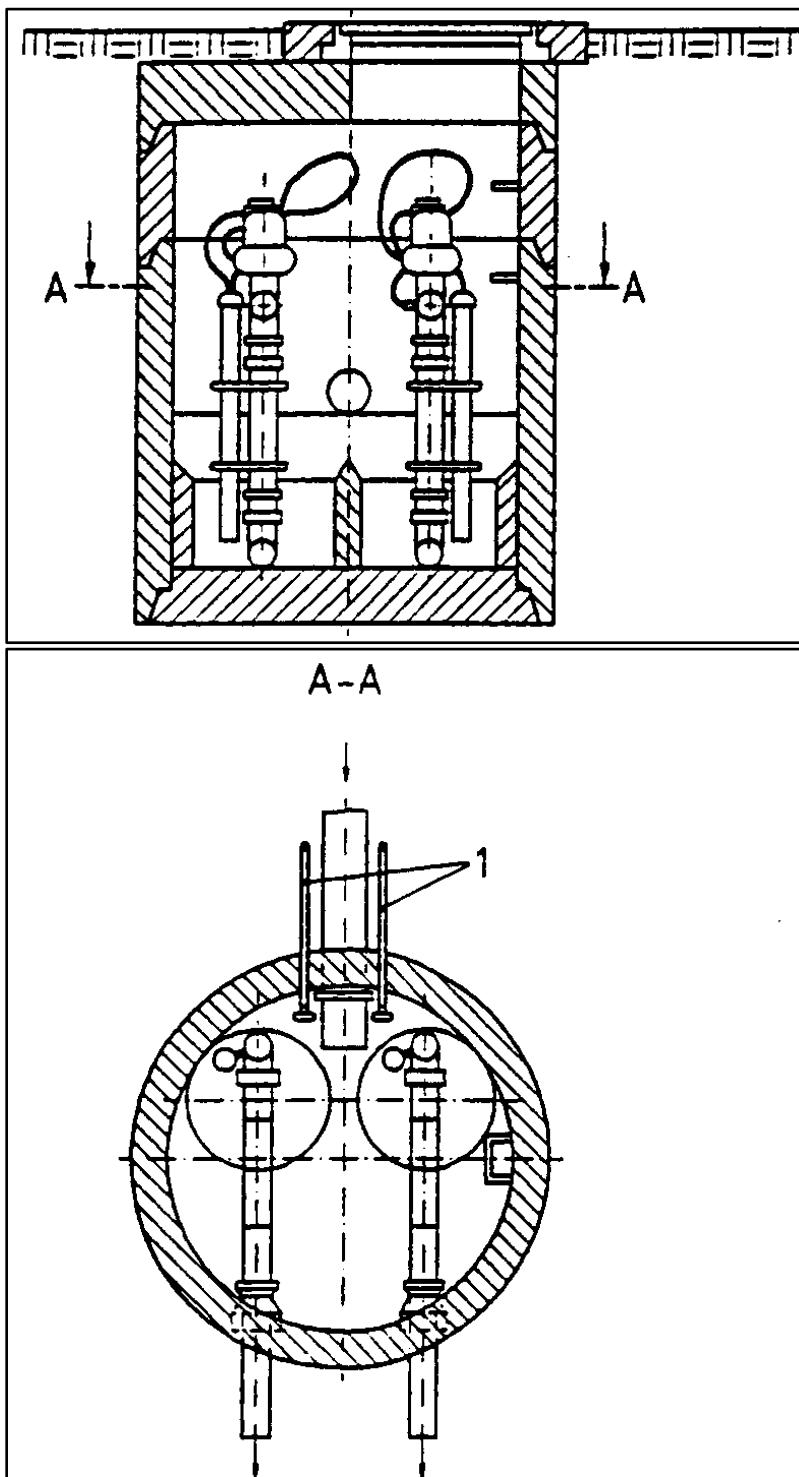
Figura Nº 5(a) - Cámaras colectoras con válvulas de interconexión ventiladas por respiraderos



- 1 Respiradero
- 2 Válvula de vacío
- 3 A la red de alcantarillado por vacío
- 4 Acceso desde el alcantarillado por gravedad
- 5 Tubería sensora
- 6 Tubería de succión
- 7 Opcional
- 8 Control

*Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío***Figura Nº 5(b) - Cámaras colectoras con foso separado para la válvula**

- 1 Acceso desde el alcantarillado por gravedad
- 2 Sensor
- 3 Tubería de succión
- 4 Válvula de vacío
- 5 A la red de alcantarillado por vacío
- 6 Control
- 7 Cámara colectora
- 8 Cámara de la válvula

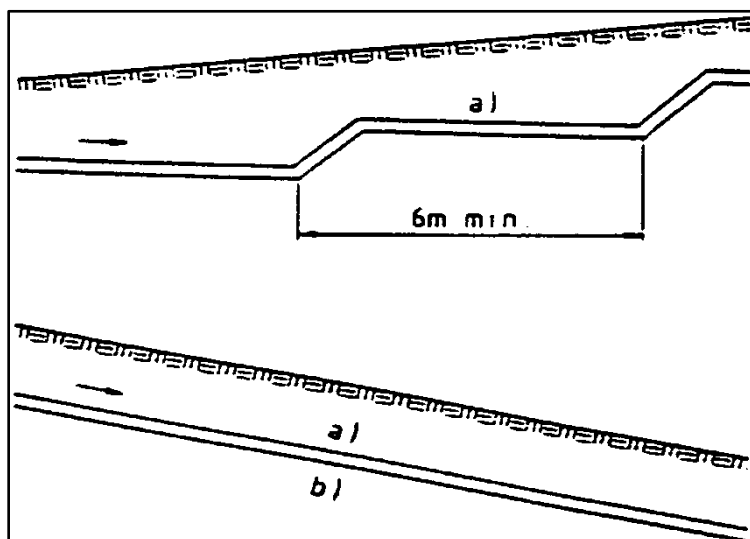
*Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío***Figura N° 5 (c) - Cámara colectora multiválvulas**

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 2: CONFIGURACIONES TÍPICAS DE PERFILES DE REDES DE ALCANTARILLADO POR VACÍO

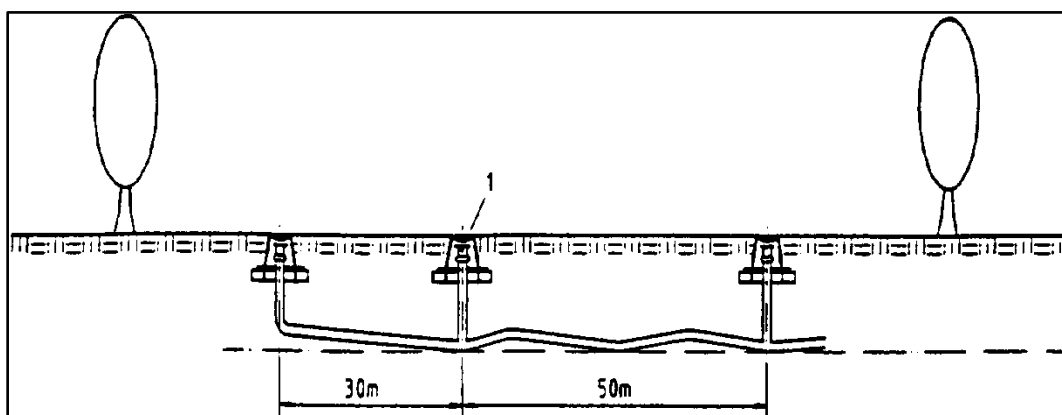
Se han tomado ejemplos de sólo algunos de los Sistemas de alcantarillado sanitario al vacío disponibles. Los ejemplos no deben interpretarse como típicos o como definidores de la variedad del sistema.

Figura Nº 6 - Ejemplos de perfiles de redes de alcantarillado por vacío para transporte ascendente y descendente (no a escala)



- a) Pendiente mínima de 0,2%
- b) El perfil sigue la pendiente natural del terreno

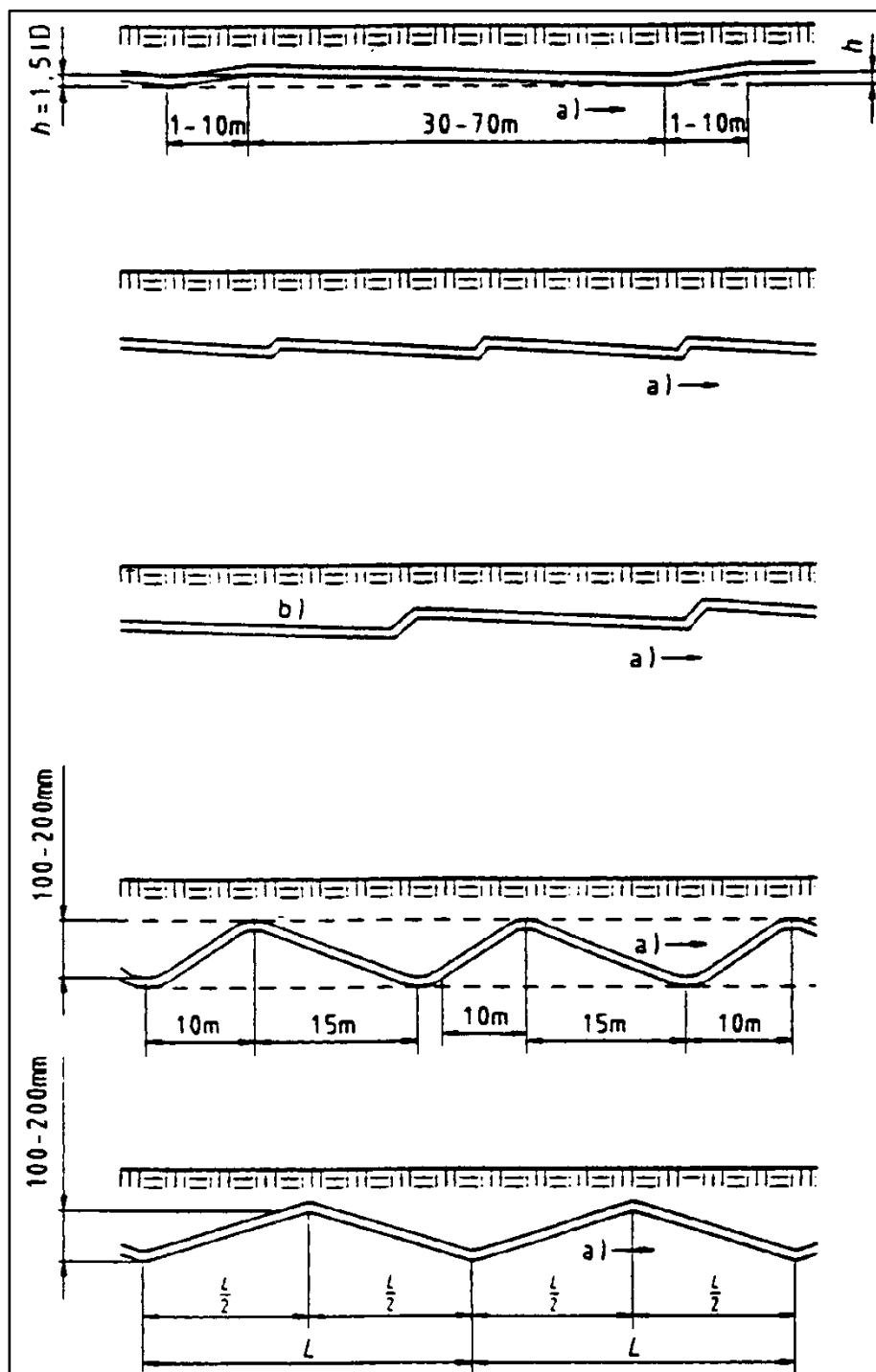
Figura Nº 7 - Perfil de red de alcantarillado por vacío con puntos de inspección



1 Punto de inspección

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Figura N° 8 - Perfiles de redes de alcantarillado por vacío (no a escala)



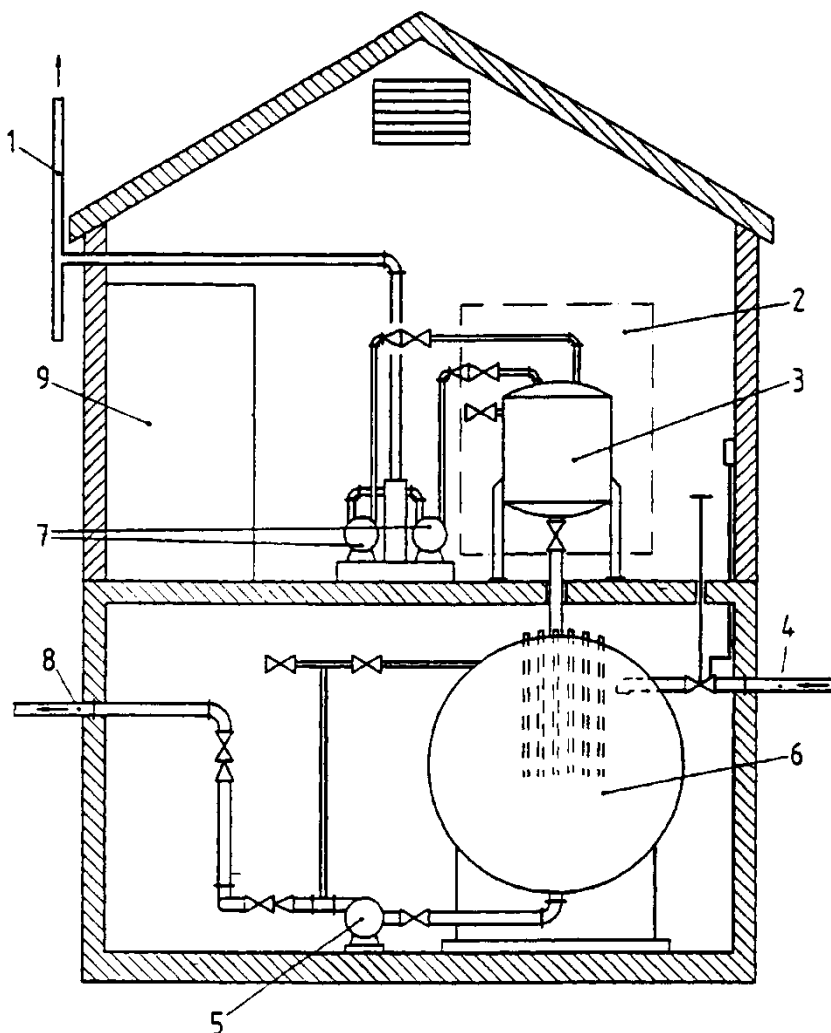
a) Dirección del caudal

b) Pendiente mínima de 0,2%

*Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío***ANEXO Nº 3: CONFIGURACIONES TÍPICAS DE PERFILES DE ESTACIONES DE VACÍO**

Se han tomado ejemplos de sólo algunos de los Sistemas de alcantarillado sanitario al vacío disponibles. Los ejemplos no deben interpretarse como típicos o como definidores de la variedad del sistema.

Figura Nº 9(a) - Ejemplo de estación de vacío con tanque contenido en una edificación



- 1 Tubo de ventilación
- 2 Donde sea necesario
- 3 Reserva de vacío/tanque eliminador de humedad
- 4 Red de alcantarillado por vacío
- 5 Bombas de impulsión
- 6 Tanque de vacío
- 7 Bombas de vacío
- 8 Salida
- 9 Panel de control

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 4: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS ELECTROMECANICOS DE LA ESTACIÓN DE VACÍO

La estación de vacío contará con el siguiente equipo:

- a. Bombas de vacío, cada una con un desplazamiento de (según diseño) CFM (Pies cúbicos por minuto) y un vacío de 24" Hg.
- b. Bombas de descarga de drenaje, cada una con un gasto de (según diseño) lps.
- c. Tanque de reserva de vacío con una capacidad total de (según diseño) litros.
- d. Tanque recolector con una capacidad de (según diseño) litros.

Su operación será totalmente automática contando para su funcionamiento con tableros y controles eléctricos y electrónicos; también tendrá un programa de alarma telefónica automatizada por fallas o desperfectos ocasionados por falta de vacío o alto nivel de líquido en los tanques colectores.

La planta tendrá para su funcionamiento una subestación eléctrica tipo compacta, integral para voltaje de operación de (según diseño) KV, tres fases, 60 C.P.S., transformador de distribución de 112.5 KVA, tres fases, 60 C.P.S., conexión delta-estrella para trabajar hasta a 65°C y voltaje secundario de 440/254 volts.

También contará con una planta de emergencia automática con una capacidad continua durante el tiempo de falla en el suministro de energía eléctrica con una capacidad de (según diseño) Kw, 100 KVA y con tanque de combustible para 250 litros. Para 16 horas de trabajo.

TANQUE RECOLECTOR

Tanque Recolector de (según diseño) litros construido con placa de 1/4" de acero inoxidable 304 con tapas laterales toriesféricas con un diámetro de que permitan la operación y mantenimiento, con un par de bases soportes para elevar el tanque a 0.60 m del nivel del piso y accesorios fabricados en placa de acero al carbón de 3/8" de espesor, para soportar una presión de 24" Hg con una prueba hidrostática de fábrica de 5.25 Kg/cm² durante un período de 60 minutos.

Accesorios y otros

- Dos codos con brida para recolección de drenaje.
- Un niple con brida para interconexión.
- Dos niples con brida para salida de drenaje.
- Siete conexiones para controles de nivel.
- Dos salidas para línea ecualizadora.
- Una salida para válvula relevadora de presión.
- Una salida para banco de pruebas.
- Una salida para válvula de vacío.
- Una salida para vacuómetro.
- Dos salidas para nivel de vidrio.
- Dos orejas para carga y maniobras.
- Un registro pasa-hombre con tornillos y empaque.
- Dos mirillas para observación interna.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

TANQUE DE RESERVA DE VACÍO

Tanque de reserva de vacío de (según diseño) litros construido con placa de acero al carbón de 3/8" de espesor rolo en frío con tapas laterales torisféricas con un diámetro adecuado para operación y mantenimiento, suministrado con tres patas angulares, para soportar una presión de 24" Hg. con una prueba hidrostática de fábrica de 5.25 Kg/cm² durante un período de 60 minutos.

Accesorios y otros

- Un niple con brida para interconexión.
- Dos niples con brida para bombas de vacío.
- Tres salidas para interruptores de vacío.
- Una salida para vacuómetro.
- Dos orejas para carga y maniobras.
- Un registro pasa-hombre con tornillos y empaque.

RECUBRIMIENTOS INTERIOR Y EXTERIOR DEL TANQUE DE RESERVA DE VACÍO

Este se aplicará después de la limpieza del tanque y preparación de la superficie con chorro de arena con perfil de anclaje de 0.003". Se aplicará recubrimiento anticorrosivo a base de epoxy catalizado de altos sólidos Napóxico en el interior a 0.010" y exterior a 0.005".

BOMBAS DE VACÍO

Las bombas de vacío de las plantas y sus componentes son tipo rotatorio, con sello de aceite y aspas deslizantes, enfriada por aire con válvula de antiretorno, malla filtrante con filtro de entrada de 5 micras y filtros de escape de alta eficiencia de 0.3 micras. Las bombas irán montadas y ensambladas sobre patines de acero para su anclaje horizontal, con aisladores de vibración, válvulas de mariposa y válvulas check silenciosas de 3" para el aislamiento de cada bomba.

DATOS TÉCNICOS

Deslizamiento de aire de 300 C.F.M. (Pies cúbicos por minuto), máximo nivel de ruido de 85 dBA (Decibeles), acoplada a motor eléctrico de 25 H.P. 440/220 Volts, 60 ciclos y factor de servicio 1.15 para operación en clima tropical.

EQUIPO DE CONTROL

- a) Los interruptores de vacío deben tener un rango de operación de hasta 24" Hg.
- b) Los electrodos serán de varilla roscada de acero inoxidable de 1/4" y cuerpo de porcelana con rosca de 1/2" para su colocación en la parte superior del tanque.
- c) Los vacuómetros serán con carátula de 4 1/2" y con un rango de operación de 0 a 30" Hg.
- d) La alarma telefónica debe ser de cuatro (4) canales para informar el servicio de emergencia que se requiera en la planta.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- e) Graficador de vacío y presión constante de 12" de carátula con rango de operación de 0 a 30" Hg., 24 horas de rotación, de una plumilla.

Accesorios y otros

- Los codos, tees, reducciones Bushing y bridas que se emplean en las conexiones deberán de ser de acero al carbón.
- Los codos, tees y niples para el banco de pruebas deberán ser galvanizados, cédula 40 con rosca.
- Los codos y conectores para las líneas ecualizadoras y de recolección del cárcamo deberán ser de PVC hidráulico RD26.
- Las conexiones que se realizan por medio de bridas deben llevar en su interior una junta de neopreno con perforaciones para el paso de tornillos.
- Para observar el nivel de llenado de los tanques colectores se usarán dos válvulas con entrada roscada de 3/4" y nivel de tubo de vidrio de 5/8" y dos mirillas de 1" para observar el interior de los tanques.

TUBERÍA Y CONEXIONES PARA INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Los tubos y las conexiones, así como los accesorios que se utilizan en las instalaciones de cada uno de los equipos que forman parte de la planta, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

TUBOS

- Para la línea de interconexión de los tanques de vacío a los tanques colectores, debe ser de acero al carbón cédula 40 con costura de 8" de diámetro.
- Para la línea de interconexión del tanque de reserva de vacío al módulo formado por tres bombas de vacío, debe ser de acero al carbón cédula 40 con costura de 6" y 3" de diámetro.
- Para la línea de interconexión del tanque recolector a cada una de las bombas de descarga, debe ser de acero al carbón cédula 40 con costura de 6" de diámetro.
- Para la línea de succión del cárcamo al tanque recolector, debe ser de PVC con válvula de vacío de 2" y válvula de paso de 2".
- Para la línea del banco de pruebas al tanque recolector, debe ser tubería galvanizada de 3/4" de diámetro, cédula 40.
- Para la línea ecualizadora del tanque recolector a la descarga de la bomba, debe ser de PVC hidráulico RD26 de 1" de diámetro.
- Para el cabezal de las bombas de descarga debe ser de acero al carbón cédula 40 con costura de 6" de diámetro con aumento a 10" en su parte final.

MECANISMOS PARA ABRIR Y CERRAR VALVULAS

Válvula de 8 a 10"

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Serán operadas con palanca tipo “Standard” con entrada cuadrada de 2” y brazo movable de una pulgada por 70 y 80 cm de largo según el diámetro de la válvula.

Válvula Check de 6”

- Cuerpo de acero ASTM A-126, clase B.
- Asiento y sello de bronce ASTM B-584.
- Resorte de acero inoxidable ASTM A-313.
- Bushing de bronce ASTM B-584.
- Presión máxima de trabajo 200 P.S.I.
- Clase ANSI 125 Lbs.

Válvula Check de 3”

- Cuerpo de acero clase ANSI 125 Lbs.
- Asiento y sello de bronce ASTM B-584.
- Resorte de acero inoxidable ASTM A-313.
- Tipo silencioso.

VÁLVULAS DE CIERRE

Las válvulas que se utilizan en sus diferentes medidas (1/2 a 10” de diámetro), las cuales están fabricadas con las siguientes características:

Válvulas de 8”

- Preferiblemente bridada.
- Cuerpo y tapa de acero ASTM A-126, clase B.
- Esfera y vástago de acero inoxidable ASTM A-276.
- Asientos y sello de Buna-N.
- Presión máxima de trabajo 175 P.S.I.
- Clase ANSI 125 Lbs.
- Operación con cadena.

Válvulas de 6” a 4”

- Preferiblemente bridada.
- Cuerpo y tapa de acero ASTM A-126, clase B.
- Esfera y vástago de acero inoxidable ASTM A-276.
- Asientos y sello de Buna-N.
- Presión máxima de trabajo 175 P.S.I.
- Clase ANSI 125 Lbs.
- Operación tipo palanca.

Válvulas de 1/2, 1” y 2”

- Cuerpo y tapa de acero cromado.
- Esfera y vástago de acero.
- Presión máxima de trabajo 125 P.S.I.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- Clase 400.
- Operación manual.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 5: RESUMEN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL DISEÑO

1. PENDIENTES:

- Utilizar la pendiente del terreno natural si esta es mayor del 0.2%
- Utilizar la pendiente mínima del 0.2% en terreno plano.
- Usar el perfil en diente de sierra para el transporte a contrapendiente.
- Tender 15 m de tubería con una pendiente del 0.2% antes de una serie de cambios de nivel.

2. PENDIENTES ENTRE CAMBIOS DE NIVEL

- Para 3" y 4", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno
 - 80% del diámetro interior de la tubería
- Para 6", 8" y 10", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 40% del diámetro interior de la tubería.

3. CAMBIOS DE NIVEL

- Utilizar preferentemente cambios de nivel de 1 pie para tubería de 3" o 4"
- Utilizar preferentemente cambios de nivel de 1.5 pies para tuberías de 6" y mayores
- Pérdida estática = Altura de cambio de nivel – Diámetro interior de la tubería
- Suma mínima de pérdidas desde cualquier válvula hasta la estación de vacío = 13 pies de pérdidas estáticas + 5 pies de pérdidas por fricción.
- Serie máxima de cambios de nivel: 5 cambios de nivel separados 6 m antes de la conexión del ramal a la línea principal.

4. FLUJOS MÁXIMOS RECOMENDADOS

Diámetro de la Tubería	GPM	LPS
3"	19.52	1.23
4"	37.84	2.39
6"	104.57	6.60
8"	209.37	13.21
10"	373.72	23.58

5. LONGITUD MÁXIMA DE LAS LINEAS

- Hasta 300 pies de tubería de 3" en líneas de servicio
- Hasta 2,000 pies de tubería de 4" en líneas principales

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 6: ENSAYO DE LA VALVULA DE VACIO

1. Comprobaciones preliminares

- 1.1** Una válvula de vacío se seleccionará al azar de al menos cada diez (10) unidades listas para enviar.
- 1.2** La válvula de vacío debe conectarse a una fuente de vacío y ser ensayada para determinar que la válvula no funcionará a menos que el vacío parcial exceda 15 kPa por debajo de la presión atmosférica. Para ello se reducirá el vacío hasta ese nivel y se comprobará que la válvula no opera. Se debe comprobar también que la válvula se cierra cuando las condiciones de vacío desaparecen.

2. Ensayo de resistencia

2.1 Descripción de los dispositivos de ensayo

La válvula de vacío instalada en una cámara colectora se conectará a una fuente de vacío capaz de mantener éste dentro del rango de operación normal de la válvula y con un tiempo de recuperación en la válvula de menos del 50% del ciclo de ésta. Se deben disponer medios que permitan la descarga y recirculación del agua sin que se interrumpa el ensayo.

2.2 Procedimiento de ensayo

Debe determinarse el volumen de activación de la cámara colectora. El ensayo se realizará usando agua limpia. Se ajustará a la válvula al menos un contador que debe ser puesto a cero. La válvula y el contador deben estar sellados para evitar su manipulación. Se ajustará el caudal de agua que llega a la cámara colectora de modo que el ensayo se complete en el transcurso de un (1) año. El sensor se ajustará de manera que en cada ciclo la válvula evacue al menos el volumen de activación. La proporción aire/agua no debe ser menor de 1,5. El ensayo se dará por terminado después del número de ciclos especificado en el apartado 8.1. Si no se alcanzase el número especificado de ciclos se registrará que la válvula de vacío no superó el ensayo. En el transcurso del ensayo la válvula no debe recibir más asistencia que el mantenimiento especificado por el fabricante.

3. Ensayo de resistencia a la obstrucción

- 3.1** El ensayo requiere que ciertos materiales extraños pasen a través de la válvula de vacío.
- 3.2** Los siguientes materiales extraños se colocarán en el cámara colectora elemento a elemento a lo largo de diez (10) ciclos en un orden cualquiera al azar:

pañuelos de algodón:	(400 ± 35)mm x (400 ± 35)mm; (15 ± 5) g	2 unidades
bolsa de plástico:	(300 ± 30) mm x (270 ± 20) mm	1 unidad
bolsa de plástico:	(200 ± 20) mm x (150 ± 15) mm	1 unidad
cierre metálico de botella:	diámetro nominal 25 mm	2 unidades
condones masculinos:		2 unidades
toallas sanitarias:	peso en seco (4 ± 10) g;	(número a escoger)

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

Todo material absorbente se sumergirá en agua durante más de un (1) minuto y menos de tres (3) antes de colocarse en la cámara colectora.

- 3.3** El ensayo continuará por otros diez (10) ciclos tras el vertido del último elemento extraño.
- 3.4** El ensayo se realizará cinco (5) veces.
- 3.5** Se registrarán los resultados de los ensayos y se determinará qué materia extraña permaneció en el sumidero tras cada ensayo, si la válvula falló en cerrarse o si la tubería contenía materia extraña al final del ensayo. Un fallo en el cierre de la válvula o la presencia de materiales sólidos en la tubería de succión al final del ensayo se considerará como un fracaso en la superación de éste. La retención de material sólido en el acceso a la tubería de succión no se considerará como un fracaso en el ensayo.

4. Ensayo de sumergimiento

- 4.1** Se eliminará el vacío y la cámara colectora se llenará de agua hasta cubrir la parte superior de la válvula de vacío en 300 mm. El tubo de ventilación no debe sumergirse. Tras permanecer sumergida durante 24 horas se restablecerán las condiciones de vacío y se operará el mecanismo de la válvula de vacío veinte (20) veces. El ensayo se realizará tres (3) veces.
- 4.2** La válvula de vacío no superará el ensayo de sumergimiento si no opera las veinte (20) veces correctamente en los tres (3) ensayos.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 7: ENSAYO DE TUBERÍAS

1. Calibración del equipo de ensayo

- 1.1** Antes de realizar un ensayo de vacío se comprobará que el equipo de ensayo funciona correctamente y que está adecuadamente instalado a la red de alcantarillado por vacío o acometida.
- 1.2** La pérdida de vacío permitida se ajustará para tener en cuenta cambios de temperatura y de presión barométrica durante el ensayo. Las temperaturas de la tubería y la presión barométrica se registrarán al comienzo y final del ensayo así como a intervalos horarios entre medias.

2. General

Los ensayos de vacío, la limpieza de las acometidas, red general y tanques deben completarse antes de la instalación de las válvulas de interconexión, excepto cuando el sistema se vaya a completar por fases. En caso de que el sistema se vaya a completar por fases, tan sólo en la primera de ellas se ensayará de esta manera. En las fases sucesivas tan sólo se ensayarán los nuevos tramos de la red y sus acometidas. Estos ensayos y la limpieza de los nuevos tramos se realizarán antes de la instalación de las válvulas de interconexión.

3. Ensayos intermedios

3.1 Sistemas sin tuberías de inspección

Como máximo por cada 450 m de tubería que se coloque se realizará un ensayo que consistirá en someterla a vacío parcial de (70 ± 5) kPa por debajo de la presión atmosférica. Se le permitirá estabilizarse durante un tiempo no inferior a treinta (30) minutos y a partir de entonces no debe perder más de un uno por ciento (1%) de la presión de ensayo cada hora, por espacio de dos. La estación de vacío podrá aislarse de la tubería para realizar este ensayo.

3.2 Sistemas con tuberías de inspección

Como máximo por cada 450 m de tubería que se coloque se realizará un ensayo que consistirá en someterla a un vacío parcial de (70 ± 5) kPa por debajo de la presión atmosférica. Se le permitirá estabilizarse durante un tiempo no inferior a treinta (30) minutos y a partir de entonces no debe perder más de un cinco por ciento (5%) de la presión de ensayo en el transcurso de una hora. La estación de vacío podrá aislarse de la tubería para realizar este ensayo.

Si alguna sección de tubería no supera este ensayo deben realizarse las modificaciones necesarias hasta que el ensayo sea superado.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

4. Ensayos finales

4.1 Sistemas sin tuberías de inspección

Cuando todas las tuberías de la red y de las acometidas hayan sido colocadas se someterá al conjunto del sistema incluyendo la estación de vacío a un vacío parcial de (70 ± 5) kPa por debajo de la presión atmosférica. Se permitirá que se establezca a esa presión durante por lo menos treinta (30) minutos y a partir de entonces no debe perder más de un uno por ciento (1%) de la presión de ensayo por hora durante un periodo de cuatro (4) horas.

4.2 Sistemas con tuberías de inspección

Cuando todas las tuberías de la red y de las acometidas hayan sido colocadas se someterá al conjunto del sistema incluyendo la estación de vacío a un vacío parcial de (70 ± 5) kPa por debajo de la presión atmosférica. Se permitirá que se establezca a esa presión durante al menos treinta (30) minutos y a partir de entonces no debe perder más de un cinco (5%) de la presión de vacío de ensayo en una hora.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 8: ENSAYO DE PRESIÓN INTERNA EN LAS CÁMARAS COLECTORAS

1. Tras sellar todas las tuberías de entrada y salida de la cámara colectora se llenará ésta con agua hasta un nivel 500 mm por debajo de la cara superior de la tapa. El volumen de agua contenido en la cámara colectora llena hasta ese nivel debe ser determinado por cálculo y/o medición. Se permitirá un periodo de estabilización y absorción de al menos dos (2) horas tras el cual se añadirá agua de un recipiente graduado a intervalos de cinco (5) minutos en la cantidad necesaria para alcanzar el nivel original del agua.
2. Se considerará que la cámara colectora ha superado el ensayo si la cantidad de agua añadida en un periodo de tres (3) horas es menor de un 0,2% del volumen inicial de agua.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 9: ENSAYOS DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

1. General

Los ensayos de puesta en funcionamiento se realizarán a cada sistema después de que hayan empezado a operar y funcionen satisfactoriamente en opinión del contratista.

2. Ruido

El ruido debe ser medido de acuerdo con la normativa vigente. Si el nivel de ruido excede lo permitido por la normativa se considerará que el sistema no ha superado el ensayo.

3. Vacío mínimo y tiempo de recuperación de vacío

En la acometida más lejana del sistema se instalará un medidor de vacío con registro. El ensayo se llevará a cabo durante al menos veinticuatro (24) horas. Se considerará que el sistema no ha superado el ensayo si el vacío parcial es menor del mínimo especificado. Se registrarán los tiempos de recuperación de vacío y se considerará que el ensayo no ha sido superado si el tiempo supera el máximo especificado. Se considerará que el mecanismo de la válvula de vacío no ha superado el ensayo si opera a un vacío parcial inferior a 15 kPa bajo presión atmosférica.

4. Proporción aire/aguas residuales

- 4.1** La proporción aire/aguas residuales se determinará durante un periodo de al menos veintiocho (28) días.
- 4.2** Si se han instalado dispositivos medidores de caudal, se medirán directamente los caudales de aire y agua. En ausencia de tales dispositivos se calcularán los caudales respectivos a través del número de horas de operación de los generadores de vacío y bombas de impulsión, siendo conocido su rendimiento.

5. Reencendido automático

Durante dos (2) horas la estación de vacío se apagará en un periodo de caudal punta seleccionado por el cliente. Se debe llenar la cámara colectora en el extremo del sistema. Se registrará el tiempo que transcurra entre el reencendido de la estación de vacío y el vaciado del colector. Si este periodo excede de dos (2) horas se considerará que el sistema no ha superado el ensayo.

6. Funcionamiento de las alarmas de control de la estación de vacío

- 6.1** El funcionamiento de los controles de nivel de puesta en marcha y parada será controlado en alguno de los ensayos precedentes.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

- 6.2** Las bombas de impulsión se cambiarán a control manual y se apagarán. Se comprobará si el nivel de parada de emergencia del tanque de vacío o cámara colectora detiene el generador de vacío cuando se active la alarma de exceso de aguas residuales. Entonces se conectarán y cambiarán a control automático las bombas de impulsión.
- 6.3** Deben vaciar el tanque de vacío hasta el nivel de arranque antes de que la bomba de vacío entre a funcionar.
- 6.4** Se desconectará el generador de vacío y se comprobará que la alarma de nivel bajo indique que el vacío ha descendido por debajo del nivel prefijado.
- 6.5** La alarma de emergencia se ensayará sometiéndola a las siguientes comprobaciones:
- a)** Desconectando el generador de vacío;
 - b)** Desconectando las bombas de impulsión;
 - c)** Desconectando la fuente de energía; y,
 - d)** Cambiando el generador de vacío a control manual y midiendo el tiempo que transcurre hasta que se conecte la alarma; no debe exceder el tiempo máximo de operación continuada del generador.

La alarma debe activarse después de cada una de estas comprobaciones.

7. Tiempos de reemplazamiento

- 7.1** Para este ensayo se utilizará una cámara colectora cuya tapa haya sido abierta. Se dispondrá de un reemplazo de la válvula de vacío y de su sistema de control. Se registrará el tiempo para desmontar la válvula de vacío y el sistema de control e instalar los de reemplazo. Este tiempo no debe exceder de treinta (30) minutos.
- 7.2** El tiempo necesario para reemplazar las bombas de impulsión sólo será medido si las bombas están instaladas en el interior del tanque de vacío. El registro de este tiempo debe realizarse cuando el caudal de aguas residuales sea bajo. Se registrará el tiempo necesario para detener el sistema, desinstalar una bomba de impulsión, instalar una de repuesto y arrancar el sistema. Este tiempo no debe exceder de cuatro (4) horas.

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

ANEXO Nº 10: INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO

1. Mantenimiento

Las necesidades de mantenimiento variarán dependiendo del sistema utilizado. Un ejemplo de un programa de mantenimiento se propone a continuación:

Cámara Colectora

- Semestralmente: inspección visual de la cámara y su contenido;
- Anualmente: limpieza del colector y depuración del respiradero;
- 5 o 6 años: desmontar la válvula de vacío y reemplazar lo necesario.

Estación de Vacío

- 40 veces al año: inspecciones visuales; registro de las horas de funcionamiento de las bombas de vacío y de impulsión así como su consumo de energía;
- 12 veces al año: inspección visual y registro; mantenimiento de rutina;
- Anualmente: mantenimiento mecánico y eléctrico.

La frecuencia de las inspecciones se podrá reducir si se emplean medios de control a distancia.

2. Manual de funcionamiento

Los contenidos del manual de funcionamiento podrán variar dependiendo del sistema utilizado pero se sugiere que incluya los siguientes aspectos:

- a) La válvula de vacío y su ajuste
 - Ajustes concretos/funcionamiento del controlador
 - Unidad sensora del controlador
- b) La estación de vacío
 - Los generadores de vacío
 - Las bombas de impulsión
 - Instrumentación
- c) Fallos del sistema y alarmas
 - Fallo en el suministro de energía
 - Sistema de alcantarillado
 - Válvula de vacío- error al abrir - error al cerrar
- d) Estación de vacío
 - Pérdida de vacío
 - Problemas de las bombas de impulsión
 - Registro
 - Suministradores y fabricantes del sistema

Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío

3. Consumo de energía

Los factores principales que afectan al consumo de energía son:

- a) Caudal de aguas residuales;
- b) La topografía de la zona y la extensión del sistema;
- c) La relación aire/aguas residuales;
- d) El tipo de generador de vacío;
- e) El tipo de bomba de impulsión; y,
- f) El estado de conservación de la red de alcantarillado y las válvulas de interconexión.

El consumo de energía típico varía de 0,2 a 1 kWh/m³ de agua residual, que asumiendo un vertido típico diario por persona de 150 litros, es equivalente a entre 10 y 50 kWh/persona/año.

EPA/625/1-91/024
October 1991

Manual
**Alternative Wastewater
Collection Systems**

U.S. Environmental Protection Agency

Office of Research and Development
Center for Environmental Research Information
Risk Reduction Engineering Laboratory
Cincinnati, Ohio

Office Of Water
Office of Wastewater Enforcement and Compliance
Washington, DC

CHAPTER 3

Vacuum Sewer Systems

3.1 Introduction

The use and acceptance of alternative wastewater collection systems have expanded greatly in the last 20 years. One of these alternatives, vacuum sewers, has been used in Europe for over 100 years. However, it has been only in the last 25 years or so that vacuum transport has been utilized in the United States.

In this period of time, significant improvements have been made in system components. In addition, experience with operating systems has led to advancements in design, construction, and operational techniques. These factors have all contributed to vacuum sewer systems being a reliable, cost-effective alternative for wastewater conveyance.¹

Vacuum sewerage is a mechanized system of wastewater transport. Unlike gravity flow, it uses differential air pressure to move the wastewater. It requires a central source of power to run vacuum pumps which maintain vacuum on the collection system (Figure 3-1). The system requires a normally closed vacuum/gravity interface valve at each entry point to seal the lines so that vacuum is maintained. These valves, located in a pit, open when a predetermined amount of wastewater accumulates in the collecting sump. The resulting differential pressure between atmosphere and vacuum becomes the driving force that propels the wastewater towards the vacuum station.

A vacuum system is very similar to a water distribution system, only the flow is in reverse (Figure 3-2).² This relationship would be complete if the vacuum valve was manually opened, like a water faucet. With proper design, construction, and operation a vacuum system can be made to approach a water system in terms of reliability.

The choice of collection system type is usually made by the consulting engineer during the planning stages of a wastewater facilities project. This choice is the result of a cost-effectiveness analysis. Where the terrain is

applicable to a gravity system, the vacuum system many times is not even considered. While gravity may be cost effective in these situations, many small factors considered collectively may result in a vacuum system being the proper choice. Vacuum sewers should be considered where one or more of the following conditions exist:

- Unstable soil
- Flat terrain
- Rolling land with many small elevation changes
- High water table
- Restricted construction conditions
- Rock
- Urban development in rural areas

The advantage of such systems may include substantial reductions in water use, material costs, excavation costs, and treatment expenses. In short, there is a potential for overall cost effectiveness. Specifically, the following advantages are evident:

- Small pipe sizes, usually 7.5-, 10-, 15-, and 20-cm (3, 4, 6, 8-in) are used.
- No manholes are necessary.
- Field changes can easily be made as unforeseen underground obstacles can be avoided by going over, under, or around them.
- Installation at shallow depths eliminates the need for wide, deep trenches reducing excavation costs and environmental impact.
- High scouring velocities are attained, reducing the risk of blockages and keeping wastewater aerated and mixed.
- Unique features of the system eliminate exposing maintenance personnel to the risk of H_2S gas.
- The system will not allow major leaks to go unnoticed, resulting in a very environmentally sound situation.
- Only one source of power, at the vacuum station, is required.
- The elimination of infiltration permits a reduction of size and cost of the treatment plant.

Figure 3-1. Typical layout - vacuum sewer system. (Courtesy AIRVAC)

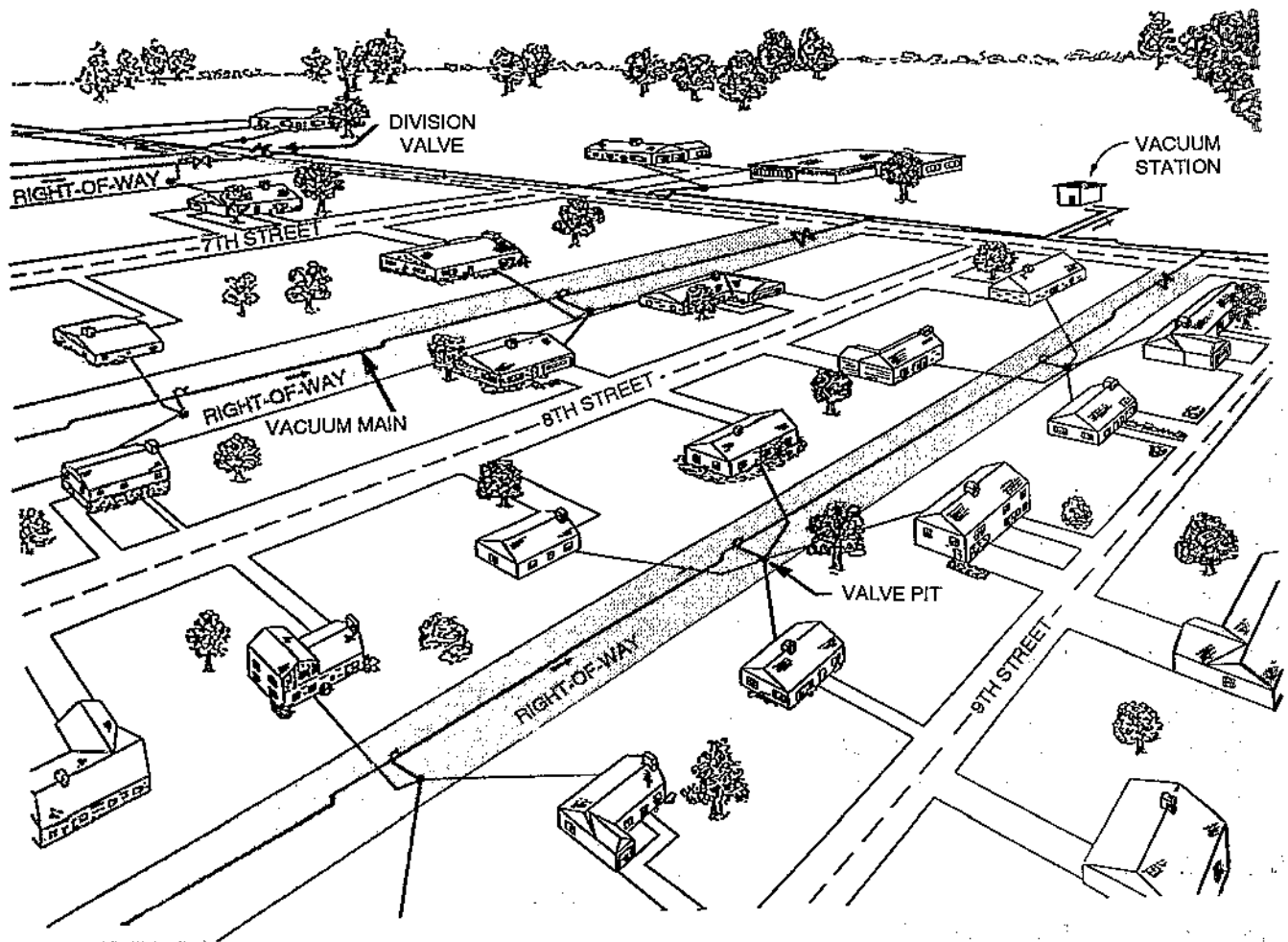
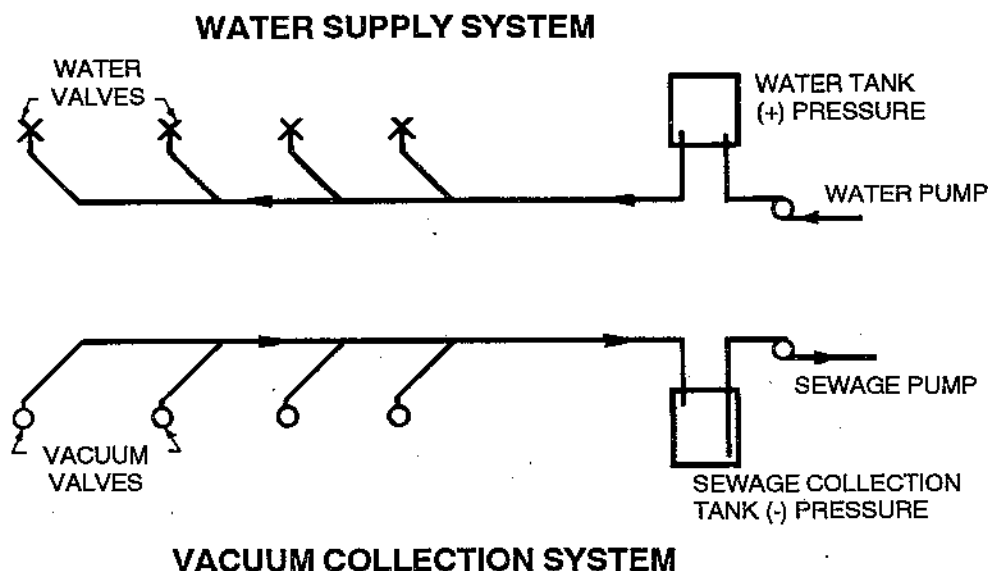


Figure 3-2. Water sewer/vacuum system similarities. (Courtesy AIRVAC)



The history of vacuum sewer technology is discussed in Chapter 1. The differences in overall system philosophy, design concepts, system components, and marketing approaches of four manufacturers are discussed. Each of these companies have made significant contributions to the vacuum sewer industry. Presently, almost all systems in operation in the United States are AIRVAC systems. For this reason, the remainder of this Chapter focuses on that approach. This in no way represents any endorsement of that system, but merely reflects the present state of the art in vacuum sewerage. In fact, at least one competitor has recently entered the U.S market. That manufacturer, Iseki, uses an approach similar to AIRVAC.

3.2 System Plan and Elevation View

Figure 3-3 shows a plan and profile view of a typical vacuum sewer line. Figure 3-4 shows a plan and profile view of a typical valve pit.

3.3 Description of System Components

A vacuum sewer system consists of three major components: the service, the collection mains, and the vacuum station.

3.3.1 Services

The services in a vacuum system consist of the following components:

- Vacuum valve
- Auxiliary vents
- Valve pit/sump, or
- Buffer tanks

The vacuum valve provides the interface between the vacuum in the collection piping and the atmospheric air in the building sewer. System vacuum in the collection piping is maintained when the valve is closed. With the valve opened, system vacuum evacuates the contents of the sump. The valve is entirely pneumatic by design, and has a 7.5-cm (3-in) opening size. Some states have made this a minimum size requirement, as this matches the throat diameter of the standard toilet.

Valve pits and sumps are needed to accept the wastes from the house. These may consist of one setting with two separate chambers. In these cases, the upper chamber houses the vacuum valve and the bottom chamber is the sump into which the building sewer is connected. These two chambers are sealed from each other. The combination valve pit/sump is made of

Figure 3-3. Profile view of typical vacuum sewer line.

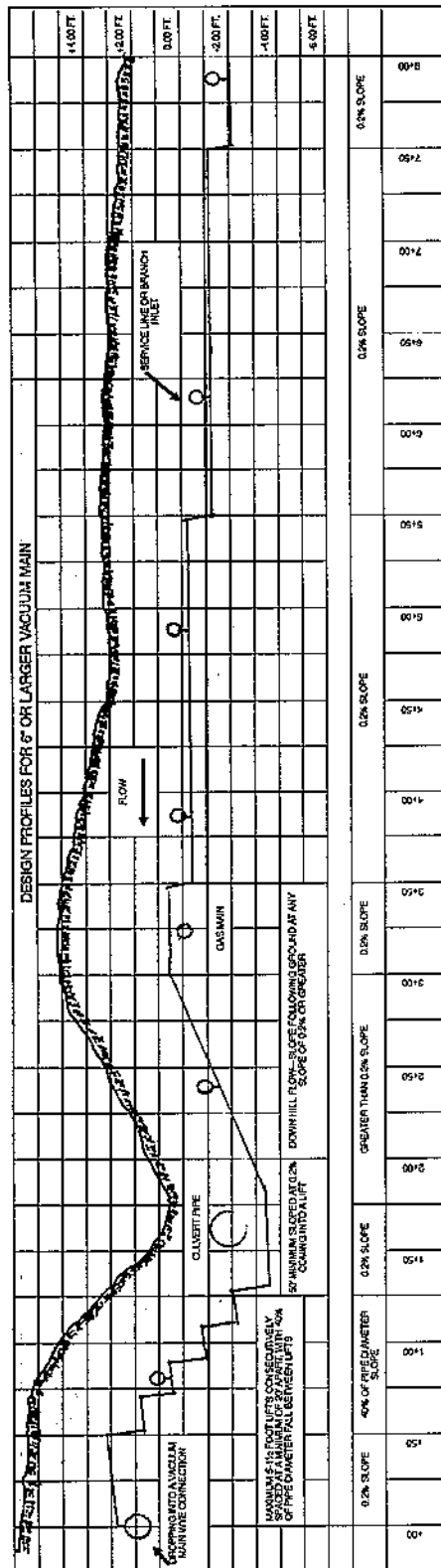
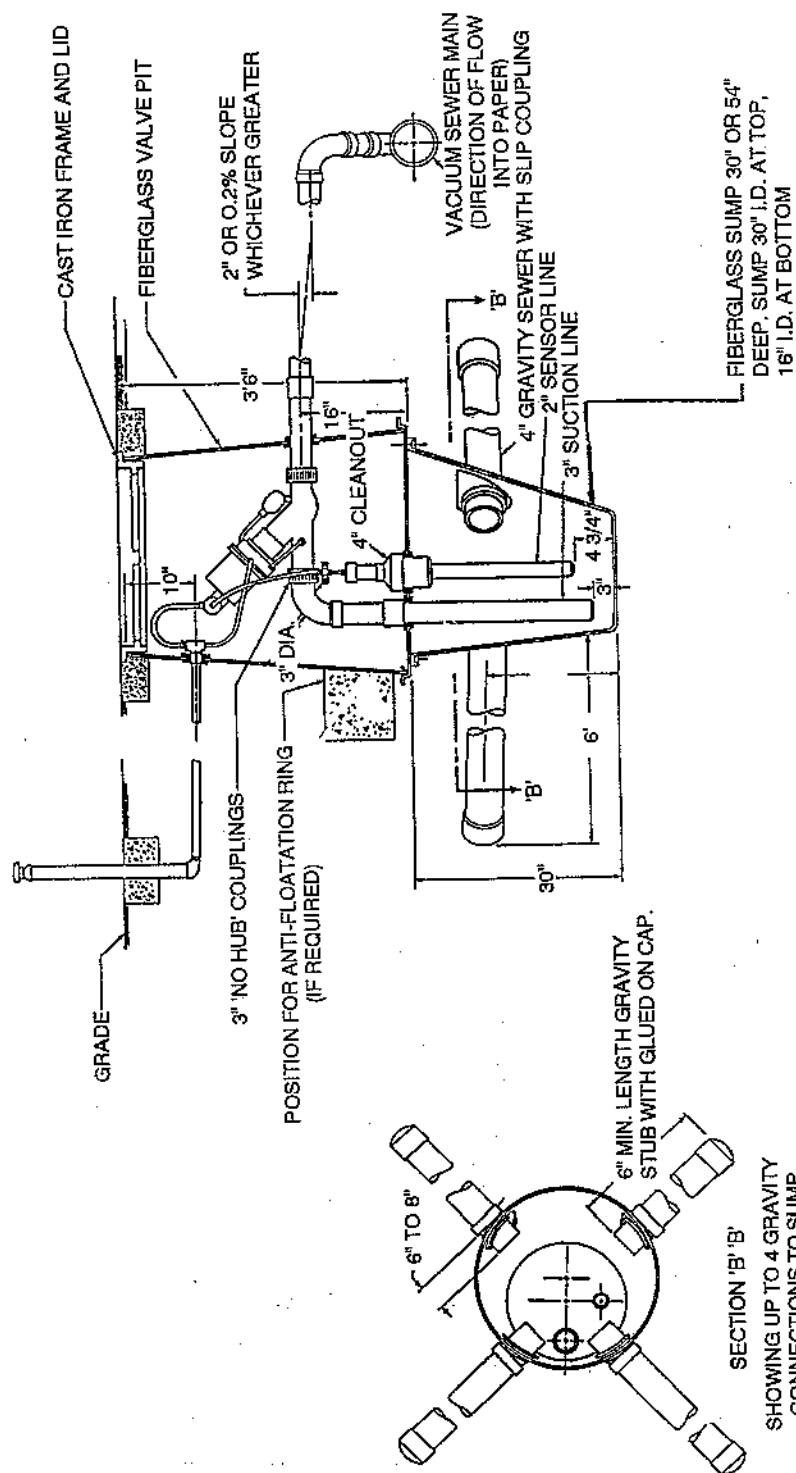


Figure 3-4. Plan and profile view - typical valve pit.



fiberglass, and is able to withstand traffic loads. For deeper settings, the fiberglass pit/sump arrangement may be replaced by a concrete manhole section in which the vacuum valve is mounted. In this arrangement, only one chamber exists. Buffer tanks are used for large customers or when a pressure/vacuum or gravity/vacuum interface is desired, as would be the case with a hybrid system.

A 10-cm (4-in) auxiliary vent is installed on the homeowner's service lateral, downstream of all of the house traps (Figure 3-5). This vent is necessary to provide the volume of air that will follow the wastewater into the main. This also circumvents the problem of inadequate house venting which had resulted in trap evacuation in early installations.¹ Some operating entities require the vent to be located near a permanent structure for aesthetic and protection reasons. In climates where temperatures fall below freezing, this vent must be located a minimum of 6 m (20 ft) from the valve pit. In this manner, the heat from the wastewater acts to warm the freezing atmospheric air thus reducing the possibility of freezing of some of the valve components.

3.3.2 Collection Mains

The collection piping network consists of the following components:

- Pipe
- Fitting
- Lifts
- Division valves

The piping network is connected to the individual valve pits and the collection tank. Schedule 40, SDR 21 and SDR 26 PVC pipe have been used, with SDR 21 being the most appropriate and most common. Both solvent-welded and gasketed have been used. Experience has shown that there are fewer problems with the gasketed type pipe. Where gasketed pipe is used, the gaskets must be certified for use under vacuum conditions. HDPE pipe has also been used in Europe. Typical sizes include 7.5-, 10-, 15-, and 20-cm (3, 4, 6, 8-in) pipe.

PVC pressure fittings are needed for directional change as well as for the crossover connections from the service line to the main line. These fittings may be solvent-welded or gasketed. Again, the recent trend is to avoid solvent-welded fittings where possible.

Lifts or vertical profile changes are used for uphill liquid transport. These lifts are generally made in a sawtooth fashion. A single lift consists of two 45-degree fittings connected with a short length of pipe (Figure 3-6).

Since vacuum sewers are exposed to repeated energy inputs, pipe movement is possible if proper installation practices are not followed. Early systems used concrete thrust blocks at each fitting. More recent systems have been installed without concrete thrust blocking. The theory behind this is that the pressure is inward rather than outward as would be the case in a positive pressure situation. However, a more important concern is that each fitting is a point of possible joint failure. Failure of the fitting may occur because of trench settlement rather than thrust. For this reason, care must be exercised in the backfill and compaction operations. Granular backfill material covering the fitting, coupled with mechanical compaction, is a must if thrust blocking is to be eliminated. If thrust blocking is used, a thin plastic membrane should cover the pipe prior to the concrete pour.

Division valves are used for isolation purposes during troubleshooting. Both plug and resilient-wedge gate valves have been used. Recent systems have included gauge taps installed just downstream of the division valve. This tap makes it possible for one person to troubleshoot without having to check vacuum at the station. This greatly reduces emergency maintenance expenses, both from a time and manpower standpoint. Therefore, this tap is recommended.

Different pipe location identification methods have been used. These include magnetic trace tape in the top of the trench, metal toning wires above the pipe, and color coding of the pipe itself.

3.3.3 Vacuum Station

Vacuum stations function as transfer facilities between a central collection point for all vacuum sewer lines and a pressurized line leading directly or indirectly to a treatment facility.¹ The following components are included in the vacuum station (Figure 3-7).

- Vacuum pumps
- Wastewater pumps
- Generator
- Collection tank
- Reservoir tank
- Controls
- Motor control center
- Chart recorder
- Fault monitoring system

Vacuum pumps are needed to produce the vacuum necessary for liquid transport. The operational history of vacuum sewers indicates that the optimum operating range is 40-50 cm (16-20 in) Hg. The pumps, however, should have the capability of providing up to 63 cm (25 in) Hg as this level is sometimes needed in the troubleshooting

Figure 3-5. Auxiliary vent location.

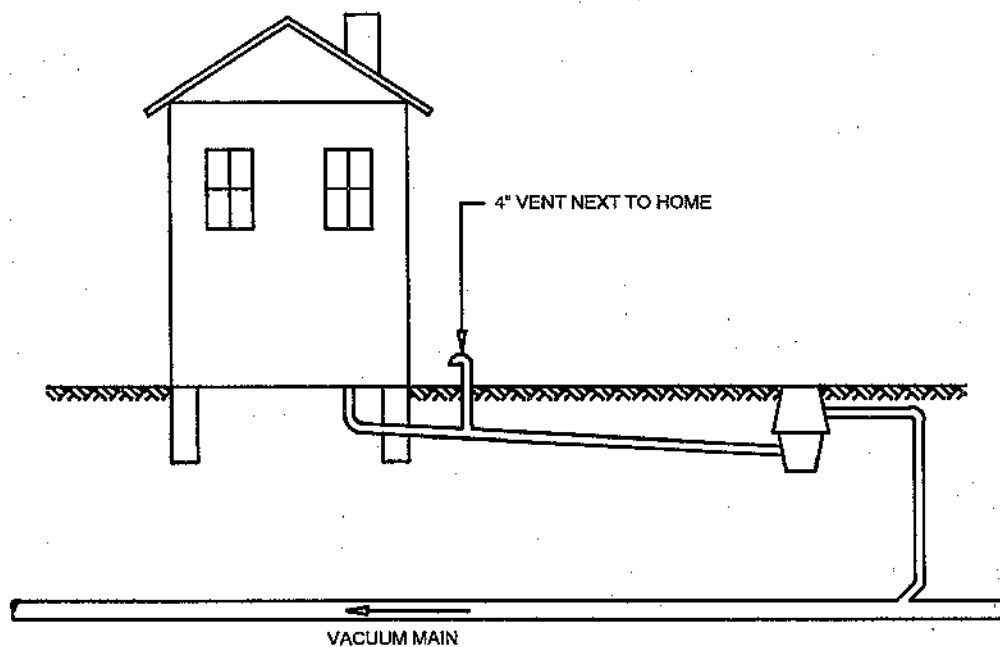
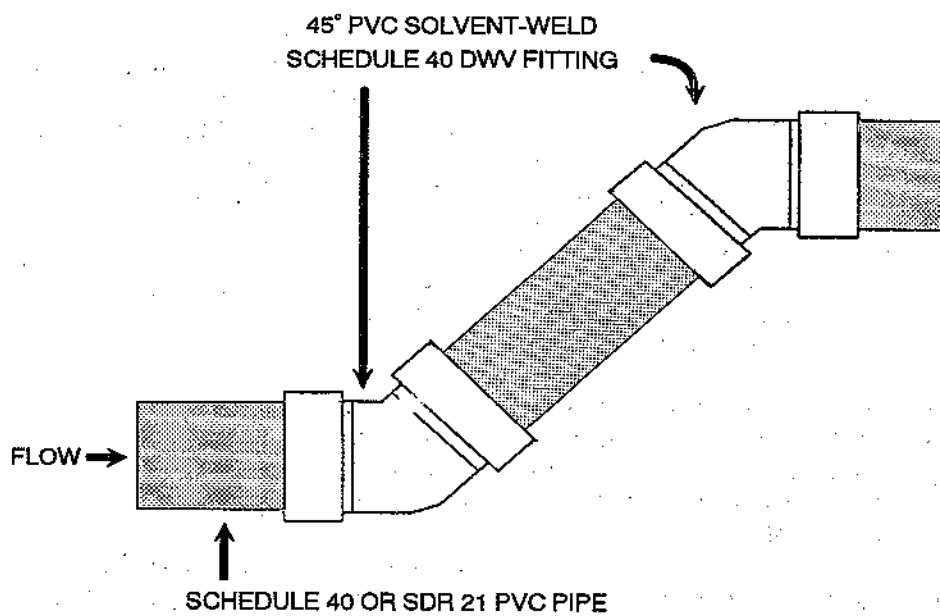


Figure 3-6. Lift detail.



CONTROLS AND ALARMS

TELEPHONE ALARM

STANDBY GENERATOR

VACUUM RESERVOIR TANK

2" VACUUM VALVE

SEWAGE COLLECTION TANK

SUMP IN BASEMENT OF VACUUM STATION

VACUUM SEWERS

PROBES

S.G.

EQUALIZING LINES

DISCHARGE PUMPS

TO TREATMENT PLANT

V.R.

VS

V

VACUUM PUMPS

EXHAUST

V VACUUM GAUGE

VS VACUUM SWITCH

C COMPOUND GAUGE

V.R. VACUUM RECORDER

S.G. SIGHT GLASS

process. Redundancy is a minimum requirement with each pump capable of providing 100 percent of the required air flow (cfm).

Vacuum pumps may be either the liquid-ring or sliding-vane type. A liquid-ring vacuum pump utilizes a service liquid as a sealing medium between an offset impeller and the pump casing. As the impeller spins, the service liquid is forced against the pump outer casing by centrifugal force, and air is compressed and forced out of the discharge pipe by the eccentric liquid action. The vacuum is created as more air is drawn in to be compressed. When liquid-ring pumps are used, oil is recommended as the seal liquid. Since the service liquid continually circulates when the pump is in operation, a service liquid tank must be provided. The tanks are vented with an outlet to the outside. Since the service liquid carries a significant quantity of heat away from the pump, a heat exchanger is required.

Sliding-vane vacuum pumps may also be used. For these types of pumps an air filter is required. This filter is located on the inlet line between the reservoir tank and the vacuum pump so as to remove particulate material which might cause excessive impeller wear if it were to enter the pump volute. The use of sliding-vane vacuum pumps has increased recently. The reason for this is the lower power consumption required for a given pump capacity. On the negative side, there have been problems reported with the vulnerability of these pumps should liquid be carried into them. In this situation, the pumps must be taken out of service to remove the liquid; the result is a shortened service life. By contrast the liquid-ring pump can usually withstand an accident of this type with very little damage. Design precautions, such as an electrically controlled plug valve between the collection tank and the reservoir tank, can be added to the piping system in order to protect sliding-vane pumps.

Wastewater pumps are required to transfer the liquid that is pulled into the collection tank by the vacuum pumps to its ultimate point of disposal. Dry pit pumps have been used extensively, although submersible wastewater pumps located on guide rails within the collection tank may be used as an alternative. The most frequently used pump has been the non-clog type. Redundancy is required, with each pump capable of providing 100 percent of the design capacity. The level controls are set for a minimum of 2 minutes pump running time to prevent excessive pump starting and related, increased wear. The pumps should have shutoff valves on both the suction and discharge piping to allow for removal during maintenance without affecting the vacuum level.

Check valves are used on each pump discharge line and on a common manifold after the discharge lines are joined to it. Equalizing lines, consisting of small diameter clear PVC pipe connecting the pump discharge to the collection tank, are usually required.² The purpose of these lines is to remove air from the pump and to equalize the vacuum across the impeller. In addition, they will prevent the loss of prime should a check valve leak. Since this setup will result in a small part of the discharge flow being recirculated to the collection tank, a decreased net pump capacity results.

In some recent designs, equalizing lines have been eliminated by using horizontal wastewater pumps with a continuously flooded suction. This is accomplished through the use of a ball check valve on the pump suction piping between the collection tank and the wastewater pumps. Prior to using this concept, the designer should carefully weigh whether the pumping cost savings are significant enough to risk the possibility of failure of the ball-check and the problems that could result.

Wastewater pumps are typically located at an elevation significantly below the collection tank to minimize the net positive suction head (NPSH) requirement. In conjunction with NPSH requirements, pump heads are increased by 7 m (23 ft) to account for tank vacuum. Both vertical and horizontal pumps can be used.

Materials of construction for pumps include cast iron with stainless steel shafts, while aluminum, bronze, and brass should be avoided. Fiber packing is not recommended. Double mechanical seals which are adaptable to vacuum service should be used.²

A standby generator is a must. It ensures the continuing operation of the system in the event of a power outage. Standard generators that have been used in other wastewater applications are available from a variety of manufacturers.

The wastewater is stored in the collection tank until a sufficient volume accumulates, at which point the tank is evacuated. It is a sealed, vacuum-tight vessel made of either fiberglass or steel. Fiberglass tanks are generally more expensive, but do not require the periodic maintenance (painting) of a steel tank. Painting may be required every 5-6 years. Vacuum, produced by the vacuum pumps, is transferred to the collection system through the top part of this tank. The part of the tank below the invert of the incoming collection lines acts as the wet well. A bolted hatch provides access to the tank should it be necessary.

Most collection tanks are located at a low elevation relative to most of the components of the vacuum station. This minimizes the lift required for the wastewater to enter the collection tank, since wastewater must enter at or near the top of the tank to ensure that vacuum can be restored upstream. Many times this results in a deep basement required in the vacuum station.

A vacuum reservoir tank is located between the vacuum pumps and the collection tank. It has three functions: 1) to reduce carryover of moisture into the vacuum pumps; 2) to act as an emergency reservoir; and 3) to reduce the frequency of vacuum pump starts.³ Like the collection tank, it can be made of either fiberglass or steel.

The vacuum pumps are controlled by vacuum switches located on the reservoir tank. Usual operating level is 40-50 cm (16-20 in) Hg with a low level alarm of 35 cm (14 in) Hg. The wastewater pumps are controlled by a probe(s) located inside of the collection tank. One method includes using seven probes, one for each of the six set points of the pumping cycle and one as a ground. Another method relies on a single probe that is capable of monitoring all of the set points. These probes are the capacitance-inductive type. They require a transmitter/transducer to send a 4-20 mA signal to the control panel.

The motor control center houses all of the motor starters, overloads, control circuitry, and the hours run meter for each vacuum and wastewater pump. The vacuum chart recorder, collection tank level control relays, and a telephone dialer are also normally located within the motor control center.

Vacuum gauges are used on all incoming lines as well as on both the collection tank and the reservoir tank. Their purpose is to allow the operator to monitor the system. These gauges are very important in the troubleshooting procedures. Chart recorders for both the vacuum and sewer pumps are needed so that system characteristics can be established and monitored. Like gauges, these recorders are vital in the troubleshooting process.

A fault monitoring system is needed to alert the operator of any irregularities, such as a low vacuum level. These systems actuate an automatic telephone dialer. There are a number of manufacturers that have this type of equipment.

For small systems a skid-mounted station is available.³ This unit contains all the components of a typical vacuum station and must be installed inside a protective structure.

3.4 System Design Considerations

3.4.1 Hydraulics

The discussion of Section 2.4.1 is equally appropriate for vacuum sewers. AIRVAC 7.5-cm (3-in) valves have a capacity of 2 L/s (30 gpm) when connected to a 15-cm (6-in) or larger main, assuming the necessary vacuum, 13 cm (5 in Hg), is available at the valve site.² To achieve this capacity with the normal 38-L (10-gal) discharge cycle with an average valve-open time setting of 6 seconds, a vacuum valve would be required to open and close 3 times/minute, with a "rest" of only about 15 seconds between cycles. This may not present a problem to a valve that is relatively close to the vacuum station connected to a 15-cm (6-in) main. A different situation exists for a valve at the far end of the system that is connected to a 10-cm (4-in) main. Vacuum response (the ability of the vacuum main to quickly recover to the same level of vacuum that existed prior to the cycle) is of absolute importance in vacuum sewer design. Vacuum response is a function of line length, pipe diameter, number of connections, and the amount of lift in the system.

Should a situation exist that is cause for concern, the designer should consider using a buffer tank to attenuate peak flows. In this case, the idea is not for the valve to keep up with incoming flow, but rather to use tank reserve volume to prevent backups until the valve is capable of emptying the tank.

Design flows are maximum flow rates expected to occur once or twice a day, and are used to size the vacuum sewer mains as well as the various vacuum station components. Instantaneous flow rates in excess of design flows can occur under certain situations. Chapter 2 describes various studies of flow versus equivalent dwelling units (EDUs). The equation for estimating design flow based on the number of homes to be served is as follows:

$$Q = AN + B$$

where:

- Q = Design flow (gpm)
- A = A coefficient selected by the engineer, typically 0.5
- N = Number of EDUs
- B = A factor selected by the engineer, typically 20

In the usual form, the equation is $Q = 0.5N + 20$, but may be varied to account for anticipated high water use, to

allow for a greater safety factor, and to allow for some infiltration and inflow (I/I).

The term "self cleaning velocity" refers to the flow velocity required to convey solids along with the water carrier. To maintain an unobstructed pipeline, the velocity should be sufficient to transport grit that may be present in the wastewater, prevent grease plating on the crown of the pipe, and scour (resuspend) previously settled matter. This velocity is generally 60-90 cm/s (2-3 fps).

Tangential liquid velocities in the typical vacuum sewer are 4.6-5.5 m/s (15-18 fps), obviously well above the minimum required for self cleaning. A common claim from the manufacturers of vacuum sewer components is that there has never been a blockage reported in a vacuum system. Whether true or not, the high transport velocities suggest that the probability of blockages occurring are remote.

An understanding of the vacuum transport process is needed by the system designer. With the saw-tooth profile, and as long as no vacuum valves are operating, no wastewater transport takes place. All wastewater remaining in the sewers will lie in the low spots. Since the wastewater will not seal the bore of the pipe in these static conditions, little vacuum loss is experienced throughout the system when low or no flow is occurring.

When a sufficient volume of wastewater accumulates in the sump, the vacuum valve cycles. The differential pressure that exists between the sewer main and atmosphere forces the sump contents into the main. While accelerating, the wastewater is rapidly transformed into foam and soon occupies only part of the pipe cross section so that the momentum transfer from the air to water takes place largely through the action of shear stresses. The magnitude of the propulsive forces starts to decline noticeably when the vacuum valve closes, but remains important as the air continues to expand within the pipe. Eventually friction and gravity bring the wastewater to rest at a low spot. Another valve cycle, at any location upstream of the low spot, will cause this wastewater to continue its movement toward the vacuum station.¹

Vacuum systems are designed to operate on two phase (air/liquid) flows with the air being admitted for a time period twice that of the liquid. Open time of the AIRVAC valve is adjustable; hence, various air to liquid ratios are attainable.

Normally, the vacuum pumps are set to operate at 40-50 cm (16-20) in Hg of vacuum. The minimum vacuum of 40

cm (16 in) Hg results in a total available head loss of 5.5 m (18 ft); 1.5 m (5 ft) of this head loss is required to operate the vacuum valve, leaving 4 m (13 ft) available for wastewater transport (Figure 3-8). The summation of friction loss and static lift from any one point on the sewer network to the vacuum station must not exceed 4 m (13 ft). This relationship is expressed by the following equations:

$$V_c = V_s - V_v$$

where:

- V_c = Vacuum available in the collection system for transport, ft
- V_s = Minimum vacuum available at the vacuum station, typically 16 in Hg (which roughly equals 18 ft of water)
- V_v = Vacuum required to operate the vacuum valve, 5 in Hg (which roughly equals 5 ft of water)

With:

$$V_c = \text{Static Loss} + \text{Friction Loss}$$

and the normal values substituted in the above equation, the equation is simplified:

$$\text{Static Loss} + \text{Friction Loss} = 13 \text{ ft of H}_2\text{O}$$

Static losses are those incurred by using lifts, or vertical profile changes. Profile changes are accomplished by using two 45-degree fittings joined by a section of pipe. For efficient use of the energy available, profile changes should be as small as possible. Numerous lifts are recommended over one large lift.² Table 3-1 shows the recommended lift height for various pipe sizes.

Static losses are calculated by subtracting the pipe diameter from the lift height (Figure 3-9):

$$\text{Static Loss} = \text{Lift Height} - \text{Pipe Diameter}$$

Friction loss charts for SDR 21 PVC pipe and a 2:1 air/liquid ratio have been developed by AIRVAC, and are contained in their design manual.² Friction losses are only calculated for sewers that are laid between 0.2 and 2.0 percent fall. Friction losses in falls greater than 2.0 percent are ignored. The hydraulic calculations should be performed including friction loss. A separate calculation can then be made to see how much of the total loss is static versus friction.

Figure 3-8. Vacuum lift capability.

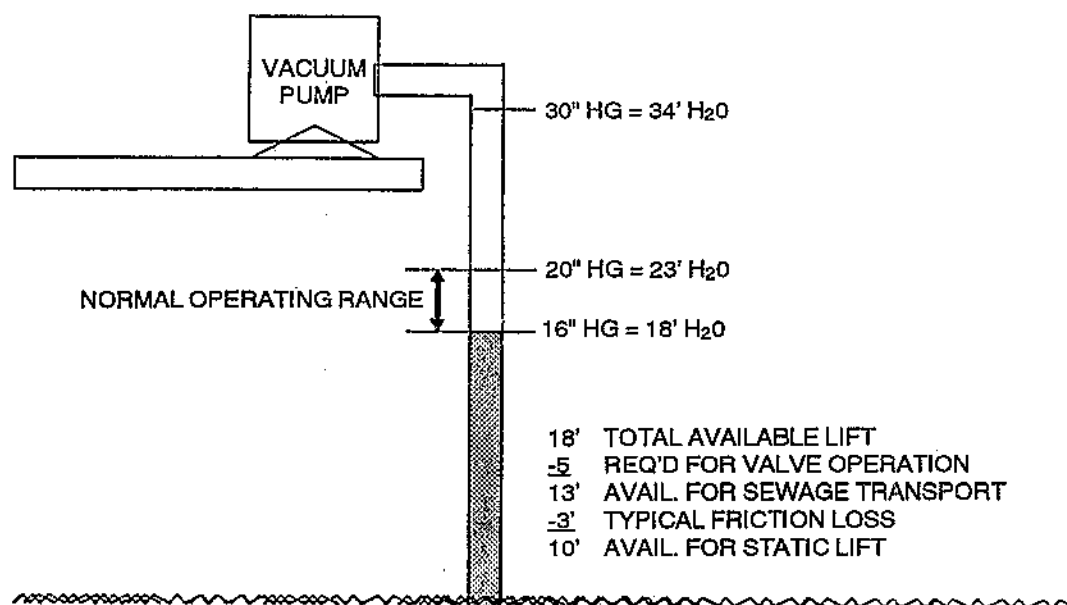
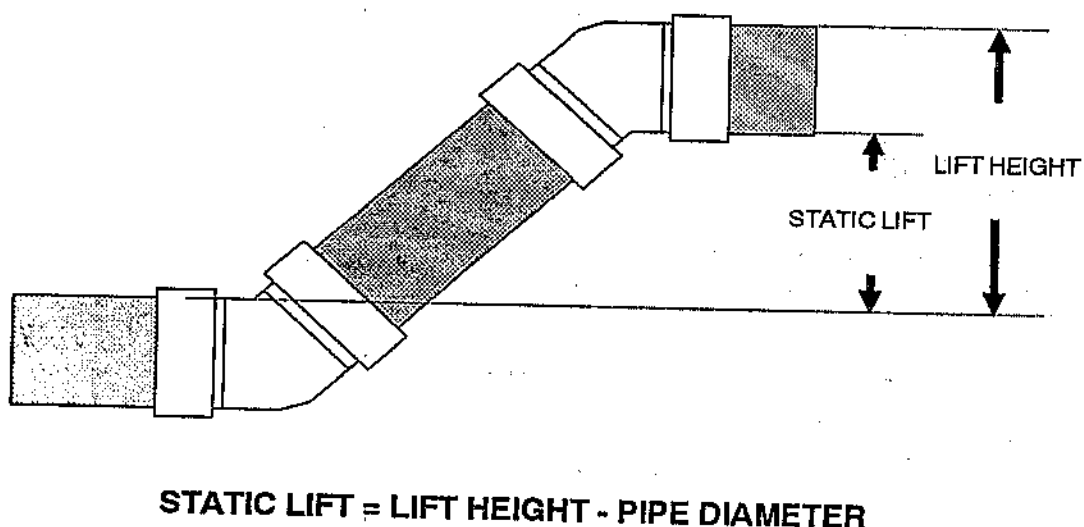


Table 3-1. Recommended Lift Height

Pipe Diameter (in)	Lift Height (ft)
3	1.0
4	1.0
6	1.5
8	1.5
10	2.3

Figure 3-9. Static loss determination.



3.4.2 Mains, Service Lines, and Building Sewers

3.4.2.1 Mains

a. Geometry and Sizing

The geometry of a vacuum sewer system is similar to that of a water distribution system. Rather than looped, however, it is normally in a dendriform pattern.

It is desirable to have the vacuum station located as centrally as possible. This lends itself to a system with multi-branches. This is very important, as multiple main branches to the vacuum station give added operating flexibility. For example, with a system having 3 branches serving 300 customers, the worst case scenario is that 100, or one-third, of the customers may be without service while a problem is corrected. By contrast, the worst case scenario assuming a similarly sized system with one branch would have all 300 customers out of service during the same period.

When laying out a vacuum system, the designer should select pipe runs that:

- Minimize lift
- Minimize length
- Equalize flows on each main branch

The length of collection lines are governed by two factors. These are static lift and friction losses. As previously discussed, the summation of these two amounts generally cannot exceed 4 m (13 ft). Due to restraints placed upon each design by topography and wastewater flows, it is impossible to give a definite maximum line length. One operating system has a single main line branch exceeding 4,300 m (14,000 ft) in length.

Vacuum sewer design rules have been developed largely as a result of studying operating systems. Important design parameters are shown in Table 3-2 and 3-3.

Table 3-4 shows at what length the 0.2 percent slope will govern versus the percentage of pipe diameter for the slope between lifts.

AIRVAC has developed a table recommending maximum design flows for each pipe size. Table 3-5 shows these recommendations.[†]

Substituting the values of maximum flow (Q) from Table 3-5 into the previously cited simplified equation ($Q = 0.5N + 20$) and solving for N, will give the maximum number of homes served for each line size. Table 3-6 shows these results.

Table 3-2. Main Line Design Parameters

Minimum distance between lifts, ft	20
Minimum distance of 0.2-percent slope prior to a series of lifts, ft	50
Minimum distance between top of lift and any service lateral, ft	6
Minimum slope, percent	0.2

Table 3-3. Guidelines for Determining Line Slopes*

Line Size	Use Largest of:
4" Mains	- 0.2% - Ground slope - 80% of pipe dia. (between lifts only)
6" Mains	- 0.2% - Ground slope - 40% of pipe dia. (between lifts only)

* Assuming minimum cover at top of slope

Table 3-4. Governing Distances for Slopes Between Lifts

Pipe Diameter (in)	Distance	Governing Factor
4	<135 ft	80% of pipe diameter
4	>135 ft	0.2% slope
6 & larger	<100 ft	40% of pipe diameter
6 & larger	>100 ft	0.2% slope

Table 3-5. Maximum Flow for Various Pipe Sizes

Pipe Diameter (in)	Maximum Maximum Flow (gpm)
4	55
6	150
8	305
10	545

Table 3-6. Maximum Number of Homes Served for Various Pipe Sizes

Pipe Diameter (in)	Number of Homes Served
4	70*
6	260
8	570
10	1,050

* The recommended maximum length of any 4-in run is 2,000 ft, which may limit the amount of homes served to a value less than 70.

The values in Table 3-6 should be used for planning purposes or as a starting point for the detailed design. In the latter case, estimated site-specific flow inputs along with the friction tables should be used in the hydraulic calculations. A correctly sized line will yield a relatively small friction loss. If the next larger pipe size significantly reduces friction loss, the line was originally undersized.

Experience has shown that there is little economy in using 7.5-cm (3-in) pipe for mains. For this reason, 10 cm (4 in) is the minimum recommended main size.

b. Routing

In most cases, vacuum sewer mains are located outside of and adjacent to the edge of pavement and approximately parallel to the road or street, which reduces the expenses of pavement repair and traffic control. In areas subject to unusual erosion, the preferred location is often within the paved area. This location is also favored by some municipalities as being an area where subsequent excavation is less likely and more controlled, and therefore a location more protected from damage.

One of the major cost components of a vacuum system is the valve pit. With two or more homes sharing one valve, overall system construction costs can be significantly reduced, resulting in major cost advantage. To do this, however, may require the main line to be located in private property, typically in the back yard. There are two disadvantages to this type of routing. First, it requires permanent easements from one of the property owners, which may be difficult to obtain. Second, experience has shown that multiple house hookups are a source of neighborhood friction unless it is located on public property. The designer should carefully consider the tradeoff of reduced costs to the social issues prior to making the final routing decision.

An advantage to the use of vacuum sewers is that the small diameter PVC pipe used is flexible and can be easily routed around obstacles. The feature allows vacuum sewers to follow a winding path as necessary. The pipe should be bent in as long of a radius as possible, never less than that recommended by the pipe manufacturer. The equation from the Uni-Bell Handbook of PVC Pipe for the minimum radius of bending is presented in Chapter 2. This equation is:

$$R_b/OD = 200$$

where:

R_b = Minimum radius of the bending circle
OD = Outside diameter of the pipe

Vacuum sewers are normally buried with a cover of 90 cm (3 ft). In a few cases, where economy is paramount and subsequent damage is unlikely, they are buried with less cover. The depth of burial in colder climates is usually dictated by frost penetration depths. In the northern United States, they are often placed at 1.2-1.5 m (4-5 ft). Even though line freezing is a concern with most engineers, it usually is not a problem with vacuum mains since retention time in small-diameter lines is relatively short and turbulence is inherent. Long periods of disuse could still lead to freezing conditions however, unless the system were adjusted to ensure relatively complete evacuation of the mains (a technique used for "winterizing" some resort systems).

The separation of vacuum sewers from water supply mains and laterals often requires the vacuum sewer be buried deeper than would be required for other reasons. Horizontal and vertical separation requirements are dictated by State Agencies. These requirements vary from state to state.

Profiles of the mains should always be shown on the plans. Slopes, line sizes and lengths, culvert and utility crossings, inverts, and surface replacements are typically shown on the profiles.

Culvert and utility crossings often dictate numerous variations in the depth of burial of vacuum sewer mains, with many resulting sags and summits in the pipeline profile. Unlike pressure mains, where air accumulates at a summit requiring an air release valve, vacuum sewers are not affected by high points in the profile. The sags, however, may present a problem, as they typically will add lift to the system. In addition, if not designed and constructed properly, a sag may trap wastewater at low flow periods blocking off the low part of the sewer.

To minimize damage to the vacuum sewer main caused by subsequent excavation, route markers are sometimes placed adjacent to the main, warning excavators of its presence. Accurate as-constructed plans are helpful in identifying the pipeline location, and a cable buried with the main can be induced with a tone so the main can be field located using common utility locating equipment.

A warning tape marked "vacuum sewer" is sometimes placed shallowly in the pipeline trench to further notify excavators. When the tape is placed lower in the trench, e.g., adjacent to the pipe, it is called an identification tape. The tape can be metalized so it can be detected with utility locating devices. Most tapes cannot be induced with a tone at a significant depth, so metalized tape should be placed shallowly to be detected. It is also very

or twisted during its placement or the detectable surface area will be reduced.

c. Trench Section

Trenching may be accomplished by using a backhoe, wheel trencher, or chain-type trencher. The choice of equipment is usually dictated by the contractor based on the material to be excavated, depth requirements, topography and available working space.

Imported material termed "pipe zone backfill" is often placed to surround the main if material excavated from the trench is regarded as unsuitable for this purpose. Pipe zone backfill is usually granular, such as pea gravel or coarse sand. Fine sand or soil is generally not as desirable as it bulks, rather than flows, into place under the pipe haunching.

The remaining backfill material required is often specified by the agency controlling the road or street, especially if the mains are located within the pavement.

In some cases a lean cement-sand slurry is used for backfill. This option is particularly attractive when a trencher is used, the mains are located within the pavement, and prompt restoration for traffic control is important.

d. Pipe Materials

PVC thermoplastic pipe is normally used for vacuum sewers in the United States. In some European installations, HDPE and ABS have been successfully used. In certain cases, ductile cast iron pipe (DCIP) has also been used, assuming the joints have been tested and found suitable for vacuum service.

The most common PVC mains are iron pipe size (IPS), 200 psi working pressure rated, standard dimension ratio 21 (Class 200 SDR 21 PVC). Class 160, SDR 26, and Schedule 40 PVC have also been used. From a pressure standpoint, the lower class pipe is acceptable. However, thinner wall pipe is more likely to be damaged during installation. Further, there is little cost difference between SDR 21 and SDR 26 when the excavation, backfill, and surface restoration are considered. For these reasons, Class 200, SDR 21 is recommended.

PVC pipe has a high (3.0×10^{-5} in/in/°F) coefficient of thermal expansion; about 3/8-in length variation/100 ft of pipe/10°F change in temperature. Considerable temperature changes will be experienced during pipeline installation, and some degree of temperature change will occur during operation, with climate and shallow soil temperature changes. To reduce expansion and contraction induced stresses, flexible elastomeric joint

("rubber ring" joint) pipe is preferred. If solvent-welded joint pipe is used, the pipe manufacturers recommendations for installation regarding temperature considerations should be followed. The Uni-Bell Handbook of PVC Pipe also provides guidance as to proper practices.

In the past, solvent-weld fittings were most often used with Drain, Waste, and Vent (DWV) pipe. These fittings are more commonly available than gasketed joint fittings (one major line component, the wye required for each connection to the main, is not made in gasketed PVC). Expansion and contraction, while a concern if the entire system were solvent-welded, are allowed for in the gasketed main-line pipe joints.

Presently, there is a move toward eliminating all solvent-welding. At least one of the major fitting manufacturers is making gasketed wye fittings. Spigot adapters (an adapter fitting that can be solvent welded in a controlled environment into each of the three legs of the wye resulting in three gasketed joints) can also be used.

3.4.2.2 Service Lines

Vacuum sewer service lines run from the vacuum main to the valve pit. Typically these lines are near and parallel to property lines.

It is good practice to boldly field mark the location of the service line with properly identified lath a few days prior to installation. This serves as a reminder to the property owners about the intended location and may cause them to recognize some reason why the location should be changed. It also serves as an advance notice to neighbors if property lines are in doubt.

Most municipalities prefer locating the service line where it will not be driven over. Others, however, prefer locating the service line within the paved driveway. The reasoning is that subsequent excavation and associated damage to the service line is less likely within the paved section.

Service lines should be located distant from potable water lines to reduce the possibility of cross contamination. They should also be distant from other buried utilities, if possible, due to the possibility of damage caused by subsequent excavations for maintenance or repair of those utilities.

All connections to the main, e.g., crossover connections, are made "over the top" (Figure 3-10). This is accomplished using a vertical wye and a long radius elbow. Due to the restraints placed upon the depth of sewers by the connecting sewers entering "over the top," engineers should consider the ground cover required on these

Figure 3-10. Top view of crossover connection.

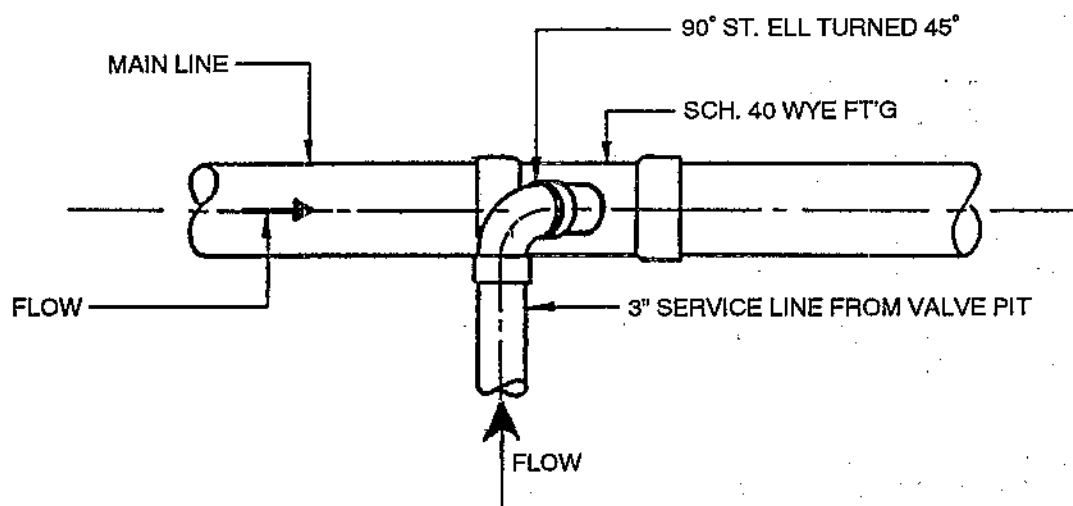


Table 3-7. Service Line Design Parameters

Minimum distance from lift to valve pit, ft	5
Minimum distance from lift to crossover, ft	5
Minimum slope between lifts	2 in or 0.2% (whichever is larger)

connections at the design stage. Table 3-7 gives design parameters when lifts are required in the service line.

Service lines are typically 7.6 cm (3 in) in diameter. An exception to this occurs when a buffer tank is used. Buffer tanks are used for large flows which otherwise result in frequent valve cycles. To maintain good vacuum response at the buffer tank, a 15-cm (6-in) service line is recommended.

As with the vacuum sewer mains, Class 200, SDR 21 PVC pipe typically is used for the service lines. Solvent-welded DWV fittings are used, although rubber ring fittings are becoming more common.

3.4.2.3 Building Sewers

The term building sewer refers to the gravity flow pipe extending from the home to the valve pit setting. In many cases, state or local authorities regulate installations of building sewers. The Uniform Plumbing Code is often referenced.

For residential service, the building sewer should be 10 cm (4 in) and slope continuously downward at a rate of not less than 0.25 in/ft (2-percent grade). Desirably, the valve pit setting should be located near the home so the building sewer is short, with less need for maintenance and less opportunity for infiltration and inflow (I/I). Line size for commercial users will depend on the amount of flow and local code requirements.

Bends should be avoided in building sewers, and a cleanout used for each aggregate change in direction exceeding 57°.

Infiltration via leaking building sewers has been common, as has the connection of roof and yard drains. A quality inspection during homeowner connection is advised to determine if these situations exist. If so, steps should be taken to require their elimination prior to final homeowner connection.

To minimize the risk of damage to the fiberglass valve pit during homeowner connection to the system, a stub-out pipe of sufficient length, typically 1.8 m (6 ft), from the valve pit is recommended. The orientation of the valve pit as it relates to the house and the wye connection is dependent on the number of connections to the pit (Figure 3-11).

If the home piping network does not have a cleanout within it, one should be placed outside and close to the home. Some agencies prefer having a cleanout at the dividing line where agency maintenance begins (i.e., the end of the 1.8-m [6-ft] stub-out pipe).

3.4.3 Valve Pit Settings

3.4.3.1 General

a. Fiberglass Settings

The premanufactured, fiberglass type of valve pit setting is by far the most common. This type of setting is composed of four main parts; the bottom chamber (sump), the top chamber (valve pit), the plate that separates the two chambers (pit bottom), and the lid (Figure 3-12).

Wastes from the home are transmitted to the sump via the building sewer, the inlet entering the sump 45 cm (18 in) above the bottom. Up to four separate building sewers can be connected to one sump, each at 90 degrees to one another. A tapered shape helps facilitate the backfilling procedure.

The sump has a wall thickness of 5 mm (3/16 in) and is designed for appropriate traffic loading with 60 cm (2 ft) of cover.¹ Elastomer connections are used for the entry of the building sewer. Holes for the building sewers are field cut at the position directed by the engineer.

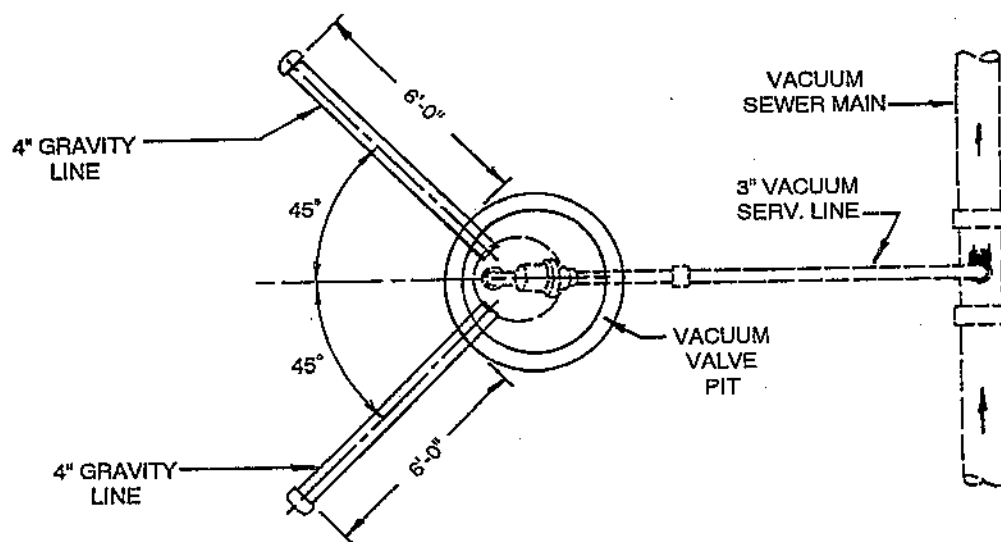
The sumps employed thus far have two different heights: 76 and 135 cm (30 and 54 in). Both are 45 cm (18 in) in diameter at the bottom and 90 cm (36 in) in diameter at the top, with the smaller size having a capacity of 208 L (55 gal) and the larger one 380 L (100 gal).

The valve pits house the vacuum valve and controller. They are usually fabricated with filament-wound fiberglass with a wall thickness of 5 mm (3/16 in) in order to be suitable for appropriate traffic loading.¹ The valve pit is normally 90 cm (36 in) in diameter at the bottom and is conically shaped to allow the fitting of a 60-cm (23.5-in) diameter clear opening cast iron frame and cover at the top. Depths are normally 1 m (42 in). One 7.5-cm (3-in) diameter opening, with an elastomer seal, is pre-cut to accept the 7.5-cm (3-in) vacuum service line.

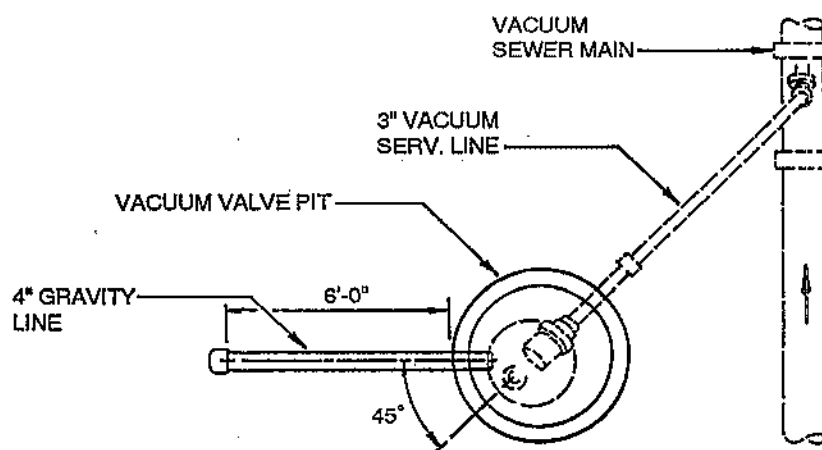
The pit bottom is made of reinforced fiberglass that is 6-mm (1/4-in) thick at the edges and 8-mm (5/16-in) thick in the center. These bottoms have been molded by the resin injection process.¹ Valve pit bottoms are provided with holes pre-cut for the 7.5-mm (3-in) suction line, 10-cm (4-in) cleanout/sensor line and the sump securing bolts. Sealing between the valve pit bottom and the sump is done in the field using a silicone, butyl tape rubber sealant or neoprene O-ring. The pit bottom should have a lip which allows the valve pit to rest on top of it.

Cast iron covers and frames, designed for heavy traffic loading, are typically used. The frame weight is generally 40 kg (90 lb) and the lid weight about 45 kg (100 lb). When

Figure 3-11. Typical configurations for gravity connections.

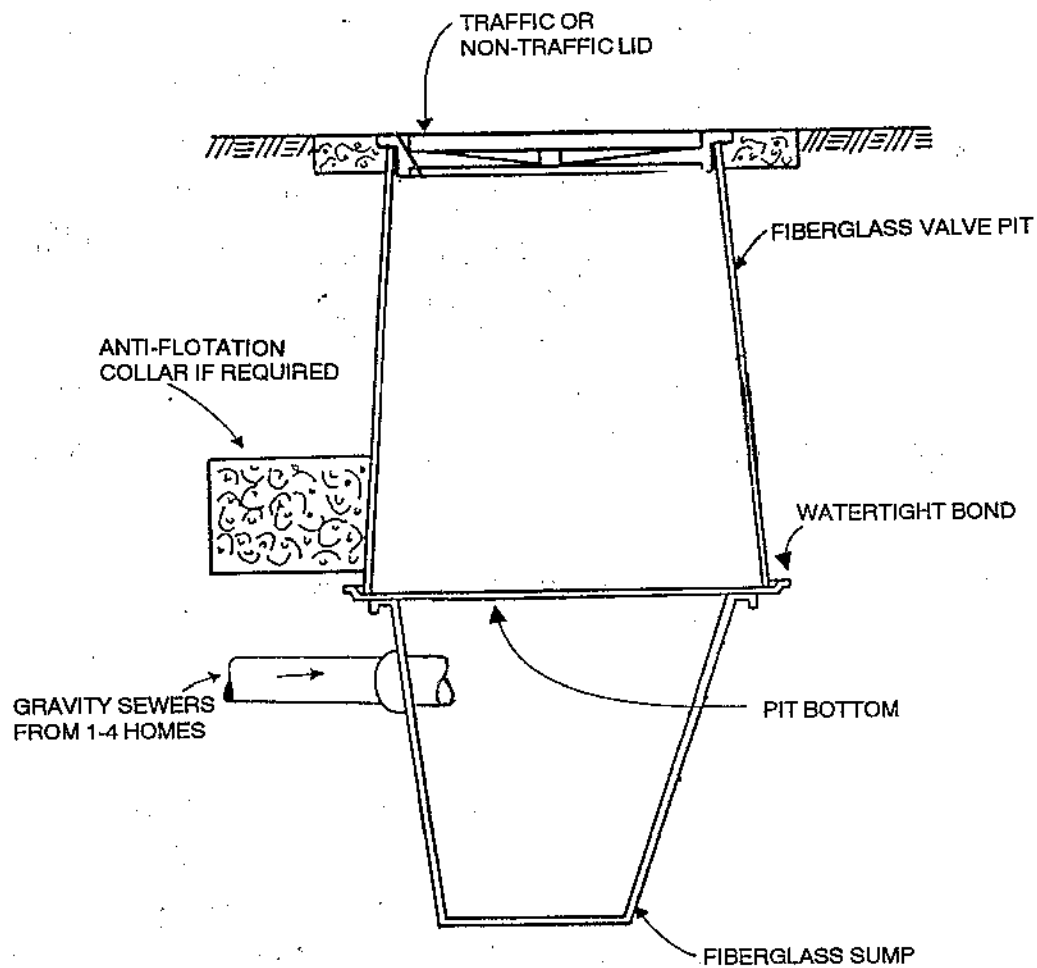


2-HOUSE CONNECTION



SINGLE HOUSE CONNECTION

Figure 3-12. Typical fiberglass valve pit setting.



a lighter lid is desired, such as in non-traffic situations, a lightweight aluminum or cast iron lid may be used. These types of lids do not have frames, but rather are fitted to the valve pit through the use of two J-bolts. These lids should clearly be marked "Non-Traffic."

A shallower arrangement is possible, if so desired (Figure 3-13). This arrangement would be used in areas where high ground water or poor soils exist and depth of the building sewers is very shallow.

b. Concrete Settings

Certain situations call for the use of concrete valve pit settings:

- When the deepest fiberglass setting is not sufficient to accept the building sewer.
- When a large flow is anticipated requiring flow attenuation.
- When an interface between two system types (e.g., pressure and vacuum) is needed.

The deepest possible fiberglass setting is 2.4 m (8 ft). The building sewer depth at the valve pit setting is therefore limited to 2 m (6.5 ft), since the building sewer enters 45 cm (18 in) above the bottom. Should a deeper setting be required, a concrete valve pit setting may be used. The maximum recommended depth for a concrete pit is 3 m (10 ft).

These types of settings are typically constructed of 1.2-m (4-ft) diameter manhole sections, with the bottom section having a pre-poured 45-cm (18-in) diameter sump. It is very important that all joints and connections be watertight to eliminate ground-water infiltration. Equally important is the need for a well-designed pipe support system, since these tanks are open from top to bottom. The support hardware should be of stainless steel and/or plastic.

Earlier in this section hydraulics were discussed, with the general conclusion that 5.5 m (18 ft) of system loss was available; 4 m (13 ft) for the collection piping and 1.5 m (5 ft) for the valve operation. The 1.5 m (5 ft) generally corresponds to the amount of lift required to evacuate the sump contents, assuming the deepest fiberglass valve pit setting is used. Increasing this depth by use of a concrete setting will result in a decreased amount of lift available for the collection system. Depending on the specific location of the deep setting required, the engineer may opt to serve the home by other methods. Should a deep concrete setting still be the choice, the engineer should seek written agreement of the manufacturer regarding any warranties.

c. Buffer Tanks

For large flows that require attenuation, a buffer tank should be used. Buffer tanks are typically used for schools, apartments, nursing homes, and other large users. They are designed with a small operating sump in the lower portion, with additional emergency storage available in the tank.

Like the deep concrete valve pit settings, the buffer tank is typically constructed of 1.2-m (4-ft) diameter manhole sections, with the bottom section having a pre-poured 45-cm (18-in) diameter sump (Figure 3-14). The same water tightness and pipe support concerns apply to the buffer tank.

When an interface between two system types is needed, a dual buffer tank should be used. For example, a hybrid system may be used, with vacuum sewers serving the majority of the service area and pressure sewers serving the low-lying fringes. At some point, a transition will be needed between the pressure flow and vacuum flow.

A dual buffer tank is similar to a buffer tank, with the exception that it is larger to accommodate two vacuum valves (Figure 3-15). These tanks typically utilize 1.5-m (5-ft) diameter manhole sections. Dual buffer tanks may also be used if the single buffer tank does not have the capacity for the large flows. A single buffer tank has a 2-L/s (30-gpm) capacity while a dual buffer tank has a 4-L/s (60-gpm) capacity.

3.4.3.2 Appurtenances

Anti-flotation collars are sometimes used on the fiberglass valve pit settings (See Figure 3-12). Buoyancy calculations should be performed by the designer to see if they are necessary. Past experience has shown that these collars are usually not needed. Should they be used, care must be taken during the valve pit installation as poor bedding and backfill may lead to settlement problems. Settlement of the concrete ring most likely will coincide with damage to the building sewer and/or the pit itself.

3.4.4 Vacuum Valves

3.4.4.1 Valve Arrangements

All vacuum valves except Vac-Q-Tec operate without the use of electricity. The valve is vacuum operated on opening and spring assisted on closing. System vacuum ensures positive valve seating.

The AIRVAC valves have a 7.5-cm (3-in) opening, are made of schedule 80 ABS and have stainless steel shafts, delrin bearings and elastomer seals.² The valve is equipped with a rolling diaphragm-type vacuum operator and is capable of overcoming all sealing forces and of

Figure 3-13. Shallow fiberglass valve pit setting. (Courtesy AIRVAC).

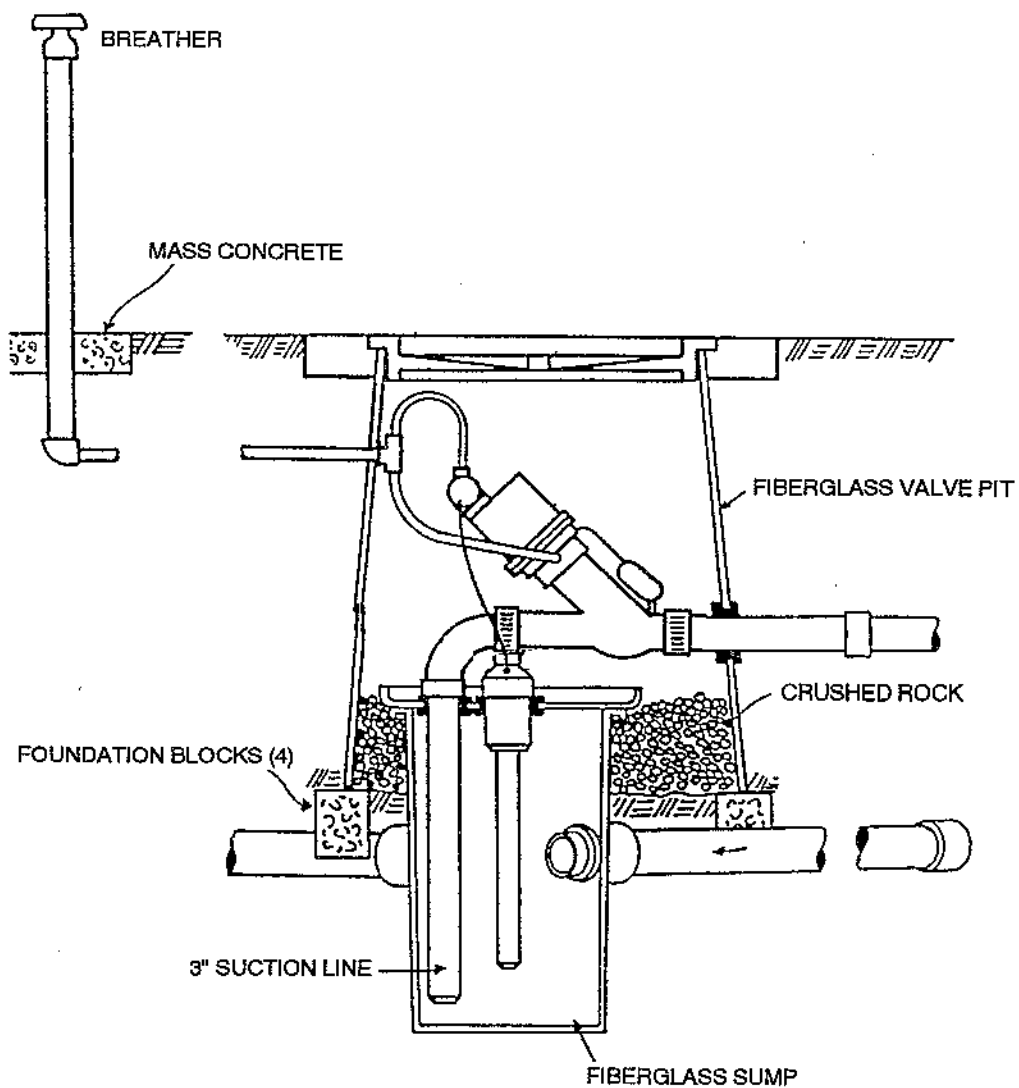


Figure 3-14. Plan and elevation views of typical concrete buffer tank. (Courtesy AIRVAC)

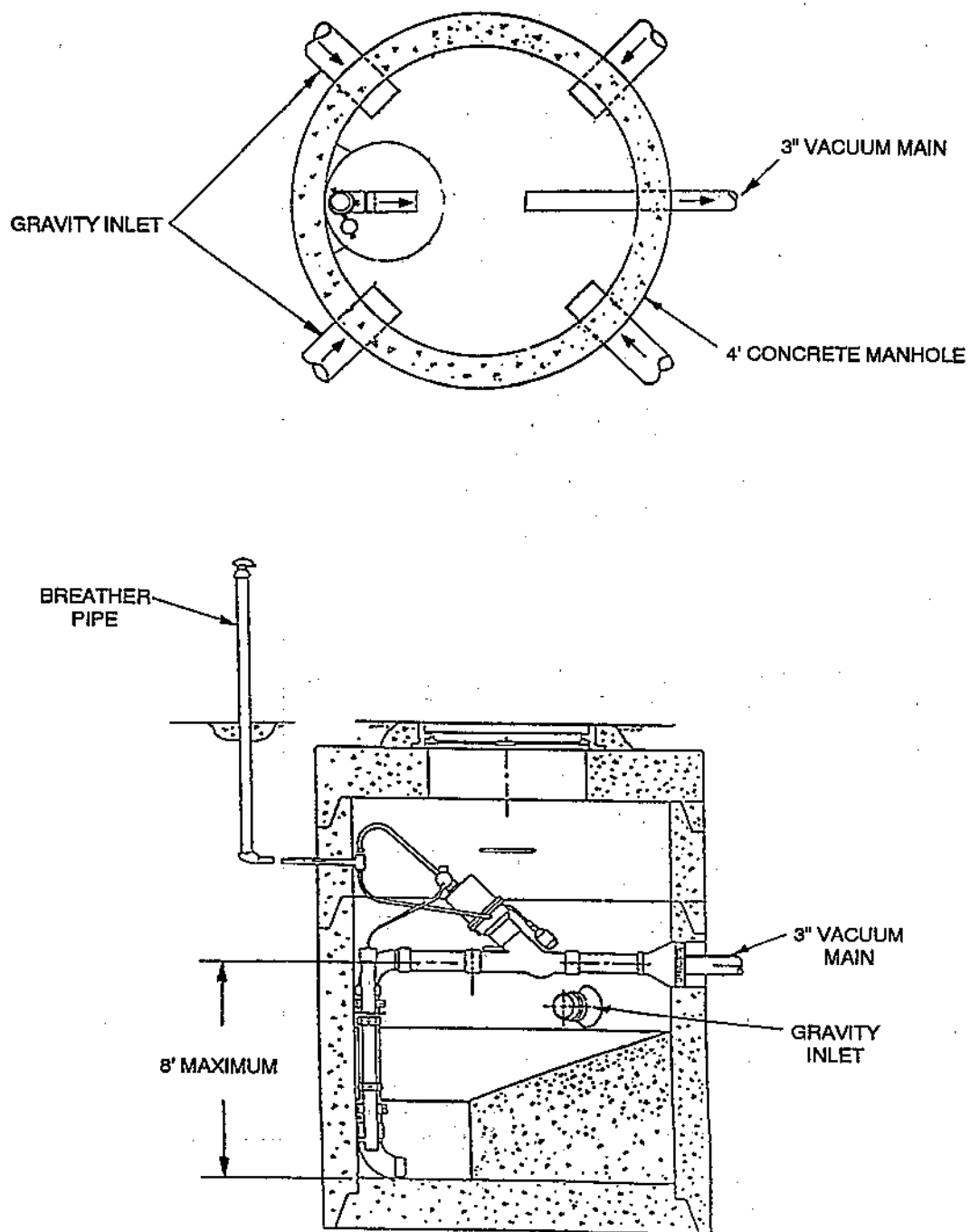
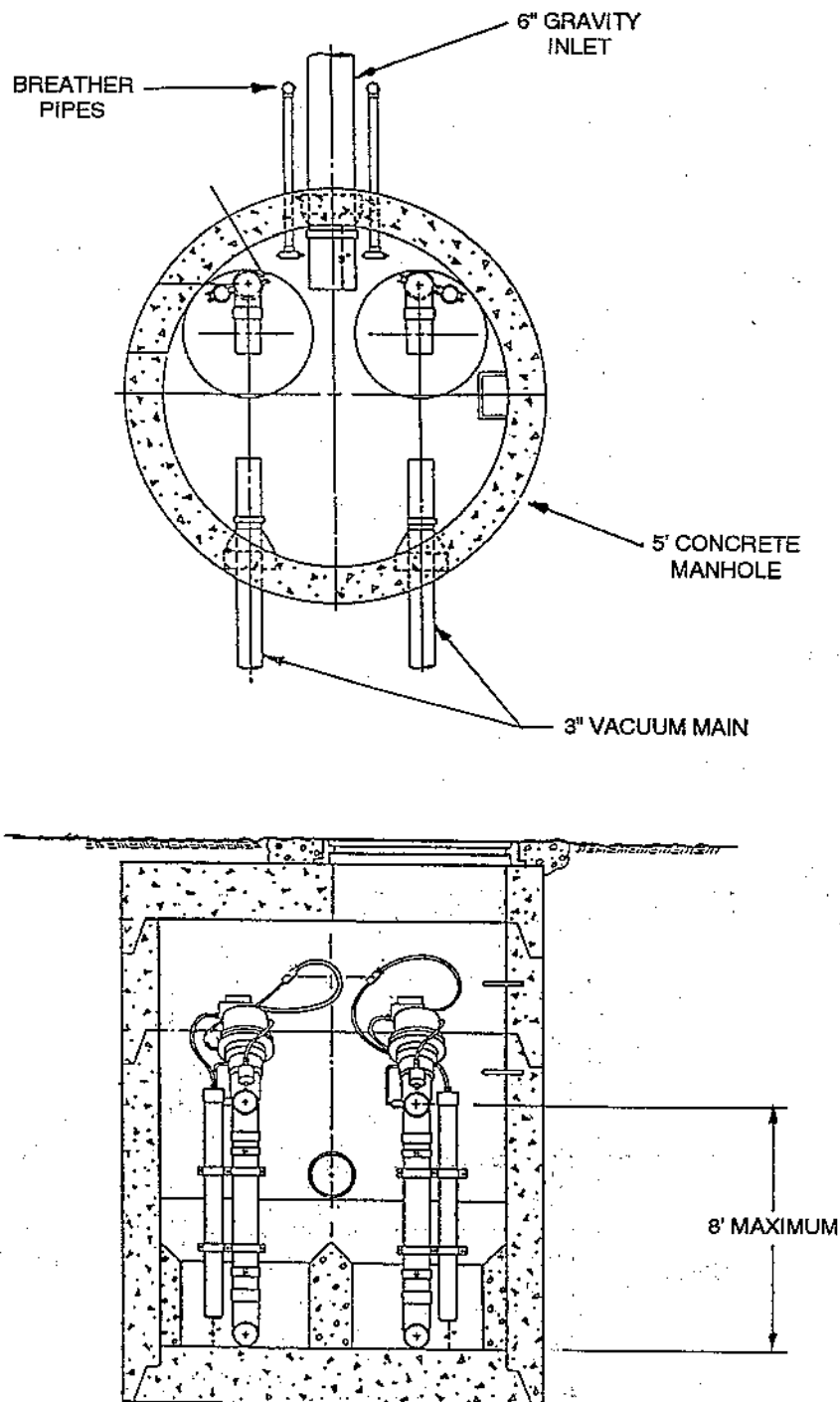


Figure 3-15. Typical concrete dual buffer tank. (Courtesy AIRVAC)



opening using vacuum from the downstream side of the valve. All materials of the valve are chemically resistant to normal domestic wastewater constituents and gases.

The controller/sensor is the key component of the valve. The device relies on three forces for its operation: pressure, vacuum, and atmosphere. As the wastewater level rises in the sump, it compresses air in the sensor tube. This pressure initiates the opening of the valve by overcoming spring tension in the controller and activating a three-way valve. Once opened, the three-way valve allows the controller/sensor to take vacuum from the downstream side of the valve and apply it to the actuator chamber to fully open the valve. The controller/sensor is capable of maintaining the valve fully open for a fixed period of time, which is adjustable over a range of 3-10 seconds. After the time period has elapsed, atmospheric air is admitted to the actuator chamber permitting spring assisted closing of the valve. All materials of the controller/sensor are fabricated from a plastic or elastomer that is chemically resistant to normal domestic wastewater constituents and gases.

Two types of vacuum valve are available: the Model D and the Model S. The valves in both arrangements are identical, but rely on a different piping/plumbing arrangement for their source of atmospheric air needed for proper controller operation.

a. Model D

The Model D arrangement gets atmospheric air through a tube which is connected to an external breather pipe (Figure 3-16).

The Model D arrangement is the most reliable since there is little chance of water entering the controller. However, some dislike this type of arrangement because of aesthetics and/or fear of vandalism to the external breather. Experience has shown that these are problems are relatively minor.

b. Model S

The Model S is a "sump-vented" arrangement. One of the three controller tubes is connected to the cleanout/sensor piping. This piping extends into the lower sump, which is connected to the building sewer. The building sewer is open to atmospheric air through the 10-cm (4-in) auxiliary vent (Figure 3-17).

While eliminating some of the concerns associated with the external breather, the Model S valve has some potential problems.

First, it is necessary that the sump be air and watertight. Should system vacuum at the valve be less than 13 cm

(5 in) Hg, the valve will not operate. Wastewater will continue to fill the sump. If the sump is watertight, it will become pressurized, with a "bubble" of air trapped at the top of the sump. When system vacuum is restored, the bubble of air will be used by the controller in the valve closing process. However, should water completely fill the bottom sump in the same scenario, the valve will open and stay open since it will lack the atmospheric air needed for closure. This open valve will cause a loss of system vacuum, which may affect other valves at different locations in a similar fashion.

Second, the installation of the homeowner's building sewer becomes more critical. A sag in the building sewer alignment will trap water and not allow the free flow of atmospheric air.

Some engineers have experimented with a blend of the two concepts, by utilizing a breather that gets its air from the top chamber. This has been successful in areas where there is no chance for surface water to enter the top chamber. The danger is that water may enter the top sump filling it to a level above the breather. This water will directly enter the controller and cause problems with valve closure. In either the Model D or the Model S valve, water in the top chamber would be of no concern, if the controller itself was watertight. However, this is not always the case if a problem has occurred. Since preventing water from entering the top chamber has proven to be a difficult task, venting from the top chamber is discouraged.

Because the Model D arrangement is less susceptible to problems than the Model S, it is the recommended type. Since the two valve are physically identical, it is possible to convert from a Model S to a Model D, and vice versa.

3.4.4.2 Appurtenances

a. External Breather

The external breather has been discussed in the previous section. An early version of this included a 38-mm (1.5-in) galvanized pipe extending 60-90 cm (2-3 ft) above ground near the valve pit setting (Figure 3-18). A breather dome is needed to prevent clogging from small insects. This size of pipe was necessary for self support. Smaller pipe has been used in concert with imbedded post support as well. Both arrangements have been successfully used in many operating vacuum systems, although some perceived problems with aesthetics and vandalism still exist. AIRVAC also offers an alternative external breather arrangement. This consists of 32-mm (1.25-in) polyurethane pipe that is anchored in the ground by concrete (Figure 3-19). This material is very flexible, making it virtually vandal proof. No matter what

Figure 3-16. Model D arrangement with external breather. (Courtesy AIRVAC)

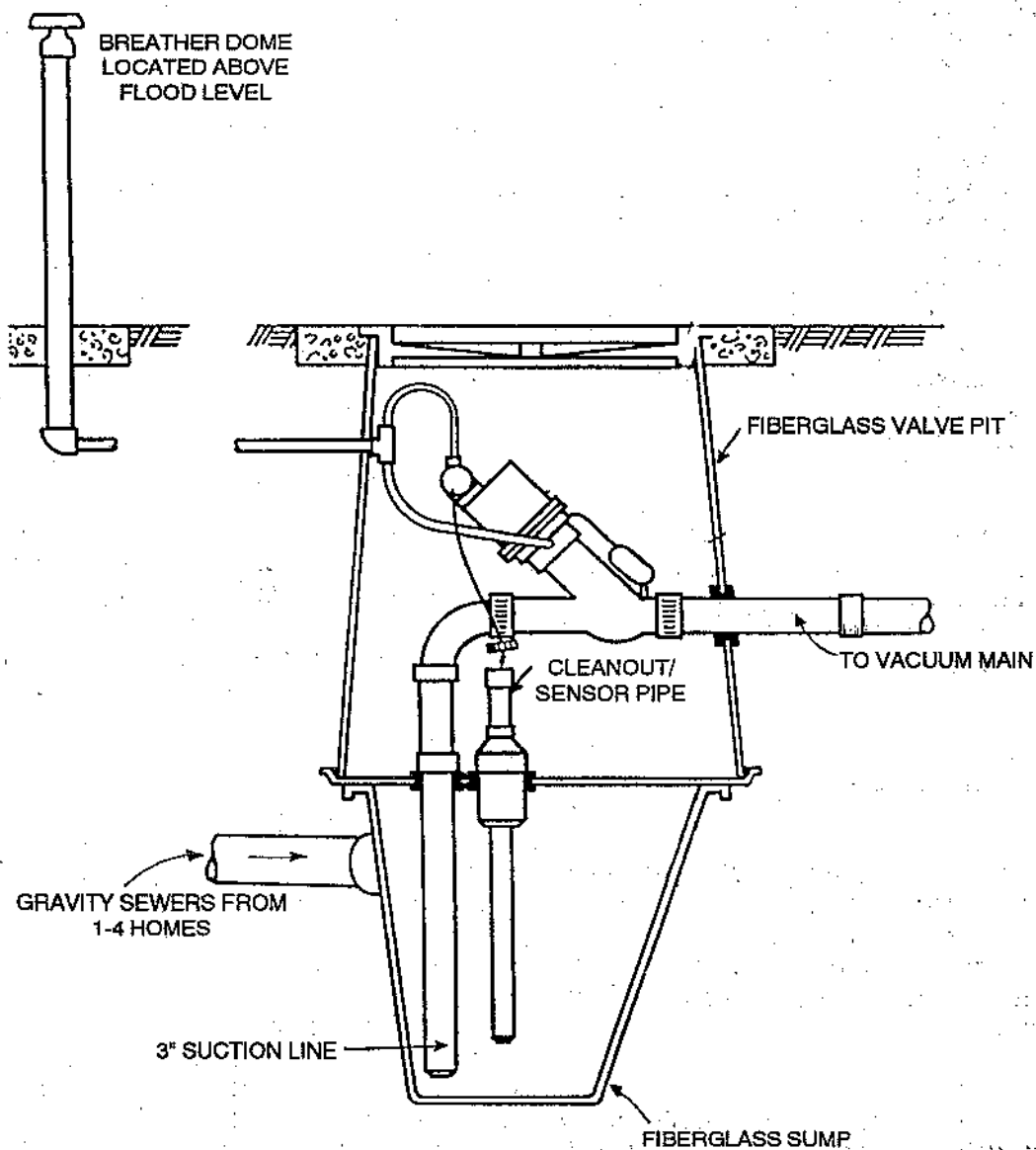


Figure 3-17. Model S arrangement - sump vented. (Courtesy AIRVAC)

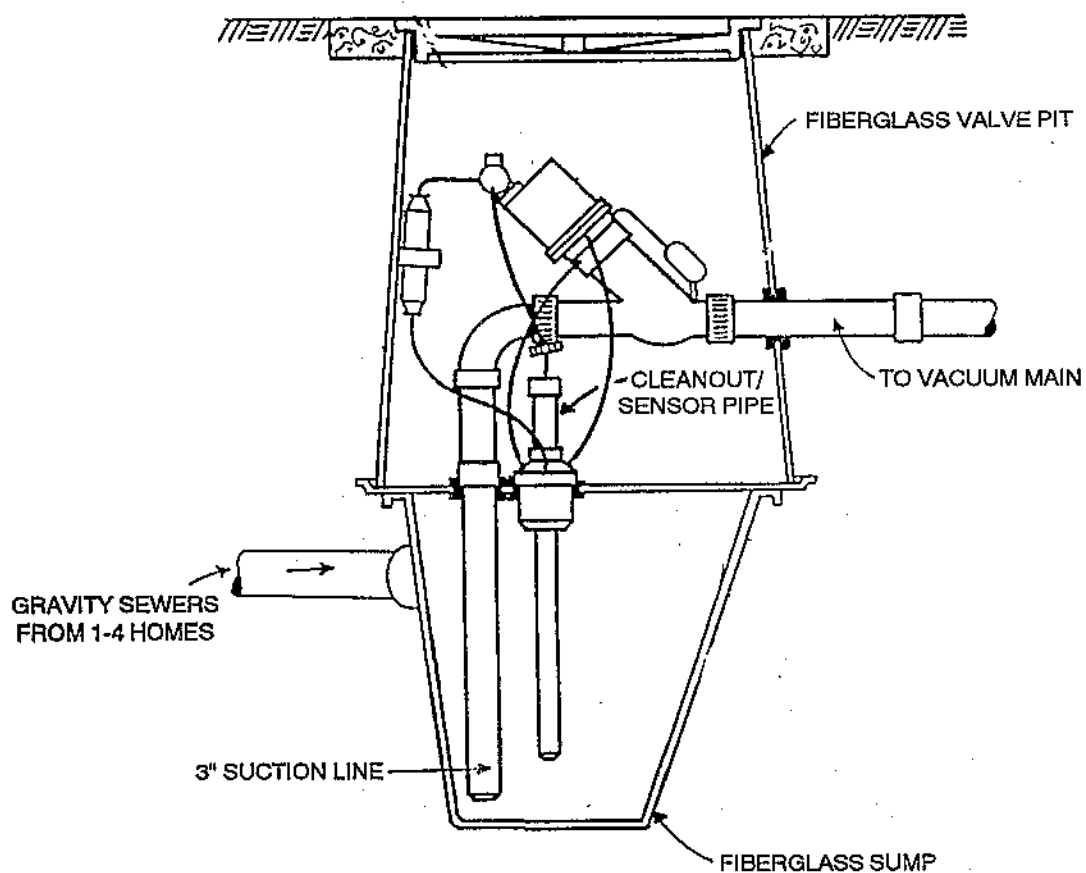


Figure 3-18. Early system external breather dial. (Courtesy AIRVAC)

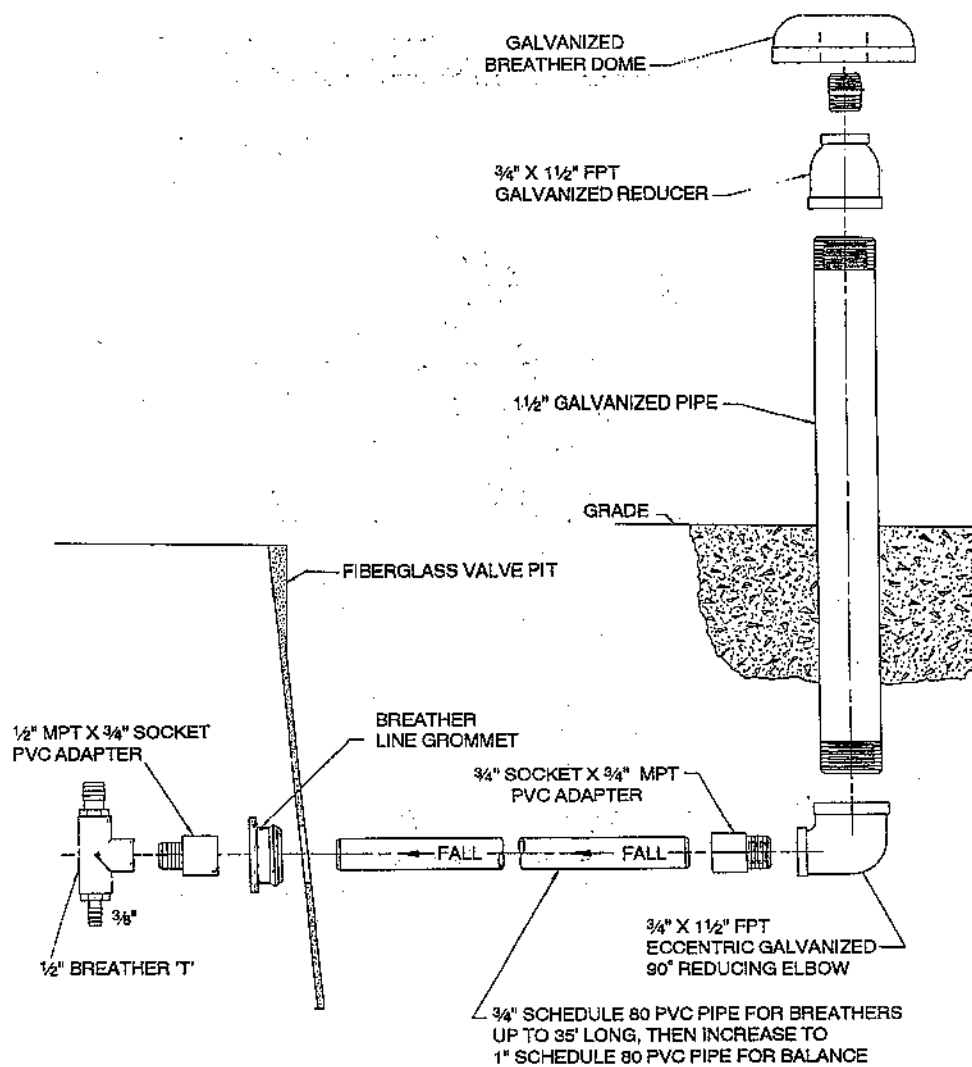


Figure 3-19. Early system external breather dial. (Courtesy AIRVAC)

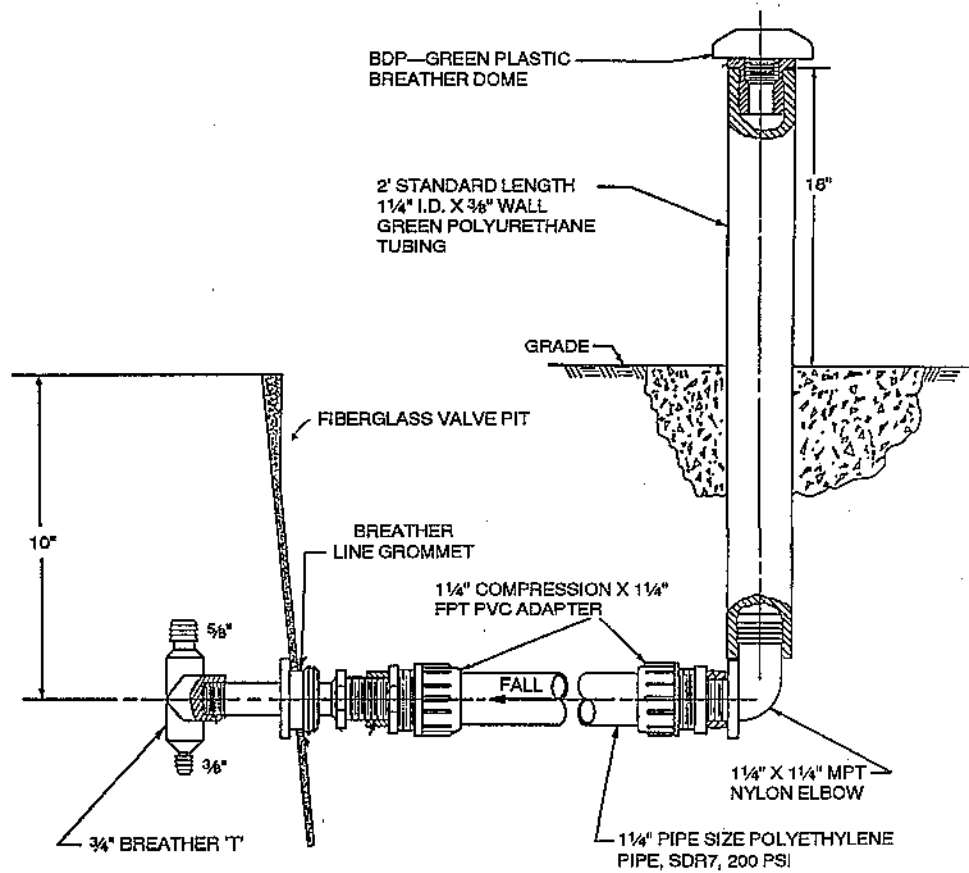
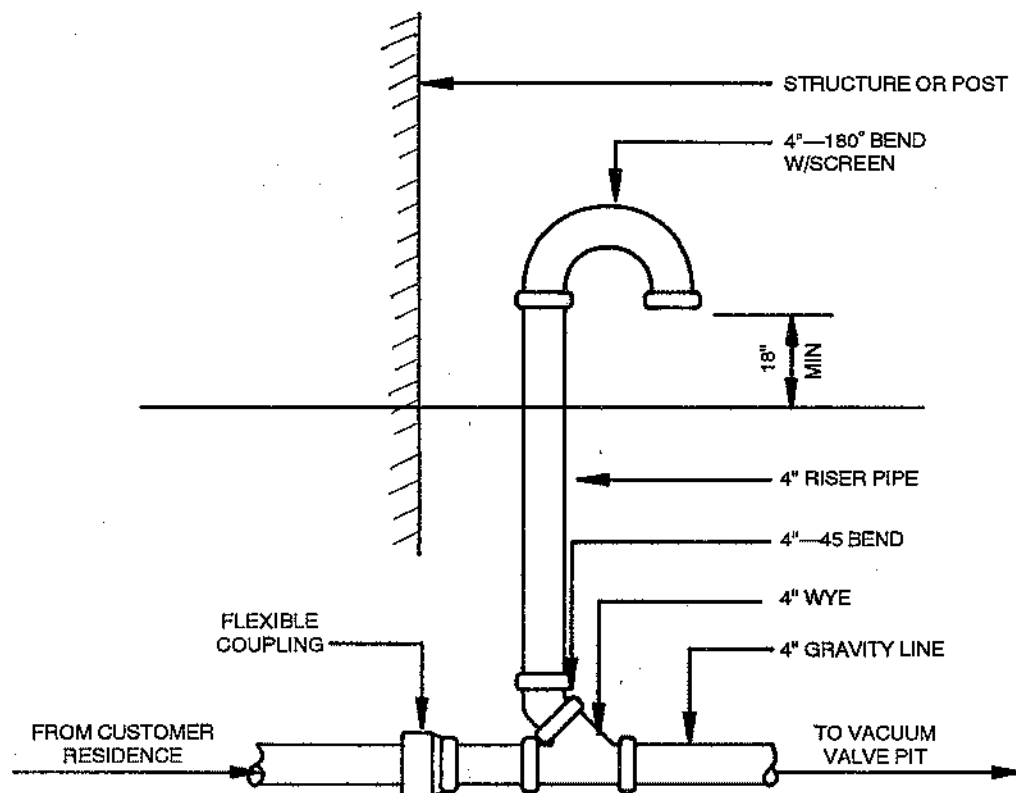


Figure 3-20. Auxiliary vent detail. (Courtesy AIRVAC)



arrangement is used, two items require attention. First, the entire breather piping system from the dome to the connection at the controller must be watertight. Second, the piping must slope toward the valve pit setting.

b. Auxiliary Vent

A 10-cm (4-in) PVC vent is required on the building sewer. Its purpose is to provide a sufficient amount of air to act as the driving force behind the liquid that is evacuated from the lower sump (see Section 1.3 for a discussion on system operation). With a Model S arrangement, a secondary function is to provide the necessary atmospheric air for proper controller operation.

The auxiliary vent is made of 10-cm (4-in) PVC pipe and fittings (Figure 3-20). Most entities require it to be located against a permanent structure, such as the house or a wall. To prevent valve freezing in cold climates, the vent should be a minimum of 6 m (20 ft) from the valve pit setting, thereby allowing the warmth from the wastewater time to warm the air.²

c. Cycle Counter

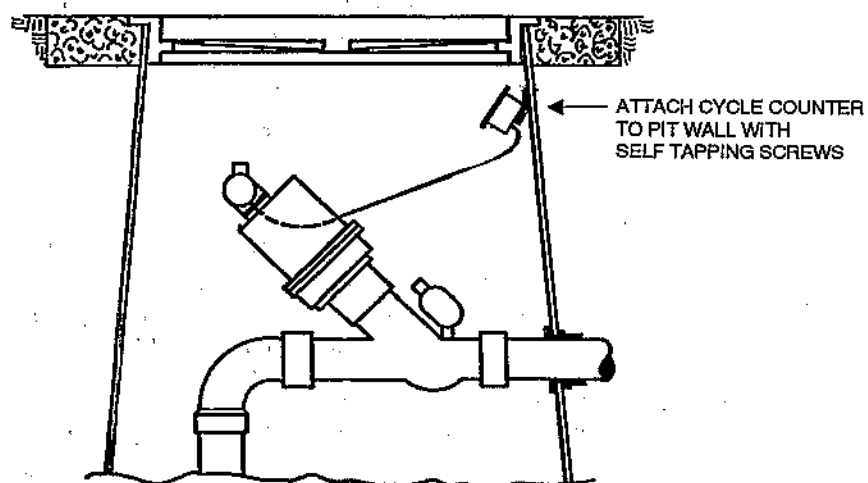
To monitor the number of valve cycles, a cycle counter is available.² This device is designed for mounting directly on the vacuum valve or the valve pit wall (Figure 3-21). The unit is enclosed in a watertight housing with a clear nylon top.

With this device, it is possible to monitor the number of cycles of a particular valve. Cycle counters typically are utilized where a large water use is expected in order to determine if the valve is reasonably capable of keeping up with the flow.

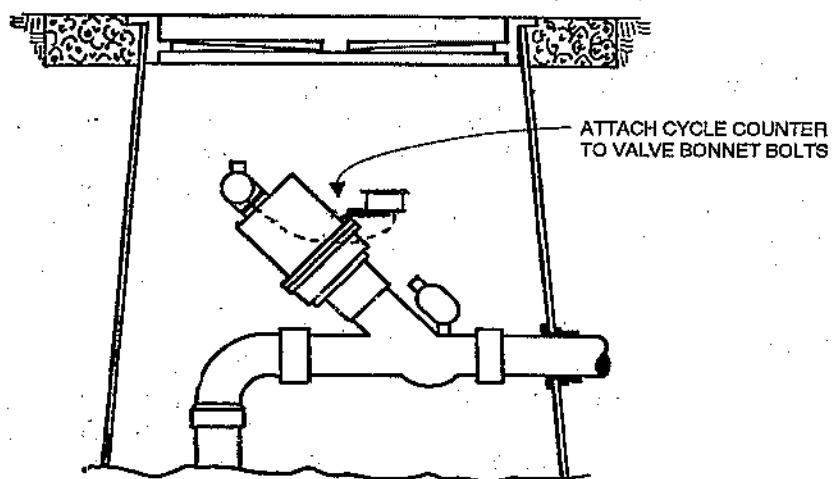
Some entities use the cycle counter as a metering device.⁵ Knowing the number of cycles and the volume approximate per cycle, one can estimate the amount of wastewater through the vacuum valve over a given period.

Others use the device as method of determining illegal storm connections to the vacuum sewer. The flow through

Figure 3-21. AIRVAC cycle counter - two methods of connection.



ON VALVE PIT WALL



ON VALVE

the valve can be estimated and compared to metered water use. From this, it is possible to determine if extraneous water is entering the vacuum sewer and generally in what amounts.

It is not necessary to have a cycle counter for each valve (unless they are being used as a metering device for billing purposes), as they are small and can easily be moved from location to location. It is recommended that the spare parts list include several cycle counters.

3.4.5 Division Valves and Cleanouts

3.4.5.1 Division Valves

Division valves are used on vacuum sewer mains much as they are on water mains. Plug valves and resilient-seated gate valves have both been successfully used, although care must be exercised in the selection process to insure reliability. Typical locations for division valves are at branch/main intersections, at both sides of a bridge crossing, at both sides of areas of unstable soil, and at periodic intervals on long routes. The intervals vary with the judgment of the engineers, but is typically 450-600 m (1,500-2,000 ft).

The valves should be capable of sustaining a vacuum of 60 cm (24 in) Hg. Contract specifications should call for a certified test from an independent laboratory to verify this.

AIRVAC recommends that the body, bonnet, closure element, and trunions be fabricated of cast iron equal to ASTM A126, Class B, with the closure element being covered with a precision molded Buna-N facing to act as the resilient seating surface; with a mating surface of 90 percent pure nickel polished to a 14 RMS finish.²

Valves 10 cm (4 in) and smaller may be directly actuated while all 15-cm (6-in) and larger valves should be provided with gear actuators.

The operating nuts should be of cast iron equal to ANSI A126 Class B. The connecting pin or key should be stainless steel. Aluminum nuts are not acceptable.

The valves should be installed in a valve box conforming to local codes, with the operating nut extended to a position where it is accessible with a standard valve wrench.

Recent designs have included a gauge tap, located on the downstream side of the division valve (Figure 3-22). Its purpose is to allow vacuum monitoring by one person in the field, rather than requiring two people (one to

operate the valve in the field and one to read the vacuum gauge at the vacuum station).

3.4.5.2 Cleanouts

Cleanouts, called access points in vacuum sewer terminology, have been used in the past. Their use is no longer recommended in systems with high valve density since access to the vacuum main can be gained at any valve pit. However, some state codes still require cleanouts to be installed at specified intervals. In these cases and in stretches where valves are non-existent, access points should be constructed similar to Figure 3-23.

3.4.6 Odors and Corrosion

There are few odor problems reported with vacuum sewers. There are three contributing factors responsible for this: 1) the system is sealed, 2) air is introduced in great volumes at each flow input, and 3) detention times are short.

The entire system, from the valve pit setting to the vacuum station, is sealed. The valve pit sump containing the wastewater should be tested for tightness both at the factory and in the field after installation. The piping system contains no air releases. The collection tank at the vacuum station, into which all of the sewer mains empty, is a vacuum-tight vessel.

There is a large amount of air introduced into the system at each valve pit setting. The air to liquid ratio, by volume, typically is 2:1 or higher. This amount of air aids in the prevention of septic wastewater.

The typical valve cycle volume is about 38 L (10 gal). This small volume results in frequent valve cycles. Once in the main, the wastewater travels at velocities in excess of 4.5 m/s (15 fps). Also, the relative liquid to air volume in the main is quite low. These factors result in a short detention time, which also aids in the prevention of septic wastewater.

The one exception to the above discussion on odors occurs when concrete buffer tanks are used. Unlike the fiberglass settings, these tanks are open from the sump to the top of the pit. Operating personnel must be careful of sewer gas buildup in these tanks when performing maintenance, although the volume of wastewater present in the tank usually is not large enough to produce dangerous levels of hydrogen sulfide. Also, these types of tanks typically are used to attenuate large flows, allowing the wastewater more time to turn septic. This does not present a problem in the mains, since the sealed PVC piping is unaffected by septic wastewater.

Figure 3-22. Division valve with gauge tap detail.

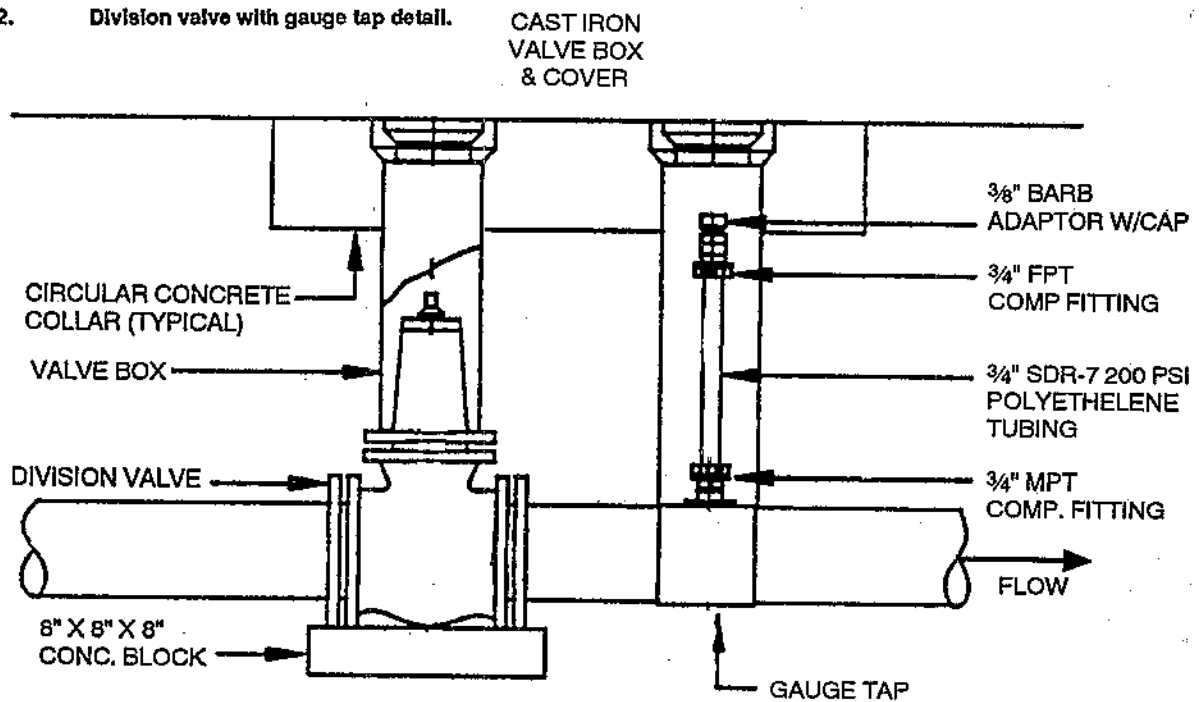
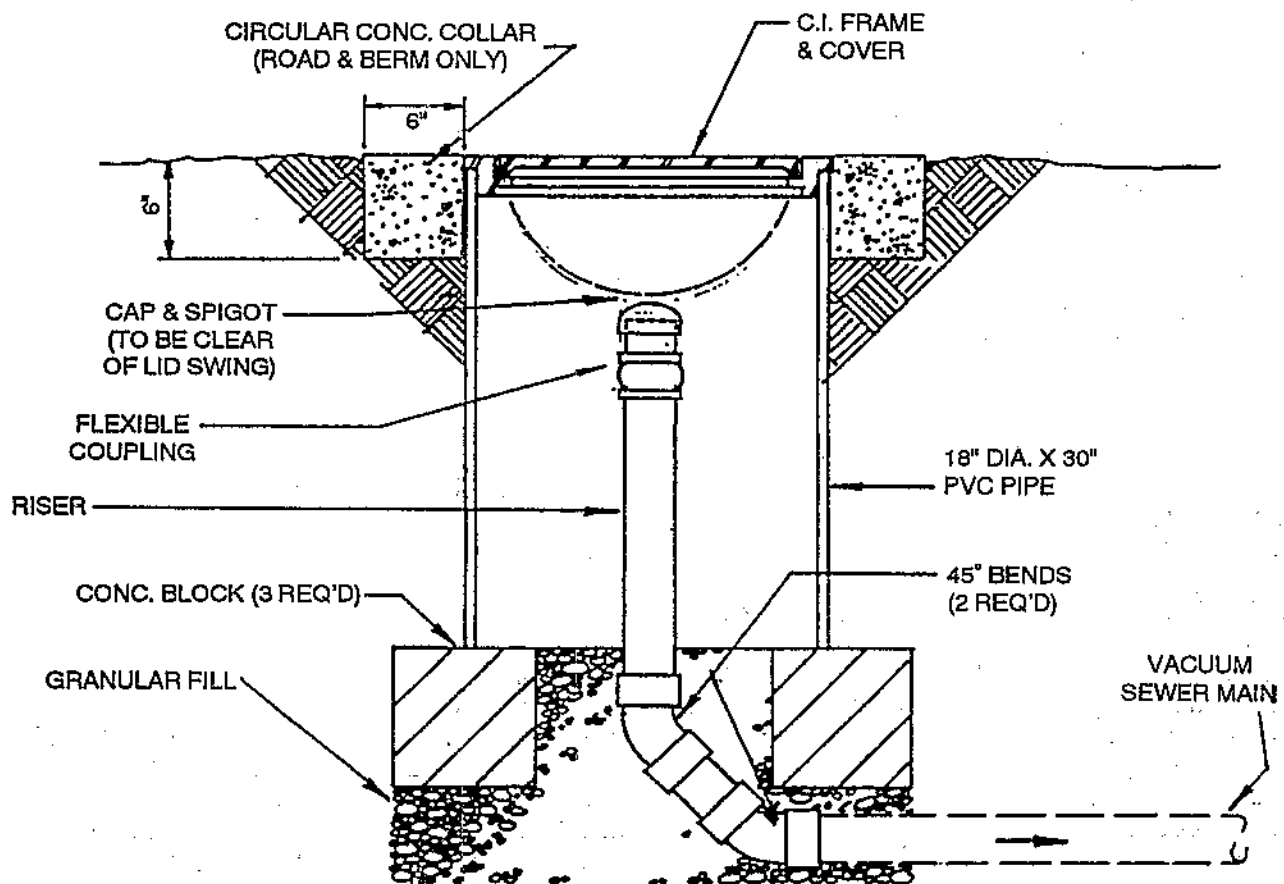


Figure 3-23. Terminal access point detail.



All of the system parts in contact with wastewater are either PVC, ABS, FRP, rubber, or stainless steel, which are corrosion resistant.² As such, corrosion has not been a problem in vacuum sewers.

The accumulation of grease is a cause for concern in conventional lift stations as well as in vacuum stations. Grease builds up on level controls and on the sides of the vacuum collection tank. Grease traps are typically required in applications such as restaurants to minimize these problems.

Grease has not presented problems in vacuum sewer mains. When the wastewater is evacuated from the sump, the suction generally pulls floatable grease into the vacuum mains. Since the wastewater moves through the mains at high velocities, there is little opportunity for grease in the sewer to build up in the system to any level which could cause a blockage.

3.4.7 Vacuum Station Design

Nomenclature used in the station design is given below:

Term	Definition
Q_{max}	Station peak flow (gpm)
Q_a	Station average flow (gpm)
Q_{min}	Station minimum flow (gpm)
Q_{dp}	Discharge pump capacity (gpm)
Q_{vp}	Vacuum pump capacity (cfm)
V_o	Collection tank operating volume (gal)
V_{ct}	Collection tank volume (gal)
V_{rt}	Reservoir tank volume (gal)
t	System pump-down time (min)
V_p	Piping system volume (gal)
V_t	Total system volume (gal)
TDH	Total dynamic head (ft)
H_s	Static head (ft)
H_f	Friction head (ft)
H_v	Vacuum head (ft)

3.4.7.1 Vacuum Pumps

Vacuum pumps may be either the sliding-vane or the liquid-ring type. In either case, the pumps should be air-cooled and have a minimum (ultimate) vacuum of 74.4 cm (29.3 in) Hg at sea level. The pumps should be capable of continuous operation. Duplicate pumps, each capable of delivering 100 percent of the required air flow, should be provided.

To size the vacuum pumps, the following empirical equation has been successful:

$$Q_{vp} = A Q_{max} / 7.5 \text{ gal/cu ft}$$

"A" varies empirically with mainline length as shown in Table 3-8.¹ The minimum recommended vacuum pump size is 70 L/s (150 cfm).

Lubrication should be provided by an integral, fully recirculating oil supply. The oil separation system should also be integral. The entire pump, motor, and exhaust should be factory assembled and tested with the unit mounted on vibration isolators, and should not require special mounting or foundation considerations.

3.4.7.2 Discharge Pumps

Duplicate pumps, each capable of delivering the design capacity at the specified TDH should be used.

Each pump should be equipped with an enclosed, non-clog type, two port, grey iron impeller, statically and dynamically balanced, capable of passing a 7.5-cm (3-in) sphere. The impeller should be keyed and fastened to a stress proof steel shaft by a stainless steel lockscrew or locknut. Pumps should have an inspection opening in the discharge casing.

A certification from the pump manufacturer that the pumps are suitable for use in a vacuum sewerage installation is strongly recommended.

Equalizing lines are to be installed on each pump. Their purpose is to remove air from the pump and equalize the vacuum across the impeller.¹ Clear PVC pipe is recommended for use as small air leaks and blockages will be clearly visible to the system operator. On small discharge pumps (generally less than 100 gpm), the equalizing lines should be fitted with motorized full port valves which close when the pumps are in operation.

To size the discharge pumps, use the following equation:

$$Q_{dp} = Q_{max} = Q_a \times \text{Peak Factor}$$

(Typical peak factors are 3-4.)

The TDH is calculated using the following equation:

$$TDH = H_s + H_f + H_v$$

TDH is calculated using standard procedures for force mains. However, head attributed to overcoming the vacuum in the collection tank (H_v) must also be considered. This value is usually 7 m (23 ft), which is roughly equivalent to 50 cm (20 in) Hg (typical upper operating value). Since H_v will vary depending on the tank vacuum level (40-50 cm [16-20 in] Hg, with possible operation at much lower and higher levels during problem periods), it

Table 3-8. "A" Factor for Use in Vacuum Pump Sizing

Longest Line Length (ft)	A
0-3,000	5
3,001-5,000	6
5,001-7,000	7
7,001-10,000	8
>12,000	11

is prudent to avoid a pump with a flat capacity/head curve.

Where possible, horizontal wastewater pumps should be used, as they have smaller suction losses compared to vertical pumps. To reduce the risk of vortexing in the collection tank, the pump suction line should be 5 cm (2 in) larger than the discharge line. Wastewater pump shafts should be fitted with double mechanical shaft seals with the seal chamber pressurized with light oil.

Net positive suction head (NPSH) calculations are important in the discharge pump selection process. In Nomenclature and typical values used in the NPSH calculations are given in Table 3-9.

To calculate $NPSH_a$, use the following equations:

$$NPSH_a = h_{avt} + h_s - h_{vpa} + h_{eq}$$

$$h_{avt} = h_a - V_{max}$$

$NPSH_a$ must be greater than $NPSH_r$. $NPSH_a$ and TDH should be calculated for both the high and low vacuum operating levels and compared to the $NPSH_r$ at the corresponding point on the head/capacity curve. Figure 3-24 is a diagram for calculation of $NPSH_a$ in a vacuum system.

3.4.7.3 Vacuum Tanks

Two vacuum tanks are required by AIRVAC for each custom station: the collection tank and the reservoir tank. Other manufacturers may not require the reservoir tank. Basic construction of the tanks is similar, differing only in size, shape, and type and location of the openings. Both steel and fiberglass tanks are acceptable. Steel tanks should be of a welded construction and fabricated from not less than 6-mm (1/4-in) thick steel plates. The tanks should be designed for a working pressure of 50 cm (20 in) Hg vacuum and tested to 71 cm (28 in) Hg vacuum.

Each tank should be furnished with the required number and size of openings, manways, and taps, as shown on

Table 3-9. Discharge Pump NPSH Calculation Nomenclature

Term	Definition	Typical Value
$NPSH_a$	Net positive suction head available, ft	-
h_a	Head available due to atmospheric pressure, ft	33.9 @ Sea level 33.2 @ 500 ft 32.8 @ 1,000 ft 29.4 @ 4,000 ft
h_{avt}	Head available due to atmospheric pressure at liquid level less vacuum in collection tank, ft	-
V_{max}	Maximum collection tank vacuum, ft	18.1 @ 16-inHg 22.6 @ 20-inHg
h_s	Depth of wastewater above pump centerline, ft	1.0 (min.)
h_{vpa}	Absolute vapor pressure of wastewater at its pumping temperature, ft	0.8
h_f	Friction loss in suction pipes, ft	2.0 (vert. pump) 0.0 (hor. pump)
h_{eq}	Vacuum equalizing head provided by 1-in equalizing lines, ft	3.0 (min.)
$NPSH_r$	Net positive suction head required by the pump selected, ft	-

the plans. The tanks should be sand-blasted and painted as follows:

- **Internally:** One coat of epoxy primer and two coats of coal tar epoxy.
- **Externally:** One coat of epoxy primer and one coat of epoxy finish.

Each tank should be supplied complete with sight glass and its associated valves. Fiberglass tanks may be substituted using the same specifications. Fiberglass tanks are to have 1,000-kPa (150-psi) rated flanges.

The operating volume of the collection tank is the wastewater accumulation required to restart the discharge pump. It usually is sized so that at minimum design flow the pump will operate once every 15 minutes. This is represented by the following equation:

$$V_o = 15 (Q_{min}/Q_{dp}) (Q_{dp} - Q_{min})$$

where:

$$Q_{min} = Q_a/2$$

$$Q_{dp} = Q_{max} = Q_a \times \text{Peak Factor}$$

Figure 3-24. NPSHa calculation diagram with typical values. (Courtesy AIRVAC)

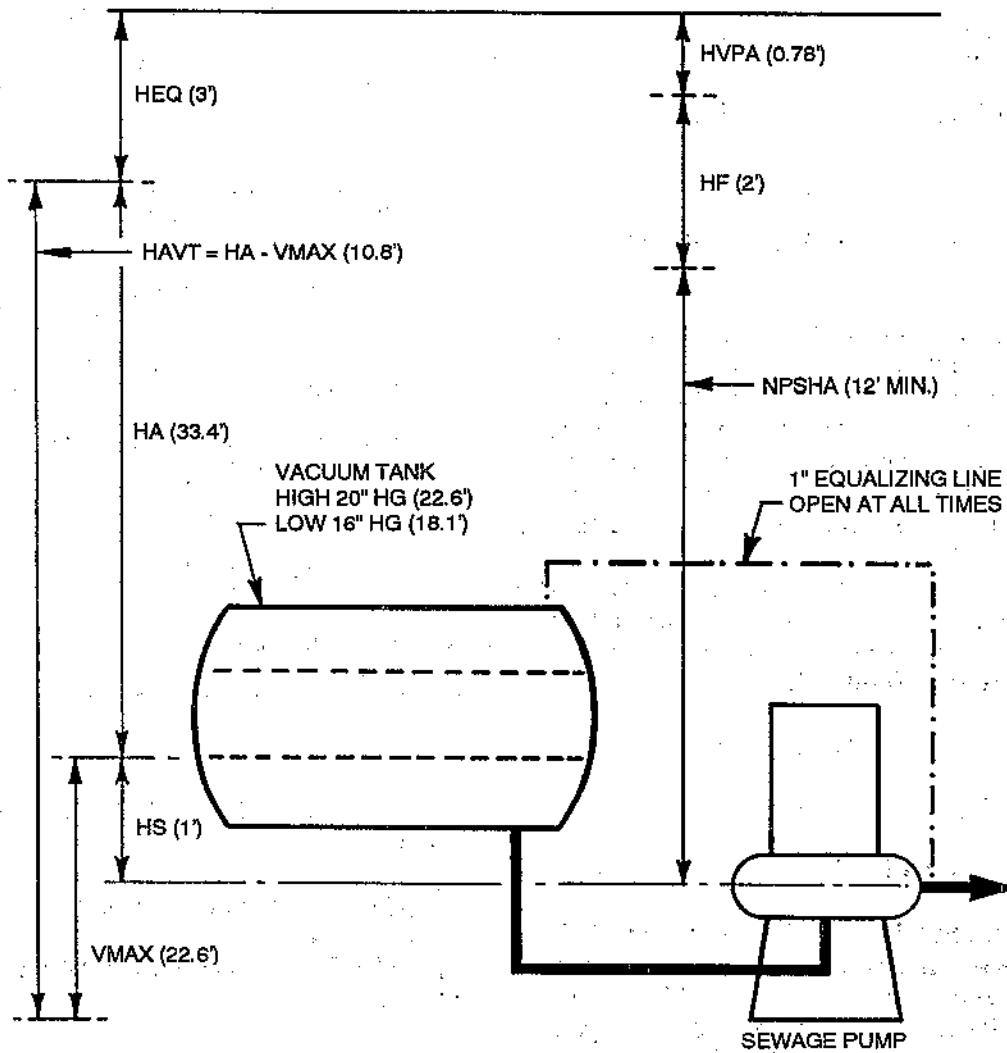


Table 3-10. Values of V_o for a 15-Minute Cycle at Q_{min} for Different Peaking Factors

Peaking Factor	V_o
3.0	$2.08 \times Q_{max}$
3.5	$1.84 \times Q_{max}$
4.0	$1.64 \times Q_{max}$

Table 3-10 gives the value of V_o for a 15-minute cycle at Q_{min} for different peaking factors. The total volume of the collection tank should be 3 times the operating volume ($V_t = 3V_o$), with a minimum recommended size of 1,500 L (400 gal).

After sizing the operating volume, the designer should check to ensure an excessive number of pump starts per hour will not occur. This check should be performed for a wastewater inflow equal to one-half the pump capacity.

When designing the collection tank, the wastewater pump suction lines should be placed at the lowest point on the tank and as far away as possible from the main line inlets. The main line inlet elbows inside the tank should be turned at an angle away from the pump suction openings.

The recommended size of the reservoir tank for most applications is 1,500 L (400 gal). In special cases, it may be larger.

After the vacuum pump, collection tank, and reservoir tank are sized, system pump-down time for an operating range of 40-50 cm (16-20 in) Hg should be checked.¹ This calculation will show the amount of time it will take the selected vacuum pumps to evacuate (pump-down) the collection piping from 40-50 cm (16-20 in) Hg. This equation is shown below:

$$t = 0.045 [(2/3)(V_p) + (V_a - V_o) + V_r]/Q_{vp}$$

where:

- t = System pump-down time (min)
- V_p = Volume of collection system piping (gal)
- V_a = Volume of collection tank (gal)
- V_o = Operating volume of collection tank (gal)
- V_r = Volume of reservoir tank (gal)
- Q_{vp} = Vacuum pump capacity (cfm)

In no case should "t" be greater than 3 minutes or less than 1 minute. If greater than 3 minutes, the capacity of the vacuum pumps should be increased and if less than 1 minute, the size of the reservoir tank should be increased.

3.4.7.4 Standby Generator

The standby generator should be capable of providing 100 percent of standby power required for the station operation. It typically is located inside the station, although generators located outside the station in an enclosure and portable generators are also acceptable.

3.4.7.5 Station Piping

This item includes piping, valves, fittings, pipe supports, fixtures, drains, and other work involved in providing a complete installation.

Station piping includes all piping within the station, connecting piping to the vacuum reservoir tank, collection tank, vacuum sewer lines, and force mains.

Wastewater, vacuum, and drain lines larger than 10 cm (4 in) should be cast iron, ANSI B16.1, 860 kPa (125 psi) for exposed installations. For buried installations, mechanical joint, ANSI A21.11, AWWA C111, cast iron should be used. Fittings should be flanged and mechanical joint as appropriate (ANSI AS1.10, AWWA C110). Red rubber gaskets 3-mm (1/8-in) in thickness should be used on all flanges. Vacuum lines as well as other lines under 10 cm (4 in) should be Schedule 80 PVC. Building sanitary drains are to be PVC DWV pipe and fittings.

The piping should be adequately supported to prevent sagging and vibration. It also should be installed in a manner to permit expansion, venting, and drainage.

For fiberglass tanks, all piping must be supported so that no weight is supported by the tank flanges. Flange bolts should only be tightened to the manufacturer's recommendations. Provisions must be allowed for inaccurate opening alignment.

All shut-off valves fitted within the collection station should be identical to those used in the collection system piping, with the exception that they be flanged.

Check valves fitted to the vacuum piping are to be of the 57-kg (125-lb) bolted bonnet, rubber flapper, horizontal swing variety. Check valves are to be fitted with Buna-N soft seats.

Check valves fitted to the wastewater discharge piping are to be supplied with an external lever and weight to ensure positive closing. They also should be fitted with soft rubber seats.

On the upstream side of each side of each vacuum sewer isolation valve, a vacuum gauge of not less than 11 cm (4.5 in) in diameter should be installed. Gauges should be positioned so that they are easily viewed when the

isolation valves are operated. Diaphragm seals should not be used with compound gauges.

3.4.7.6 Motor Control Center

The Motor Control Center (MCC) is to be manufactured, assembled, wired, and tested by the factory in accordance with the latest issue of NEMA Publication ISC2-322, for Industrial Controls and Systems. The vertical section and the individual units shall bear a UL label, where applicable, as evidence of compliance with UL Standard 845.

Wiring inside the MCC is to be NEMA Class II, Type B. Where Type B wiring is indicated, the terminal blocks should be located in each section of the MCC.

The enclosure should be NEMA Type 12-with-Gasketed Doors. Vertical sections shall be constructed with steel divider side sheet assemblies formed or otherwise fabricated to eliminate open framework between adjacent sections or full-length bolted-on side sheet assemblies at ends of the MCC.

The MCC should be assembled in such a manner that it is not necessary to have rear accessibility to remove any internal devices or components. All future spaces and wireways are to be covered by blank doors.

3.4.7.7 Level Controls

The discharge pumps and alarms are controlled by seven probes inside the collection tank. These probes are 6-mm (1/4-in) stainless steel with a PVC coating. The seven positions are:

1. Ground probe
2. Both discharge pumps stop
3. Lead discharge pump start
4. Lag discharge pump start
5. High level alarm
6. Reset for probe #7
7. High level cut-off: stops all discharge pumps (auto position only) and vacuum pumps (auto and manual positions)

Figure 3-25 presents approximate elevations of these probes in the collection tank relative to the discharge pumps and incoming vacuum mains.

An acceptable alternative to the seven probes is a single capacitance-inductive type probe capable of monitoring all seven set points. This type of probe requires a transmitter/transducer to send a 4-20 mA signal to the MCC.

3.4.7.8 Telephone Dialer

A voice communication-type automatic telephone dialing alarm system should be mounted on a wall adjacent to the MCC. The system should be self-contained and capable of automatically monitoring up to four independent alarm conditions.

The monitoring system shall, upon the opening of any one alarm point, access the telephone lines, wait for the dial tone, and begin to dial the first of four field programmed telephone numbers. The system will then deliver a voice message indicating a two digit station number and the fault status at that station. The message will be repeated a preset amount of times with sufficient space between messages to allow the called individual to acknowledge receipt of the call. Acknowledgment of the message is accomplished by pressing a touch tone star (*) key on the telephone between messages. Following the acknowledgment, the system will vocalize a sign-off and hang up. The system then enters a 30-minute delay to allow adequate time for follow-up measures to be taken.

If, during the delay, another fault occurs, the system will begin recalling. Additionally, the system can be called at any time from a standard telephone, whereupon it will answer the call and deliver a vocalized message indicating the station number and fault status at the location.

If the delay elapses and faults still exist, the system will begin dialing in 1-minute intervals attempting to deliver the fault message. If no acknowledgment is received, the system will hang up, wait 60 seconds, and call the next priority number. After dialing the last priority number, the system will, if necessary, return to the first priority number and repeat the sequence indefinitely.

If the monitoring system is to be housed in the MCC, provisions must be made to isolate the system from interference.

The monitoring system should be provided with continuously charged batteries for 24 hours standby operation in the event of a power outage.

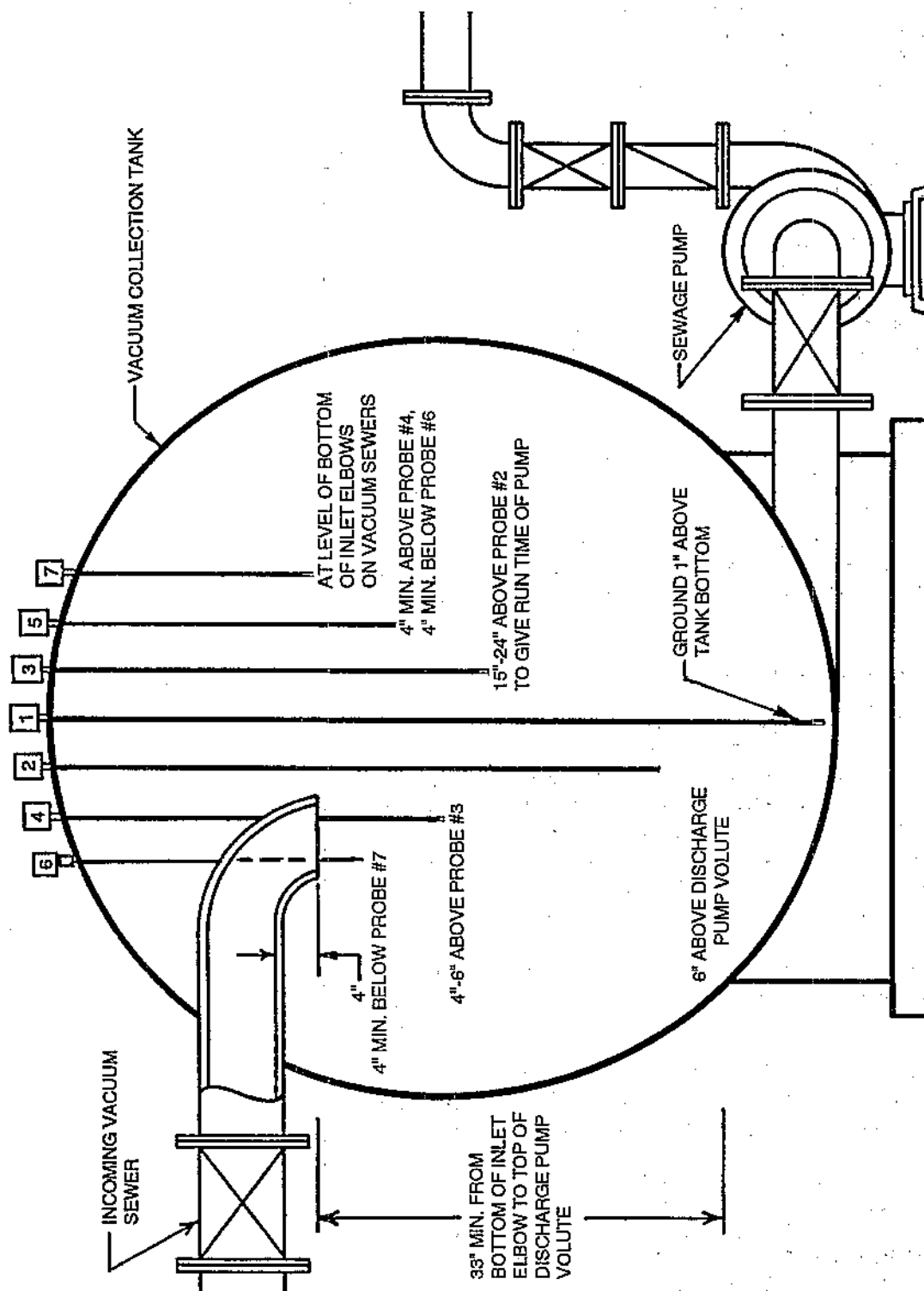
3.4.7.9 Vacuum Gauges

All vacuum gauges should be specified to have a stainless steel bourdon tube and socket to be provided with 13-mm (1/2-in) bottom outlets. Polypropylene or stainless steel ball valves should be used as gauge cocks.

Vacuum gauges should be provided at the following locations¹:

- On the side of the vacuum reservoir tank in a position that is easily viewed from the entrance door.

Figure 3-25. Typical elevations of level control probes. (Courtesy AIRVAC)



- On the collection tank in a position that is easily viewed from the stairway leading to the basement.
- On each incoming main line to the collection tank, immediately upstream of the isolation valve on the line. These gauges should be in a position above the incoming main lines that is easily viewed from the operating position of the isolation valves.

The connection from the incoming main lines to the vacuum gauges should be made of PVC or CPVC pipe. Copper pipe is not to be used for this purpose.

3.4.7.10 Vacuum Recorder

The MCC should contain a 7-day circular chart recorder with a minimum chart diameter of 30 cm (12 in). The recording range should be 0-75 cm (0-30 in) Hg vacuum, with the 0 position at the center of the chart. The chart recorder should have stainless steel bellows.

3.4.7.11 Sump Valve

The basement of the vacuum station should be provided with a 38 cm x 38 cm x 30 cm (15 in x 15 in x 12 in) deep sump to collect washdown water. This sump will be emptied by a vacuum valve that is connected by piping to the collection tank. A check valve and eccentric plug valve should be fitted between the sump valve and the collection tank.

3.4.7.12 Spare Parts Inventory

For optimum operating efficiency, it is necessary that a sufficient inventory of spare parts be kept. Some of the spare parts, such as fittings and pipe, can be purchased through local builder's supply companies. However, there are parts that are unique to vacuum systems that cannot be purchased locally. Typically, these spare parts are included as part of the construction contract. Table 3-11 is a recommended list of spare parts that should be supplied to the owner during the construction phase.

In addition to spare parts, certain specialty maintenance tools and equipment are needed and are listed in Table 3-12.

The vacuum station also requires spare parts. These range from spare pump seals to fuses. Specialty items that should be considered are given in Table 3-13.

Especially vital for the vacuum station are spare microprocessor based electronic components. This type of equipment is used for the level controls and the fault monitoring systems and is very sensitive to power spikes. These system components are vital to the station, as they essentially operate and monitor the system. Losing level controls to some type of failure will quickly cause severe operational problems, such as loss of vacuum or

discharge pump malfunctions. Not having spare equipment amplifies the problem since this would require the system to be operated manually. This would require an operator on a continual basis (until the spare part arrived) to cycle both the vacuum pumps and the wastewater pumps manually. Loss of the fault monitoring system also results in significant O&M increases, as witnessed by early system problems before such systems were included in the vacuum station designs. Similarly, response time to system malfunctions will be extended.

3.5 Construction Considerations

Construction of a vacuum sewer system is similar to conventional systems. Utilizing small diameter pipes in shallow trenches and having the ability to avoid underground obstacles virtually at will makes this type of construction attractive to contractors. There are, however, certain inherent construction problems associated with vacuum sewers.

It is imperative that inspection be performed by those with a thorough knowledge of vacuum sewer technology. The design of the system and its hydraulic limits must be understood by at least one member of the construction team.

3.5.1 Pipeline Construction

The use of chain-type trenchers is sometimes specified for service line installation where soil types allow, as they cause less disruption to the property owner's yard than does a backhoe. Rocky soils and some clayey soils that will not self clean from the trencher teeth may be impractical to excavate using a trencher.

Street crossings are often accomplished by the bore method in which an auger is used and a steel casing is pushed in the resulting opening under the street. The casing acts as a sleeve for the service line that is installed inside. Other street crossings are "free bored" by the use of a "hog". Open cutting of the street is done where boring is impractical.

Vacuum service lines are buried a minimum of 75 cm (30 in), since the vacuum line that exits the valve pit does so at a depth of 68 cm (27 in).

Many contractors use a backhoe for the service line excavation, since this same equipment is also required for the excavation of the valve pit, which typically is located close to the main sewer. Many times this results in over-excavation of the service line trench. Over-excavation, coupled with the use of fittings which are typically required between the valve pit and main, can

Table 3-11. Spare Parts List Per Every 50 Valves

2 each	Vacuum valves
4 each	Controllers/sensors
2 each	Sensor/cleanout tubes
2 each	Controller/sensor rebuilding kit
5 each	Valve cycle counters
4 each	Three-inch "no hub" couplings
2 each	Valve pits
2 each	Valve pit bottom plates
1 each	Standard collection sump
1 each	Deep collection sump
2 each	Valve pit covers
5 ft	Clear valve tubing: 3/8-in.
10 ft	Breather tubing: 5/8-in.

Table 3-12. Specialty Tools and Equipment for Collection Systems

1 each	Portable vacuum pump
2 each	Portable vacuum chart recorders
100 each	Vacuum charts
3 each	Chart pens
2 each	0-20 in W.G. magnehelic gauges
2 each	0-50 in W.G. magnehelic gauges
1 each	12 VOLT DC submersible pump
15 ft	Pump discharge hose
2 each	No-hub torque wrenches
2 each	Vacuum gauges
1 each	Flexible mercury manometer
1 each	Controller test box
1 each	Pipe locator

Table 3-13. Specialty Equipment for Vacuum Station

1 each	Inductance probe
1 each	Probe transmitter
1 each	Probe microprocessor card
2 each	Vacuum switch
2 each	Vacuum gauge
1 each	Auto dialer microprocessor card

lead to future problems if proper bedding and backfill materials are not used.

Since the native material and intended contractor equipment are not always known, it is recommended that the contract documents specify surrounding the service line with imported pipe zone backfill.

3.5.1.1 Line Changes

Unforeseen underground obstacles are a reality in sewer line construction. Water and gas lines, storm sewers, and culverts at unanticipated locations all may present difficulties during construction. Natural underground conditions, such as rock, water, or sand also may present more problems than anticipated.

With the "straight line, constant grade" nature of gravity sewer construction, these obstacles usually result in field changes. These field changes might include installing an additional manhole and/or removing and relaying part of the pipe at a different grade. The grade change could affect the depth and grade of the entire gravity sewer system. Another lift station may have to be installed. Alterations at the treatment plant could be required. Unfortunately, this scenario is all too common. The end result is an increase in contract price through change orders.

One key advantage of vacuum sewers is the flexibility they allow for line changes during construction. Unforeseen underground obstacles usually can be avoided simply by going under, over, or around them. There may be cases where line changes will be necessary, due to hydraulic limitations. However, the likelihood of this is greatly reduced when compared to conventional gravity sewers.

One must be very careful not to make a change for the sole sake of making construction easier. Every line change should be carefully evaluated for its effect on the performance of the overall system. Will the change increase the amount of lift in the system (and ultimately result in increased power costs)? Will the change result in an undesirable hydraulic condition at a key location in the system? How will the operation and maintenance be affected? Will the change put the pipeline in a location that the O&M equipment cannot reach? Will it result in operational problems in the future? All of these concerns must be weighed against the potential construction cost savings prior to a change being authorized.

Line changes are made through the use of fittings. No 90-degree bends should be used in vertical or horizontal line changes.² Concrete thrust blocking generally is not

necessary, however, backfill compaction in this zone of abrupt change in direction is vital.

3.5.1.2 Grade Control

Like line changes, grade changes should not be made without a thorough evaluation of how that change will affect overall system performance. The ability to make grade changes to avoid obstacles is an advantage but the abuse of this freedom can result in major problems. This issue has been the cause of conflicts between the contractor and the engineer in past projects. The engineer's inspector instinctively desires to eliminate lifts to improve the system hydraulics. This results in a deeper installation. The contractor, on the other hand, is constantly wanting to add lifts to result in a shallower installation. As long as neither party loses sight of the system's hydraulic limits and the effect on operational costs, a conflict does not have to take place.

Vacuum sewers must be laid with a slope toward the vacuum station. The only exception to this is where vertical profile changes (lifts) are located. The pipe must slope toward the vacuum station between lifts.

A minimum of 0.2-percent slope must be maintained at all times.² To ensure this, a laser typically is required. The use of automatic levels also is acceptable when handled by an experienced instrument operator. In areas where an obvious (>0.2 percent) downhill slope exists, the pipeline may follow the contour of the ground. Grade should routinely be checked by the engineer's inspector.

3.5.1.3 Service Connections

Most contractors have a crew installing main lines and a second crew installing the services (valve pit settings). It is common for the line crew to install a wye fitting on the main to accept later piping from the pit crew. Typically, the pit crew installs the pit and then connects the pit to the main. Connecting these two fixed points, which have different elevations, with rigid piping sometimes can be difficult. Many times the result is the excessive use of fittings. This situation can be avoided by proper planning and coordination between crews.

The depth of each service setting typically is custom designed. The relationship between the ground elevation where the pit setting will be situated and the elevation of the customer's basement/building sewer dictates the depth of service required. In addition, the length of connecting lateral required must be considered to allow for sufficient slope of the building sewer. Prefabricated valve pits with fixed dimensions can sometimes make pit location critical. Moving the pit to a lower elevation, while allowing additional fall for the building sewer, may result in lift being necessary to connect to the main (elevation

of main is generally independent of elevation of the pit). Moving the pit to a higher elevation may result in insufficient fall available for the building sewer. Each valve pit location should be evaluated for adequacy and verified by the engineer to the contractor prior to shipment of the valve pits.

For service lines, the construction is almost always within private property. For this reason, easements are required from property owners for the installation and future maintenance of the system. Easement acquisition is the responsibility of the Sewer Authority, either directly or through contract with a right-of-way agent. In either case, the hydraulic limits of the system must be understood prior to making any changes that may be requested by the property owner. For this reason, it is recommended that Authorities employ the services of the design engineer for all or part of this task.

The user's responsibility begins at the vacuum pit stub-out. The length of the stub-out typically is 1.8 m (6 ft). Shorter stub-out lengths are undesirable. They would require the homeowner to excavate closer to the fiberglass valve pit to connect to it, possibly causing damage or disturbing the backfill/compaction around the pit in the process.

Most operating entities require the homeowner to replace or be responsible for the replacement of the building sewer from the house foundation to the stub-out connection, since vacuum sewers are not designed to handle extraneous water. By accepting old, possibly defective building sewers, the operating entity is taking a risk on operation and maintenance problems, particularly "waterlogging".

The building sewer is temporarily under vacuum during the valve's open cycle. For this reason, the pipe material must be able to withstand those forces without collapsing. It is standard practice for 10-cm (4-in), Schedule 40, SDR 21, or SDR 26 PVC pipe to be used for this purpose; 680 kg (1,500 lb) crush-type pipe is not acceptable, nor is SDR 35 PVC.

The homeowner is usually responsible for the installation of the 10-cm (4-in) auxiliary vent also. This vent is necessary for the proper operation of the valve. It should be located no closer than 6 m (20 ft) from the valve pit. It is desirable for this vent to be located against a permanent structure, such as the house itself, a fence, or a wall.

There have been attempts by some engineers in the past to include this work as part of the construction project. This was found to be unworkable, as it required the

contractor to have complete knowledge of the homeowner's plumbing system prior to the project bid. Many times, the homeowner was unsure of the exact location of his building sewer. Contractor liability was increased since excavation near the foundation was required. This led to high unit bid prices. Finally, installing a vent on the building sewer before the system was ready for operation often did nothing more than vent the septic tank, which created odor problems.

All of the work required by the homeowner must be inspected by the operating entity prior to final connection. This ensures the proper and efficient operation of the system. Compliance with the Sewer Use Ordinance is the only remaining user responsibility.

The vacuum valve is not installed until the customer is ready to connect to the valve pit setting. It is common for the contractor to install the valve pit/sump, including all of the necessary piping, during collection system construction. The valve is supplied to the Authority for their installation at a later date. In this manner, the Authority can systematically install the valves as each customer requests connection. Each valve is "timed-out" with the controller time setting being recorded for future reference. The time setting on the first few valves is typically changed once or twice after startup as system hydraulics continually change until all customers are connected. All valves are then fine tuned to operate as a complete system.

3.5.2 Equipment Substitutions

Equipment submittals should be approved by the engineer prior to the contractor ordering the specific equipment. Virtually all of the components in a vacuum system are available from more than one manufacturer. Even though much research and development currently is taking place, the vacuum sewer industry has grown and improved largely by the trial and error method. For this reason, the engineer should be extremely careful of substitutions of specified equipment, especially in a piece-meal fashion. This is not to say that new or alternative brands should automatically be ignored; it simply means that care and judgment should be exercised prior to any major deviation.

Should a substitution be desired, the contractor should submit the following information to the engineer to allow for a complete evaluation of the situation:

- Identify the product by stating the manufacturer's name and address, trade name of product, and the catalog or model number.
- Include product data such as shop drawings, samples, etc.

- Give itemized comparison of substitution with specified equipment, listing variations.
- Give quality and performance comparison of substitution with specified equipment.
- Give cost data comparing substitution with specified equipment.
- List availability of maintenance services as well as replacement parts.
- Show the effect of substitution on the project schedule.
- Show the effect of substitution on other related equipment.

The engineer may require a bond if there is no precedent information on the proposed substitution.

3.5.3 Testing

3.5.3.1 Sewers

Prior to the installation/connection of any valve, the complete system of sewers should be vacuum tested. The engineer should be present during the entire testing period. Any leak not discovered due to flawed testing procedures, either intentional or unintentional, will quickly become evident once the system is operational, as the operator can simply check the vacuum charts daily to see if any leaks are present. Testing generally involves the following:¹

- At the end of each day's work, the mains and crossovers laid that day should be plugged and subjected to a vacuum of 60 cm (24 in) Hg, allowed to stabilize for 15 minutes and then not lose more than 1 percent vacuum pressure/hr test period. During the daily testing, all joints should be exposed. If any section of the sewer fails the test, it should be reworked prior to laying new sections of sewer.
- When the system of sewers and crossovers has been completed, the complete network should be subjected to 60 cm (24 in) Hg vacuum pressure, allowed to stabilize for 15 minutes then not lose more than 1 percent vacuum pressure/hr for a 4-hr period.

During testing, temperature and/or climatic conditions may vary. The following conditions may affect the vacuum readings in the pipe being tested:

- A drop in temperature may occur. The effect will be cooling of the pipe and the air in it thus causing contraction of both. The contracting of the air within the pipe will cause an increase in vacuum.
- A change in the barometric pressure may also occur. Before rainfall, the barometric pressure may drop by approximately 12 mm (0.5 in) Hg. A vacuum gauge measures the difference in pressure between the volume being tested and the atmospheric pressure.

Therefore, any change in barometric pressure will cause an equivalent change in pressure on the gauge being used in the vacuum test.

Where climatic changes may occur during a vacuum test, it is recommended that pipe temperature and atmospheric pressure be recorded at the beginning and end of the test, and the test results adjusted to correct for these changes.

3.5.3.2 Vacuum Station

All vacuum piping and connected appurtenances in the vacuum station should be tested for tightness. A final test of the station piping should be done. In this test the station piping is subjected to 60 cm (24 in) Hg. There should be no loss of vacuum in the 4-hr test period.²

All of the controls should be tested at startup to see that the system is functioning as designed. This includes the vacuum pump controls, the wastewater pump controls, and the telephone dialer.

3.5.4 Historical Construction Problems

The above sections provide insight into some of the inherent problems associated with vacuum sewer construction. Problems can be avoided by sound design, proper inspection, and preconstruction planning/coordination between the engineer and the contractor.

As part of the development of this manual, six operating systems were visited in 1989. Based on these visits, four problems were prevalent during construction. Two of these were short-term and two resulted in later, long-term problems.

3.5.4.1 Short Term

a. Solvent Welding in Cold Weather

Solvent welding PVC pipe in temperatures approaching or below freezing led to vacuum leaks. Some contractors made the mistake of keeping the glue warm, only to apply it to a pipe that was much colder. This led to leaking joints and difficulty in passing the final leakage test.

This problem can be avoided by not solvent-welding joints during temperatures of 4°C (40°F) and colder. However, since this may not be practical for some jobs, a better solution would be to minimize the number of solvent-welded joints in the system.

Along these lines, there has been a significant move in the vacuum industry toward the use of gasketed pipe and fittings. In all cases, installation of piping should be in accordance with the proper specification of the Plastic Pipe Institute, ASTM F-645-80 or ASTM D2774-72.

b. Pit Alignment

The prefabricated valve pit setting allows for gravity stub-out connections only at predetermined locations. Likewise the location of the 7.5-cm (3-in) vacuum service line is predetermined. Collectively, the top and bottom chambers may only be assembled in a few different arrangements.

Some contractors, concerned with facing the stub-out direction toward the house, failed to consider the already existing location of the wye connection to which the 7.5-cm (3-in) service line would connect. Some corrected the situation by re-installing the pit at a location that could be accepted by both connection points. Others used fittings to make the necessary adjustment.

Pre-installation planning, rather than last minute decision making will eliminate the alignment problems.

3.5.4.2 Long Term

a. Valve Pit Settlement

Poor workmanship by the contractor led to valve pit settlement. This resulted in alignment problems for the owner at the time of the valve installation (vacuum line entering the pit moved from its level position). Improper valve alignment can lead to future valve malfunctions.

Valve pit settlement problems can be avoided by better quality control on both the contractor's and inspector's part during construction. Taking time to ensure proper alignment and proper compaction around the pit will greatly reduce the likelihood of this problem occurring.

b. Excessive Use of Fittings

Two fixed points, at varying inverts and locations, but requiring rigid connection piping, resulted in the contractor using an amount excessive use of fittings. These fittings many times were located within the pit excavation. This overexcavated zone is one where lack of compaction could easily lead to future settlement, which can lead to fitting failures.

The use of fittings in the service lines can be minimized by proper planning and coordination between line and pit crews. To minimize the difficulties, some contractors install the valve pits first.⁶ The use of gasketed fittings, which adds a certain degree of flexibility, will also alleviate some of these problems.

3.6 Operation and Maintenance Considerations

3.6.1 Operation and Maintenance Manual

To operate a vacuum sewer system requires proper training. O&M Manuals are a vital part of this training process. Problems arose in some of the early vacuum systems due to the lack of such aids. Manufacturers and engineers are now recognizing this fact and are reacting accordingly with improved technical assistance and O&M Manuals.

A well written O&M Manual should contain the information necessary to achieve the following goals:³

- To provide an accessible reference for the wastewater collection system operators in developing standard operating and maintenance procedures and schedules.
- To provide a readily available source of data, including permits, design data, and equipment shop drawings which are pertinent to the particular system.
- To provide the system operators assistance and guidance in analyzing and predicting the system efficiency.
- To provide the system operators assistance and guidance in troubleshooting the system.

While an O&M Manual is a valuable tool, it should not be viewed as the source of the ultimate solution to every problem. The degree of efficiency of the system depends on the initiative, ingenuity, and sense of responsibility of the system operator. Also, the manual should be constantly updated to reflect actual operational experience, equipment data, problems, and implemented solutions.

The O&M Manual should contain the following information as a minimum.

3.6.1.1 Design Data

All design data should be given. Included would be information relating to the system make-up, such as the number of valves, line footage, and line sizes. Also included would be component sizing information, anticipated operating ranges, and other important design considerations. As-built drawings showing all system components should be included.

3.6.1.2 Equipment Manuals

Installation and maintenance manuals from the manufacturers of the major equipment should be included. A list showing the manufacturer and supplier as well as contact persons, addresses, and phone numbers should be compiled.

3.6.1.3 Warranty Information

All warranties, including effective dates, should be listed.

3.6.1.4 Shop Drawings

A list of all approval drawings should be made which identifies the manufacturer, model number, and a general description of the equipment. A copy of each approval drawing should be included with the O&M Manual.

3.6.1.5 Permits and Standards

All applicable permits, such as the National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) permit, should be included in the manual. Applicable water quality standards should also be included.

3.6.1.6 Operation and Control Information

This section should include a description of the overall system. The major components should be identified. The following information should be given for each major component:

- Relationship to adjacent units
- Operation
- Controls
- Problems and troubleshooting guides
- Maintenance
- Preventive maintenance schedule
- Equipment data sheet

3.6.1.7 Personnel Information

A description of the manpower requirements, including qualifications and responsibilities should be listed.

3.6.1.8 Records

A list of the type of records, as well as a list of reference materials that are important, should be included.

3.6.1.9 Preventive Maintenance

All equipment should be listed and cross-referenced to equipment catalogs. Maintenance schedules should be established.

3.6.1.10 Emergency Operating and Response Program

This section should include a description of actions and responses to be followed during emergency situations. Included should be a list of contact persons, including addresses and phone numbers for those responsible for various community services.

3.6.1.11 Safety Information

A safety plan should be developed which includes practices, precautions, and reference materials.

3.6.1.12 Utility Listing

A list of all utilities in the system area should be given, including contact persons, addresses, and phone numbers.

Much of the information contained in the O&M Manual can easily be recorded on a database-type computer program. Computer software is becoming more affordable to small communities and can provide powerful aids to the O&M staff.

3.6.2 Staffing Requirements

3.6.2.1 General Information

Information gathered from operating systems suggests that the effort to operate and maintain modern vacuum systems has been overstated. Vacuum systems are mechanized and will, therefore, normally require more O&M than a conventional gravity sewer system. This must be allowed for in system planning.

3.6.2.2 Operator Responsibilities

The system operator is responsible for the following activities:

- Analyzes and evaluates operation and maintenance functions and initiates new procedures to insure continued system efficiency
- Gathers and reviews all data and records same for the preparation of reports and purchase requests
- Recommends all major equipment purchases and system improvements
- Maintains effective communication with other employees, municipal and government officials, and the general public
- Conducts daily operation and maintenance of the system
- Inspects the system daily to determine the efficiency of operation, cleanliness, and maintenance needs
- Prepares work schedules
- Prepares operational reports and maintenance reports
- Determines remedial action necessary during emergencies

3.6.3 Operator Training

It is desirable for the operating entity to hire the system operator while the system is under construction. This allows the operator to become familiar with the system, including the locations of all lines, valve pits, division valves, and other key components. To add further training, manufacturers may offer lengthy (e.g., 2 weeks) training program at their facility.

For example, AIRVAC provides a small-scale vacuum system at their manufacturing center. This setup includes

clear PVC pipe with various lift arrangements where trainees can watch the flow inside a clear pipe during a wide variety of vacuum conditions. Faults are simulated so that the trainee can gain troubleshooting experience. The operator is taught valve operation and its overhaul. Finally, vacuum station maintenance is taught.

The best training is gained by actual operating experience. Many times, however, the knowledge is gained at the expense of costly mistakes. This is especially true at startup time. During this time, the engineer, who provided day-to-day inspection services during construction, is gradually spending less time on the system. The operator is busy setting vacuum valves and inspecting customer hookups. Complicating the situation is the fact that the operating characteristics of the system continually change until all of the customers are connected and all of the valves are fine-tuned. However, with the operator(s) being preoccupied with other tasks, this fine tuning sometimes is not done; problems develop; and system credibility can be lost.

This "training gap" is present at the startup of virtually every vacuum system. This is an area of the technology that needs improvement. One solution is for the engineer to budget a 3-6 month, on-site training service to aid the system operator in the fine tuning and troubleshooting of the early problems. The operator will benefit from the engineer's systematic approach to problem solving. This most likely will instill a certain degree of confidence in the operator(s) concerning the system. Operator attitude is vital to the efficient operation of a vacuum system.

3.6.4 As-built Drawings and Mapping

It is common in the industry for changes to be made during construction. The changes should be reflected on the as-built drawings. As the name implies, these drawings depict exactly how the system was built. This is a vital tool to the operating entity for maintenance, troubleshooting, and future improvements or extensions to the system.

An index map showing the entire system should be included in the as-built drawings. Shown on this map will be all key components, line sizes, line identifications, valve pit numbering and locations, and division valve locations. Detailed plan sheets of each line of the collection system should be included, with dimensions necessary to allow the operator to locate the line as well as all related appurtenances.

Unique to a vacuum system is the need for an as-built hydraulic map. This is similar to an index map but also includes special hydraulic information:

- The locations of every lift.

- The amount of vacuum loss at key locations, such as the end of a line or the intersection of a main and branch line.
- Number of main branches, number of valves in each branch, and total footage (or volume) of pipe in each branch.

This simple but vital information allows the operator to make intelligent decisions when fine tuning or troubleshooting the system.

Another tool that is helpful to the operator is an as-built drawing of each valve pit setting. These drawings will show the location of the setting relative to some permanent markers (house, power pole, etc.), the orientation of the gravity stub-outs, the depth of the stub-outs, and any other pertinent site-specific information. These records are used by the operator as new customers connect to the system.

The vacuum station drawings should be altered to reflect changes made during construction. Especially important in these drawings are dimensions, since any future modification will depend on available space.

3.6.5 Maintenance

3.6.5.1 Normal Maintenance

A properly designed vacuum station will be equipped with a fault monitoring system, such as a telephone dialer. This system monitors the operation of both the vacuum station and the collection system, and automatically notifies the operator of low vacuum, high levels of wastewater in the collection tank, and power outages.

Normal operation includes visiting each vacuum station daily. Some daily maintenance procedures include the recording of pump running hours, and oil and block temperature checks. Once an operator is familiar with the operating characteristics of the system, a simple visual check of the gauges and the charts in the station will provide an adequate alert of any problems. This visual check along with recording operating data generally takes about 30 minutes. Weekly procedures include checking battery terminals, battery conditions, and operational testing of the standby generator. Monthly procedures include cleaning of the collection tank sight glass, a check of the mechanical seal pressurizers of the wastewater discharge pumps, and a test of the telephone alarm system.

On a normal day, the operator will not be required to visit the collection system. Normal station gauge and chart readings are an indication that the collection system is fine. Depending on a system's history of breakdown

Table 3-14.

Normal Operating Tasks and Frequencies

Daily

Visually Check Gauges/Charts
Record Pump Run-Times
Check Oil and Block Temperatures

Weekly

Check Battery Conditions
Exercise Generator
Change Charts

Monthly

Clean Sight Glass
Check Mechanical Seal Pressurizers
Test Alarm System

maintenance, some periodic inspection may be required. This would include the inspection and manual operation of each valve at some regular interval. The breather lines should be inspected for the accumulation of moisture. An experienced operator will quickly learn the sounds of a properly functioning valve.

Table 3-14 summarizes the daily, weekly and monthly tasks.

3.6.5.2 Preventive Maintenance

Wastewater collection systems operate and must be maintained 365 days a year. Variations in operation and maintenance workloads occur, making it imperative that preventive maintenance be planned and scheduled.³ This will ensure that there is no idle time during non-peak workload periods. Inspection and maintenance planning and scheduling involves time, personnel, equipment, costs, work orders, and priorities.

A preventive maintenance schedule for all major equipment should be developed. To initiate the preventive maintenance tasks, a work order system must be established. This system identifies the required work, priority of task, and any special information, such as the tools or parts required for the job. These work orders provide a record of work completed.

Scheduled maintenance on the collection piping should be minimal. Areas where difficult or unusual conditions were encountered during construction should be visited periodically. Other areas to be visited include steep slopes and potential slippage areas.

At least twice a year, the division valves should be checked. This is done by moving the valve through the entire opening and closing cycle at least once. This procedure will keep valves in operating condition. In

Table 3-15. Preventive Maintenance Tasks and Frequencies

Yearly
Exercise Division Valves
Inspect Vacuum Valves
Check Controller Timing
Check Plug and Check Valves at Station
Inspect Vacuum and Station Pumps For Wear
5 - 6 Years
Remove Valve and Replace Worn Parts
Rebuild Controller

addition, it will familiarize the operating personnel with the location of all valves.

All vacuum valves should be inspected once a year.² They should be manually cycled to see that they are operating properly. The controller timing cycle should be recorded and compared to the original setting. If necessary, the timing should be reset. This entire procedure can be done by one person, requiring about 10-15 minutes/valve.

About every 10 years, each vacuum valve should be removed, a spare put in its place, and the old valve returned to the workshop.³ The valve should be taken apart and inspected for wear. If needed, the seat should be replaced. When the valve is reassembled, a new shaft seal and bearing should be fitted. The seals and diaphragms of the controller/sensor should be replaced every 5 years. These procedure can be done by one person, requiring 45 minutes for the valve and 1 hour for the controller.

Preventive maintenance for the major equipment at the vacuum station should be done in accordance with manufacturers' recommendations. Yearly maintenance might include removal from service and comprehensive inspection of check valves, plug valves, vacuum pumps, wastewater pumps, generator, and the telephone dialer.

Table 3-15 summarizes the preventive maintenance tasks and their frequencies.

3.6.5.3 Emergency Maintenance

Although very little effort is required on a day-to-day basis, there will be times that emergency maintenance is necessary. This effort usually requires more than one person, particularly when it involves searching for a malfunctioning valve. Many times problems develop after normal working hours, requiring personnel to be called out on an overtime basis. Emergency or breakdown

maintenance can occur in the piping system, at the vacuum station, or at the vacuum valve.

Assuming proper design and construction, there is very little that can go wrong in the piping system. Occasionally, a line break will occur, due to excavation for other utilities or landslides, causing a loss of system vacuum. Using the division valves, the operator can easily isolate the defective section.

Malfunctions at the vacuum station are generally caused by pump, motor, or electrical control breakdowns. Redundancy of most components allows for the continued operation of the system when this occurs.

Most emergency maintenance is related to malfunctioning vacuum valves caused by either low system vacuum or extraneous water. Failure of the valve is possible in either the closed or open position. A valve failing in the closed position will give the same symptoms as a blocked gravity line, that is, the customer will experience problems with toilet flushing or backup of wastewater on the property. A phone call from the affected party makes identification of this problem easily rectifiable. This rarely happens since virtually all valve failures occur in the open position. When this happens, a loss of system vacuum occurs as the system is temporarily open to atmosphere. The fault monitoring system will recognize this low vacuum condition and alert the operator of the problem. A common cause of failure in this position is the entrance of extraneous water into the controller.

A procedure for locating the source of a vacuum failure has been developed by AIRVAC as follows:⁴

- When a low vacuum condition occurs in the system, isolate each incoming line to the collection tank to identify the problem line.
- Close off the problem line. Open the remaining lines to clear the wastewater from them.
- Allow vacuum in the operational lines to reach the maximum vacuum level possible; then close these lines off.
- Open the line with the problem.
- Starting at the collection tank, go to the first division valve on the problem line. Connect a vacuum gauge to a nearby vacuum valve (or to a gauge tap, if one exists) downstream of the division valve. Close the division valve and observe if vacuum builds up. If it does not, the problem is between the vacuum station and the division valve. If vacuum rises, repeat the process on the next division valve. Before reopening each division valve, allow vacuum to build up in the nonproblem sections of the sewer to clear those sections' wastewater.

- After isolating the problem section, check each valve pit to locate the malfunction. Often this can be accomplished by driving to each pit and listening for the sound of rushing air in the auxiliary vent.
- After locating the malfunctioning valve, follow the manufacturer's valve troubleshooting procedures.
- If no valves are malfunctioning, check for underground construction that could have caused a break in the transport piping. Also, walk the route of the problem sewer and look for evidence of a break, such as a sunken area.

The above procedure is a systematic approach to locating the source of vacuum loss. The time for the first 4 steps is generally about 2-3 minutes, while the entire procedure generally can be completed within 30 minutes.⁴ Sometimes a shortcut can be taken. In the recent study of operating systems, it was found that many times the same valve(s) fail. This is usually due to some particular hydraulic condition at that specific locale. In these situations, the operators check these valves before any other isolation is done. In another situation, a skilled operator can usually tell how far from the vacuum station the problem is by analyzing the vacuum charts as the degree of vacuum loss is inversely proportional to distance from the station. This allows for the simplification of the isolating procedure.

Valve failures, if not located and corrected within a couple of hours, may cause failures in other parts of the system. A valve that is hung open or that continuously cycles will cause system vacuum to drop. If the vacuum pumps cannot keep up with this vacuum loss, the result is insufficient vacuum to open other valves. This may lead to backups. When vacuum is finally restored, a large amount of wastewater, in relation to the amount of air, will be introduced into the system possibly resulting in "waterlogging." When this occurs, the system must be manually operated, allowing the vacuum pumps to run longer than usual. The manual repetitive cycling of the vacuum and wastewater pumps in effect increases the capacity of the vacuum station. This repetitive cycling is continued until the system "catches up." At that point, the system is returned to its automatic mode.

There have been attempts made to determine the time necessary to locate a failed valve.⁴ At the Plainville, Indiana system, a valve was caused to fail at a location unknown to the maintenance personnel. This valve was located and the problem corrected in 21 minutes. System operators report that the typical valve failure is located within 30-45 minutes. Most also cite driving time from their house to the system as being the critical factor in this response time. A key component in continual operation

is an effective alarm system, along with available maintenance personnel.

3.6.6 Record Keeping

Good records are important for the efficient, orderly operation of the system. Pertinent and complete records provide a necessary aid to control procedures as they are used as a basis of the system operation. The very first step of any troubleshooting procedure is an analysis of the records. This is especially true of the collection system. A wealth of information is contained in the basic records kept on a daily basis. The following types of records should be kept:

- Normal maintenance records
- Preventive maintenance records
- Emergency maintenance records
- Operating costs records

These records should be carefully preserved and filed where they are readily available to operating personnel. All records should be neat and accurate and made at the time the data are obtained. It is good practice to summarize this data in a brief monthly report and a more complete annual report. These reports should be submitted to the local authorities such as Town Council and the Mayor. This keeps those officials apprised of progress, problems and long term needs of the facility.

3.6.6.1 Normal Maintenance Records

The following information should be recorded on a daily basis:

- Date
- Personnel on duty
- Weather conditions
- Routine duties performed
- Operating range of vacuum pumps
- Run-times of vacuum pumps
- Run-times of wastewater discharge pumps
- Run-time of standby generator
- Flow data
- Complaints received and the remedies
- Facilities visitors
- Accidents or injuries
- Unusual conditions
- Alterations to the system

3.6.6.2 Preventive Maintenance Records

Adequate records provide information that tells operational personnel when service was last performed on each system component and indicates approaching service or preventive maintenance requirements. Efficient scheduling of these maintenance tasks can then be

made which avoid interference with other important aspects of system operation.

Results of periodic inspections should be kept. This would include a list of all potential problems, the likely cause of these problems, the repairs necessary to solve the problem, and recommendations for future improvements to minimize recurrence.

3.6.6.3 Emergency Maintenance Records

Records should be kept concerning all emergency maintenance. This includes the following:

- Date and time of occurrence
- Person(s) responding to problem
- Description of problem
- Remedy of problem
- Parts and equipment used
- Total time to correct problem
- Recommendations for future improvements

3.6.6.4 Operating Cost Records

To insure budget adequacy, it is very important to keep accurate information concerning the costs of all operation and maintenance items. Costs include:

- Wages and fringe benefits
- Power and fuel consumption
- Utility charges
- Equipment purchases
- Repair and replacement expenses
- Chemicals
- Miscellaneous costs

3.7 Evaluation of Operating Systems

3.7.1 Early Vacuum Systems

Early vacuum systems were often plagued with consistent operational problems. These systems were installed without sufficient field experience with system components. In addition, operation and maintenance guidelines were not yet available. As a result, several operational problems were encountered.

Early vacuum systems experienced problems because of the lack of knowledge of two-phase transport. Small vacuum mains, improperly planned vacuum main profiles, too large liquid slug volumes, and insufficient air all resulted in transport problems.⁵

Vac-Q-Tec systems located sensitive electronic valve control equipment in 208-L (55-gal) drums near the wastewater holding tanks. Corrosion of these drums and the control boxes caused numerous problems and the

complexity necessitated skilled technicians to successfully operate the system.⁴

Early Colt and AIRVAC systems lacked components that are now generally accepted as minimum design standards.² The lack of standby power indirectly caused some vacuum valve boots to rupture. During power outages, liquid built up behind these valves. When power was restored and the valves cycled, the large volume of water could not be completely drained before the timed valve operation sequence closed the boot on the fast-moving water instead of on air. This resulted in unusually high forces which ruptured the valve boots. These problems were alleviated to a large degree when standby power was added to the system.

AIRVAC's early valve pits were made of a tar-impregnated paper which deformed when placed in unstable soil or in areas subjected to vehicle traffic. This deformation eventually led to damaged valves. Additional problems resulted from the use of valve pits without bottoms in areas of high ground water.⁴ In this case, water entered the sensor-controller causing the valves to continually cycle and eventually deplete system vacuum. Corrective measures included replacement of the early valve pits with fiberglass pits capable of withstanding traffic loadings. Breather tube extensions aboveground and controller modifications have minimized these past problems.

A better understanding of vacuum sewer hydraulics, improved system components, and established operation and maintenance guidelines have led to significant operational improvements.

3.7.2 Recent Vacuum Systems

Although operational reliability has improved with each successive generation of systems, some problems still exist. Six operating systems were visited in 1989 so that meaningful operation and maintenance data could be generated. An attempt was made to visit systems that would give a good cross section of the technology. Topography, geographical location, size, and varying design concepts were considered in the selection process. One early system was visited to see if improvements through the years have resulted in increased reliability. Table 3-16 presents information on the operating systems visited.

3.7.2.1 General Information

Table 3-17 presents general information on each of the systems visited.

Table 3-16. Operating Systems Visited in 1989

Project Name	Location	Date Operational	System Type
Ocean Pines	Berlin, MD	1970	VAC-Q-TEC
Westmoreland	Westmoreland, TN	1979	AIRVAC
Ohio Co-Phase I	Wheeling, WV	1984	AIRVAC
Lake Chautauqua	Celeron, NY	1986	AIRVAC
Central Boaz PSD	Parkersburg, WV	1988	AIRVAC
White House	White House, TN	1988	AIRVAC

3.7.2.2 Design/Construction Data

Table 3-18 shows design and construction data as they relate to the collection systems of each of the systems visited.

Table 3-19 shows design and construction data as they relate to the vacuum stations of each of the systems visited.

3.7.2.3 Operation and Maintenance Data

Significant improvements have been made in the components in the last 10 years, particularly with the valve controller unit. This has been attributed to a combination of research and testing and an increased quality control effort. Continuing to educate the designers, builders, and operators of proper techniques will result in a further reduction of the problems. Evidence of this is starting to surface in some of the more recently constructed systems.

Operation and maintenance data were gathered on each of the systems visited. These data are presented in Tables 3-20 through 3-23.

3.7.3 Trend

The failure rate of some of the early vacuum systems has been documented: in general, the mean time between service calls (MTBSC) of some of these systems ranged from less than 1 to more than 8 year; all but one of these systems had a MTBSC of less than 4 years.⁴ By contrast, all of the systems studied in 1989, with the exception of the early system, had a MTBSC of greater than 6 years, with the average being almost 10 years. This indicates that component improvements and design advancements have had a positive impact on the reliability of vacuum systems.

3.7.4 Historical Operating Problems

Each of the systems visited experienced some type of problem which predominated as a demand on O&M staff time. However, most were short lived. Table 3-24 describes the types of problems found.

A sophisticated statistical analysis was not performed to develop the above percentages. The percentages were determined by a combination of frequency of occurrence and demand on staff time as reported by the system operators that were interviewed. They are presented only for the purposes of putting the different problems into perspective.

Assuming the percentages roughly approximate reality, 80 percent of the problems to date can be categorized as avoidable. This does not mean that they were not or are not problems. With good design, construction, inspection, training, and quality control, however, these problems can be avoided in future systems.

3.7.4.1 Component Defects

a. Broken Spring-Valve Failure in Open Position

Shortly after startup of one system, an unusual amount of valve failures were occurring. It was determined that these failures were caused by a broken spring in the valve controller. An investigation revealed that the springs were made of defective material. The springs were systematically replaced with new ones, an effort that two people accomplished on a part-time basis over the span of a month.

This effort did not require the removal of the valve itself. Using spare parts, the District put new springs in the controller component of the valve at their workshop. After a sufficient amount of controllers were rebuilt, they were taken to the field and replaced the controllers with the defective springs, a procedure that took 10 minutes per valve. These defective controllers were then brought back to the shop where the procedure was repeated until all controllers were rebuilt with the proper spring. This problem has not since returned.

b. Unreliable Valve Controllers

The original valves in one system had a controller that was different from the ones used presently. They were found to be very unreliable. The result was more valve failures, and, hence, more O&M expense than originally anticipated. In the 1970s, AIRVAC designed and patented their own controller. After the successful testing of these controllers at their Indiana facility, they began mass production.

Every valve in the system has since been retrofitted with the AIRVAC controller. The failure rate has been greatly reduced since the changeover.

Table 3-17. General Information on Operating Systems

	Ocean Pines	Westmoreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
Feet of Pipe	285,000	83,000	43,000	121,000	39,000	65,000
No. Vacuum Stations	12	4	1	4	1	2
No. Valves	1,500	490	200	900	180	260
No. Homes Served	3,500	540	250	2,500	350	360
Topography	Flat	Rolling	Hilly	Flat	Flat	Rolling
Soils	Sandy	Rock	Clay	Sandy	Sandy	Rock
Community Age	New	Old/New	Old	Old	Old/New	Old/New
Seasonal Population	No	No	No	Yes	No	No
Mean Income	High	Middle	Middle	Middle	Middle	Middle

Table 3-18. Design/Construction Data - Collection Systems

	Ocean Pines	Westmoreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
Valve Type	VAC-Q-TEC	AIRVAC Model-D	AIRVAC Model-S	AIRVAC Model-S	AIRVAC Model-D	AIRVAC Model-D
Pipe Material	Solvent Welded	Solvent Welded	Solvent Welded	Rubber Gasket	Rubber Gasket	Solvent Welded
Diameters, in	4	3,4,6	3,4,6	3,4,6,8	3,4,6	3,4,6,8,10
Min. Cover, ft	3	4	3	4	3	4
Min. Slope, percent	None	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Div. Valve	Plug	Plug	Plug	Plug	Gate	Plug
Thrust Blocking	No	Yes	No	Yes	No	No
Multi-branches	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Longest Line, ft	Unknown	Unknown	8,000	8,500	6,500	14,000
Design Concept	None	Reformer Pocket*	Early AIRVAC	Early AIRVAC	Early AIRVAC	Current AIRVAC
Pit/House Ratio	0.43	0.91	0.80	0.36	0.51	0.72
Type Sumps	Concrete 700 gal.	2 pit Fiberglass	Fiberglass	Fiberglass	Fiberglass/ Concrete	Fiberglass

* Converted over the years to meet "early AIRVAC" design standards.

Table 3-19. Design Construction Data - Vacuum Stations

	Ocean Pines	Westmoreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
No. Probes	Multi	Multi	Single	Single	Single	Multi
Equalizing Lines	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Odor Filters	Yes	No	No	No	Yes	No

Table 3-20. O&M Data - General Information

	Ocean Pines	West Moreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
No. Operating Personnel	8	6	5	7	1	3
Other duties?	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
No. Persons Needed for Vacuum Part of System	8	1	1	2	1	1

Table 3-21. O&M Data - Person-Hours/Year

	Ocean Pines	West Moreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
Normal Maint., hr/yr	16,640	1,915	260	365	315	260
Prev. Maint., hr/yr	2,500	245	100	1,013	90	200
Emerg. Maint., hr/yr	1,660	192	240	48	384	60
Total Person-Hours/yr	20,800	2,352	600	1,426	789	520
No. of Valves	1,500	490	200	900	180	260
Person-Hours/yr/Valve	13.9	4.8	3.0	1.6	4.4	2.0
No. of Customers	3,500	540	250	2,500	350	360
Person-Hours/yr/Cust.	5.9	4.4	2.4	0.6	2.3	1.5

Table 3-22. O&M Data - Power Consumption/Year

	Ocean Pines	West Moreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
Power Cost/yr, \$	120,000	15,000	2,400	27,540	4,800	3,900
No. Valves	1,500	490	200	900	180	260
Cost/yr/Valve, \$	80.00	30.60	12.00	30.60	26.51	15.00
No. Customers	3,500	540	250	2,500	350	360
Cost/yr/Customer, \$	34.29	27.77	9.60	11.30	13.71	10.83
kWh/yr/Customer	570	460	160	190	230	180

Table 3-23. O&M Data - Mean Time Between Service Calls (MTBSC)

	Ocean Pines	West Moreland	Ohio County	Lake Chautauqua	Central Boaz	White House
No. Valves	1,500	490	200	900	180	260
No. Service Calls/yr	1,500	48	24	40	30	24
MTBSC, yr	1.0	10.2	8.3	22.5	6.0	10.8

Table 3-24. Problem Classification

Problem	Responsible Party	Percent of Total Problems
Component Defect	Manufacturer	40
Design Shortcomings	Engineer	10
Operator Error	Operator	5
Construction Related	Contractor	25
Equipment Malfunction	Manufacturer	5
Extraneous Water Related	Customer	15

c. Controller Shaft/Seal Problems Multi-Firing Valves

Some valves were found to cycle more than once after the sump was emptied. A redesigned controller shaft and seal has solved this problem. Controllers with the old shaft and seal have been retrofitted with the latest version.

d. Plug Valve Problem

The type of division valve used in most operating systems is the plug valve. Some systems have experienced major problems with plug valves while others have not.

Problems reported in one system included times when system vacuum pulled the division valve closed thereby cutting off system vacuum beyond that point. As workers attempted to re-open these valves, frequently the valve shaft was twisted off due to the heavy load applied by system vacuum. When this happened, the division valve could not be opened, resulting in part of system being out of service until corrective measures were taken.

Some system operators reported problems with plug valves not holding vacuum when closed. This renders them useless as a troubleshooting tool, which is their primary purpose.

Problems with plug valves have been attributed to quality differences between manufacturers, in some cases, and the defective materials in others. Properly manufactured plug valves can and have been used successfully.

Some recent systems have used resilient-wedge gate valves instead of plug valves with success. With proper care in the selection process, both types of valves can successfully be used.

e. Defective Tubing-Valve Failure in Open Position

Some valve failures that occurred after startup of one particular system were caused by defective tubing in the controller. These tubes were systematically replaced with new ones and this problem disappeared.

3.7.4.2 Design Shortcomings

a. Discharge Pump Cavitation

Some systems have reported problems with wastewater discharge pump cavitation. This was due to the characteristics of the pump itself. A vortex plate installed in the bottom of the collection tank corrected this problem.

The real solution lies in proper design. Net positive suction head (NPSH) calculations should be performed. Section 3.4 discusses these calculations. A pump having sufficient NPSH available should be selected.

b. Leaking Check Valves

Check valves between the vacuum pumps and the reservoir tank installed in a vertical pipe run resulted in vacuum loss problems in the station piping. Locating the check valves in a horizontal run of station piping corrected this problem.

c. Oversized Vacuum Pumps Keep up with Open Valve

One of the newest systems in operation was designed with the more recent and more conservative design guidelines. This resulted in larger vacuum pumps than would be selected using the old design standards. While this additional capacity has helped in terms of system pump down-time, it also has caused a small problem.

The vacuum pumps appear to have sufficient capacity to keep up with an open valve. This being the case, low vacuum is not recorded at the station, even though it is occurring at the location of the open valve. In addition, the automatic telephone dialer is not activated. This results in increased run-time of the vacuum pump and increased power costs. The operator must be very observant when analyzing the daily vacuum charts to notice that the pumps are cycling more frequently than normal. Otherwise, a valve that is hung open may go unnoticed for days resulting in a waste of power.

A simple solution to this problem involves installing another relay in the control wiring that causes the dialer to call the operator if both pumps are running together for a predetermined amount of time (say 10 minutes), despite the vacuum level.

3.7.4.3 Operator Error

a. Wastewater Pulled Into Vacuum Pumps

A high wastewater level in the collection tank can be caused by pump failure (usually control related rather than a pump malfunction) or by more flow coming in than the wastewater pumps are capable of pumping out. Most

system designs call for an automatic shutdown of both vacuum and discharge pumps in the event of this happening. Some systems, however, do not have provisions to prevent the automatic mode from being overridden by manual operation.

The natural inclination, when faced with a zero-vacuum situation, is for the operator to manually operate the vacuum pumps in an attempt to restore system vacuum. Doing this with a full collection tank can result in wastewater being pulled into the vacuum pumps. This results in damage to the vacuum pumps, especially with the sliding-vane type.

The proper procedure, assuming the discharge pumps work, is to valve off the incoming lines and turn the vacuum pumps off. The discharge pumps are then used to pump the collection tank down to the normal operating level. The line valves can then be opened and the vacuum pumps returned to their automatic mode. Good design will include electrical provisions to prevent overriding the automatic mode without these steps first being taken.

3.7.4.4 Construction Related

a. Line Break

Line breaks, caused by a trench settlement, were most likely the result of inadequate bedding materials or poor compaction during construction.

b. Broken Fittings

There have been cases of loss of system vacuum due to broken fittings. In all but a few cases, the failures have occurred at fittings at or near the valve pit. This is most likely due to insufficient compaction around the valve pit coupled with system rigidity due to solvent welded fittings.

c. Construction Debris-Valve Failure in Open Position

These systems experienced more problems than others on startup. Construction debris (stones, small pieces of pipe, etc.) in the homeowner's building sewer causes the vacuum valve to hang open until manually cleared. These problems usually disappear within a few weeks of startup. Problems of this nature are easily discovered by the operator simply by listening to the auxiliary vent. Hearing the constant rushing of air is a good indication that the valve is hung open. Opening the valve pit, unscrewing the valve body, and clearing the obstruction is a 10-minute procedure.

d. Extreme Heat in the Station

Temperature approaching 70°C (175°F) were reported in one system shortly after startup. The hot air from the vacuum pumps was blown directly at the motor control

center (MCC). The extreme heat caused relay and starter problems in the MCC, which resulted in pump and telephone dialer malfunctions.

An analysis of the situation revealed that the vacuum pumps were wired incorrectly. Rather than the pump fans coming on when the temperature reached 65°C (150°F) and remaining on until the pumps turned off, the fans came on at the same time the pumps did and ran for a timed 10 minutes. This has been corrected and the result is a much cooler vacuum station. Future plans call for the hot air to be directed away from the MCC through duct work.

e. Broken Cleanouts

A few cases of broken cleanouts have occurred. Breaks in fittings adjacent to the cleanouts were believed to be caused by pit settlement due to poor compaction during construction.

3.7.4.5 Equipment Malfunction

a. Faulty Level Control Transmitter

At one system, a problem with one of the level probes occurred. The probe failed to send the proper signal to the motor control center to turn the vacuum pumps off during periods when high wastewater levels existed in the collection tank. This resulted in wastewater being pulled into the vacuum pumps causing damage. Another time the probe failed to send the proper signal to the motor control center to turn off a discharge pump. This resulted in the pump continuing to run until the tank was dry. The problem was traced to a faulty transmitter which was replaced.

Since failure of the probe can lead to the ruining of a vacuum and/or a wastewater pump, the operator developed a simple inexpensive backup system, involving the use of magnets strapped to the site glass above and below the highest and lowest set point of the probe. A float-mounted magnet located inside the site glass and, held inside a plastic tube, moves with the level of the tank. Should the probes fail, the floating magnets and one of the fixed magnets will meet, causing a circuit to close and the appropriate pumps to either start or stop.

b. Telephone Dialer Malfunctions-Interference

At one system, the automatic telephone dialer malfunctioned by calling the operator only to report that the system "was all clear." Investigation of this problem revealed that interference from the motor control center, caused by electrical spikes, was sending false signals to the dialer. Shielded cable added to the dialer wiring did not help. The dialer was taken out of the MCC and mounted on a nearby wall. This corrected the problem.

It is now known that the microprocessor-based equipment is very sensitive to power spikes. Provisions should be made during design to filter the power supply or to provide a separate smooth power supply to this kind of equipment.

c. Telephone Dialer Malfunction-Undetermined

A big problem in one of the earlier systems has been the inability of the telephone dialers to function properly. Without a dialer, which provides 24-hr/d coverage, problems go unnoticed until the next work day. While this has reduced the amount of overtime significantly, it has also resulted in increased pump run-times. The operating personnel apparently feel that the system is reliable enough (i.e., oversized vacuum pumps can keep up with a valve failure) and valve failures are so infrequent that replacing the dialers cannot be economically justified.

The above rationale may be a case of false economy. Allowing a low vacuum situation to go undetected for hours will result in unnecessary additional run-time of the vacuum pumps. This will result in increased power costs as well as increased wear on major equipment. This increased wear leads to decreased equipment life. A high-wastewater level in the collection tank typically results in total system shutdown until the operator corrects whatever is wrong. With no dialer to notify the operator of this situation, the system may be down for hours at a time. This will lead to waterlogging, which will require a significant labor effort to correct.

Even more serious is the liability potential that exists as a result of damage done by system backups into the customer's homes. For these reasons, telephone dialers are considered to be a necessity in the vacuum station.

3.7.4.6 Extraneous Water Related

a. System Waterlogging

One of the most severe problems that can occur with the collection system is loss of vacuum due to "waterlogging." This occurs when wastewater is admitted to the system with insufficient atmospheric air behind it. This results in ever-decreasing vacuum levels beyond the waterlogged section. This may lead to insufficient vacuum to open the vacuum valves and ultimately to wastewater backup in the home. In most cases, waterlogging is caused by too much liquid (extraneous water) entering the system at one time. This is a very difficult problem to address since it typically is related to illegal, and difficult to find, storm water connections by the customer. An aggressive I/I program during the hookup stage will keep problems such as these to a minimum.

b. Water in Controller-Valve Failure in Open Position
Component defects have been responsible for many of the valve failures in the past. With these failures being drastically reduced by component improvements, one of the remaining ways for a valve to fail is through water in the controller. Water in the controller will prevent it from completing its cycle and the valve will remain open. This problem is more likely to occur with the Model "S" valve than with the model "D" valve.

In either the Model "S" or Model "D" valve, water can enter the controller in two general ways. In the first way, water that is present in the upper valve chamber enters directly into the controller as a result of the controller not being air and/or vacuum tight. A tightness test is normally performed at installation, during the annual preventive maintenance visit, and any time emergency maintenance is performed on the valve. The other possibility is through condensation in the breather tubing. A properly installed breather line, with a drain leading to the valve, will prevent this second case from occurring.

With the Model "S" valve, a third possibility exists. In this case, water comes directly from the lower sump to the controller. The Model "S" valve requires a watertight seal between the upper and lower sections of the valve pit so that a bubble of air can be trapped for use by the valve controller during its cycle. Should the seal be broken and water take the place of air, it will be drawn into the controller by vacuum when the valve cycles.

3.8 System Costs

3.8.1 Construction Costs

3.8.1.1 General

Certain site conditions contribute to the high cost of conventional sewer installation. These include unstable soils, rock, and a high water table. In addition, restricted construction zones or areas that are flat may also result in high construction costs. By using vacuum sewers, the construction costs for these difficult conditions can be reduced. Smaller pipe sizes installed at shallower depths are the prime reasons for this. The uphill transport capability, even when used only to a very small degree, may save many dollars in installation costs. One other major advantage is the extent to which unforeseen subsurface obstacles can be avoided. Each of these considered individually results in lower costs. Considered collectively, they may result in substantial cost savings.

It is not uncommon for a wide range of bids to be received on an engineer's first vacuum project. Contractors unfamiliar with vacuum sewers may bid high simply because of the fear of the unknown (e.g., bid as if the

project were a gravity sewer). Equally possible is a contractor who bid too low because of an underestimation of the effort required (e.g., bid as if it were a water line). Usually the cost is somewhere between these two extremes. Once the contractors have experience constructing vacuum sewers, the spread between low and high bid narrows. It then becomes much easier for the engineer to estimate the construction costs of future projects.

Many factors affect construction cost bids. Material surpluses or shortages, prevailing wage rates, the local bidding climate, geographic area, time of year, soundness of the design documents, and the design engineer's reputation are examples of these. Funding and regulatory requirements also play a part in project cost estimating to the extent that the regulations may be a help or hindrance to the contractor, the client, and the engineer.

Because of the many variables, accurate cost-estimating guidelines are beyond the scope of this manual. The following general guidelines, however, will be of help to the estimator.

3.8.1.2 Piping System

Pipe installation prices are a function of pipe diameter, pipe material, trench depth, and soil conditions. Other factors, such as shoring, dewatering, and restricted construction area conditions will have a large effect on the price.

Piping systems are best estimated using guidance from water system projects built in the same area, if similar materials and specifications are used. The best situation is one where the water line project was designed and construction managed by the same engineering firm as is producing the sewer cost estimate. In this way, projects similarities and differences can be factored into the comparison. If the estimating engineers are not familiar with the project they are obtaining guidance from, they should become familiar with the specifications for that project to rationalize differences between the projects. In some cases, the Associated General Contractors (AGC) can provide helpful insight.

In the absence of better information, Table 3-25 provides estimating data for planning purposes only. This table was prepared by reviewing bid tabulations from numerous projects throughout the United States. Some projects were known to have been built so cheaply that long term performance was questionable. Other projects had unusually stringent specifications or other features that resulted in particularly high costs. Both the high cost and low cost bid tabulations were discarded, leaving mid range averages to produce the table.

Table 3-25. Average Installed Unit Costs (Mid-1990) for Vacuum Sewer Mains and Appurtenances

Item	Unit Cost (\$)
4-in Mains	11.00/LF
6-in Mains	14.00/LF
8-in Mains	17.00/LF
Extra for Mains in A.C. Pavement	5.00/LF
4-in Division Valve	350/ea.
6-in Division Valve	400/ea.
8-in Division Valve	550/ea.
Gauge Tap	50/ea.
Lifts	50/ea.

Table 3-26. Average Installed Unit Costs (Mid-1990) for Valve Pits and Appurtenances

Item	Unit Cost (\$)
Standard Setting	2,300/ea.
Deep Setting	2,500/ea.
Single Buffer Tank	3,000/ea.
Dual Buffer Tank	4,000/ea.
Extra for Anti-Flotation Collar	100/ea.
4-in Auxiliary Vent	50/ea.
External Breather	50/ea.
Optional Cycle Counter	125/ea.

Pipe prices include furnishing and installing the pipe, excavation, bedding, backfilling, compaction, vacuum testing, cleanup, and similar requirements. Not included are allowances for such items as rock excavation, engineering, and administration.

3.8.1.3 Valve Pits

Valve pit prices will vary depending on the type of valve, type of pit, and depth of the pit.

The most common valve pit setting (standard setting) consists of the following:

- Model D-3-in vacuum valve w/controller
- 16 in x 30 in fiberglass tapered sump - 30-in deep
- 27 in x 36 in fiberglass valve pit - 42-in deep
- Pit bottom
- Cast iron frame and cover
- 3-in suction line
- 2-in sensor line
- All piping/tubing hardware
- Grommets for openings
- 4-in gravity stub-out - 6-ft long

Table 3-27. Average Installed Cost (mid-1990) for Vacuum Station

Item	No. Customers	Equipment Cost* (\$)	Building Cost (\$)	Installed Cost (\$)	Total Cost (\$)
Package Station	10-25	50,000	25,000	20,000	95,000
Package Station	25-50	75,000	30,000	25,000	130,000
Package Station	50-150	90,000	40,000	30,000	160,000
Custom Station	100-300	120,000	50,000	40,000	210,000
Custom Station	300-500	140,000	60,000	50,000	250,000
Custom Station	>500	170,000	75,000	75,000	320,000

* Includes Generator

Deeper settings contain the same items, except the 30-in deep sump is replaced by a 54-in deep sump.

Single buffer tanks consist of the following:

- Model D-3-in vacuum valve w/controller
- 4-in diameter concrete manhole - variable depth
- Cast iron frame and cover
- 3-in suction line
- 2-in sensor line
- All piping/tubing hardware
- All pipe support hardware
- 4-in gravity stub-out - 6-ft long

Table 3-26 gives average installed unit prices for the various valve pit settings and appurtenances. The prices include furnishing and installing the valve pit, excavation, bedding, backfill, compaction, vacuum testing, and surface restoration.

3.8.1.4 Vacuum Stations

The price of a custom-designed vacuum station depends very much on the equipment selected, the type of structure it is housed in, and the amount of excavation required.

Equipment cost varies with the capacity required for each component. Equipment for a typical vacuum station includes:

- Vacuum pumps (2)
- Wastewater Pumps (2)
- Generator
- Collection tank
- Reservoir Tank
- Level controls
- Motor control center

A package vacuum station, used for smaller (<250 gpm) projects, includes the above equipment, with the exception of the generator and reservoir tank. This equipment is

assembled, painted and tested at the factory and then shipped on a skid for placement in the building.

Table 3-27 gives average installed prices for both custom-designed stations as well as for package stations. The prices include the equipment (including the generator for all stations), station piping, electrical, excavation, site restoration, and labor.

3.8.2 Estimating Techniques

Most engineers are capable of estimating capital costs in their geographic area of practice once major material component costs are known. Installation cost can be developed by analyzing the effort required to install conventional technology and applying the appropriate modifications to the unit prices to correct for the local site conditions. Using sound engineering practices the engineers should be able to make a fairly accurate estimate of the construction costs. The following steps may be of some value for engineers considering vacuum sewers for the first time:

- Analyze bid tabulations of other vacuum projects. It is desirable to use a project that is in the same geographical area and has similar site conditions.
- Request a set of plans and specifications in order to gain a full understanding of what each bid item includes. Ask about any peculiar or unusual bidding conditions.
- Estimate the cost of the system by applying modified unit prices that take into consideration the locale and site conditions.
- Correct for inflation by applying the appropriate cost index.

Because of the many factors that influence a bid, it is difficult to say if the above procedure will yield information of quantitative value, although qualitative assistance is likely.

Table 3-28. Typical O&M Cost Components

Labor	Normal, preventive, emergency maintenance
Clerical	Billing
Power	Vacuum and sewage pumps
Utilities	Water, phone, fuel
Transportation	Vehicle amortization, fuel, ins.
Supplies/Maintenance	Maintenance contracts
Misc. Expenses	Insurance, professional fees
Equipment	Renewal and replacement (sinking fund)
Future Connections	Set-aside amount (if required)

3.8.3 Operation and Maintenance Costs

The obvious advantage to utilizing vacuum sewers is a savings of capital costs. This savings, however, may come at the expense of higher O&M costs. The question then becomes, "Is the savings of capital cost enough to offset the increase in O&M expenses?" A present worth analysis, where life cycle costs are converted to present values, will answer this question. This analysis, however, is only valid if reasonable capital and O&M cost figures are used.

Because of the relatively new nature of the vacuum sewers, very little historical cost data exist. This is especially true for operation and maintenance costs. This lack of data has led many to the conclusion that vacuum sewers must be O&M intensive. A review of operating records of systems discussed in this chapter suggests that previously published O&M figures may no longer apply. Reasons for this are twofold. First, the previous figures were based on very limited data on a few early systems. Second, component improvements have resulted in significantly fewer service calls and lower O&M costs. These factors require that the previously published data be used only as a knowingly conservative estimate of the state of the art.

Information gathered from the systems that were visited in 1989 was used in the formation of the estimating tables that follow. Data from the Ocean Pines system was not included since this system is not representative of the current state of vacuum technology.

Table 3-28 shows typical O&M cost components.

3.8.3.1 Labor

Labor costs are estimated by multiplying the number of person-hours required by the hourly rate, and adding fringe benefits. The annual person-hour requirements are made up of normal, preventive, and emergency maintenance.

Table 3-29. Person-Hour Estimating Factors

	Low	High	Average
	(Person-Hour/Yr/Valve)		
Normal	0.4	3.9	1.7
Preventive	0.5	1.1	0.7
Emergency	0.2	1.2	0.8
Total	1.6	4.8	3.2

For normal maintenance, an operator is not required 24 hours a day to monitor the system, as the telephone dialer does this for him. However, someone must be available around the clock in case the telephone dialer calls with a problem. In this respect, vacuum systems are unique. Very few problems in a vacuum system can go uncorrected for any length of time without causing a cumulative effect.

The operating entity's overall responsibilities should be considered when estimating the labor costs. For example, the entity may also be responsible for other sewer facilities, or possibly even water facilities. In these cases, operating personnel are usually shared. At the end of the year, the time charged to the operation of the vacuum system most likely will relate exactly to the effort required (e.g., 1 hr/d plus some hours charged to emergency maintenance). If the overall facilities are large enough to warrant different shifts, emergency work most likely will be done without overtime being required.

An entirely different situation exists for the entity operating nothing but a similarly sized vacuum system. Typically, a full-time operator is hired. This person charges 8 hr/d to the maintenance of the system although most days he will spend much less than this. Should a problem develop after normal working hours, he most likely will be paid overtime. Even though both operators will spend the same amount of actual maintenance time, the amount of billed time will be entirely different. The engineer should carefully analyze the client's overall operation, taking into consideration the possibility of shared duties, prior to making an estimate of the labor costs.

Preventive maintenance is usually scheduled to be done by the normal workforce during off-peak working hours. Because of this, preventive maintenance is usually reported as normal maintenance.

Emergency maintenance many times requires personnel after normal working hours. The result is overtime pay. Emergency maintenance typically requires two operators or one plus an assistant.

Table 3-29 presents a range of person-hours required per year as a function of the number of vacuum valves. As such, the values shown should be considered as realistic values for new systems with proper design, construction, and operation.

When a full-time operator is to be hired, regardless of anticipated workload, the values in Table 3-20 should not be used. In this case, the estimated annual person-hour requirements should include the full-time hours of employment plus an estimate of the overtime (emergency maintenance) hours, taking into consideration overtime work generally requires two people. No allowance is needed for normal or preventive maintenance since these can be performed during normal working hours.

The following equation can be used to estimate annual labor hours for the case of a full-time operator. This equation assumes a 40-hr workweek and that 50 percent of the emergency maintenance will occur during normal working hours.

$$2080 \text{ hr/yr} + (0.5 \times \text{EMF} \times \# \text{ valves} \times 2)$$

Where,

EMF = Emergency Maintenance Factor from Table 3-29

As an example, a system with 200 valves and an average EMF (0.8 hr/yr/valve) would yield an annual labor requirement of $2,080 + 160$, or 2,240 hr. Given the range of EMF from Table 3-29, this requirement could vary from 2,120 hr to 2,320 hr.

3.8.3.2 Clerical

This item includes wages for the clerical staff. Also included would be the billing costs such as envelopes and stamps. Like labor costs, the value of this item most likely will depend on whether the operating entity has an existing, ongoing operation which requires office staff. If so, the costs would be limited to the direct billing expenses only.

3.8.3.3 Power

Power is required for the vacuum pumps, the wastewater pumps, and the heating and lighting of the vacuum station. Once the design is completed, it is possible to accurately estimate the annual power consumption.

Power costs for both the vacuum and wastewater pumps are estimated by using the following general equation:

$$P = 0.746 T H C$$

Table 3-30. Vacuum Station Power Consumption Estimating Factors

Low	High	Average
	(kWh/Yr/Customer)	
160	460	250

where:

P = Annual power cost (\$)
T = Time of operation (hr/yr)
H = Horsepower
C = Cost of electricity (\$/kWh)

This equation does not include any surcharge the power company may assess on peak demands. The local rate structure of the power company should be analyzed and an appropriate surcharge estimated.

The capacity of the vacuum pumps, and the resulting horsepower requirements, can be determined by using the equations in Section 3.4. Likewise, the run-time of the vacuum pumps can also be determined. An allowance, typically an additional 10-20 percent should be made in the run-time to account for leaks, breaks, and valve failures.

The capacity of the wastewater pumps and the resulting horsepower requirements were discussed previously. Daily run-time can be estimated by dividing the average flow (gpd) by the normal discharge rate (gpm) and again by 60 to convert the units. Annual run time is then computed by multiplying the result by 365.

There are also power costs for heating, ventilation, and lighting at the vacuum station, which generally amount to less than \$50/month.

For planning purposes, values shown in Table 3-30 can be used to estimate the annual power consumption for the entire vacuum station.

It should be noted that the high factor shown in Table 3-30 was for a early vacuum system. The average figure is a more accurate representation of the power requirements of recent vacuum systems.

3.8.3.4 Utilities

Utilities at the vacuum station generally include water, telephone, and fuel. Water may be required for sinks, hose bibs, or toilets. A telephone is required for the fault monitoring system. Some systems make use of cellular phones, while others use radio communications rather than a telephone. Fuel may be required for the standby

generator. The cost of these utilities generally is less than \$50/month.

3.8.3.5 Transportation

Vehicle expenses to maintain the system will be incurred. For estimating purposes, a mileage rate multiplied by the estimated annual miles will suffice. This rate should include vehicle amortization, depreciation, taxes, and similar expenses. Mileage will be required for the following tasks:

- Daily visits to the vacuum station
- Annual visits to valve pits for preventive maintenance
- Periodic emergency maintenance

3.8.3.6 Supplies/Maintenance

As with a conventional system, certain supplies will be required. Restocking of spare parts and inventory is included in this item, as are oil, fuses, charts, and chart pens. Initial purchase of items on quantity discount should be maximized to take advantage of the lower unit costs when compared to subsequent prices for replacement.

Service contracts for emergency generators, as well as fuel for the generators, may also be included in this item.

3.8.3.7 Miscellaneous Expenses

Miscellaneous expenses include insurance and maintenance on the system structures as well as professional services (engineering, accounting, legal) that may be required during the year.

3.8.3.8 Equipment Renewal and Replacement

An annual set-aside account should be established to generate sufficient funds for major equipment renewal and replacement. The annual cost is estimated by dividing the replacement cost by the useful life. This amount is generally set aside in an interest bearing account until needed. Present dollars can be used in the estimate since the interest earnings most likely will offset inflation. Alternative methods dictated by regulatory agencies also can be employed.

Table 3-31 lists the major equipment items and their useful life.

3.8.3.9 Future Service Connections

The costs of future service connections may have to be included in the O&M budget. Unlike conventional systems, where a future connection may be relatively inexpensive, a future vacuum connection can be quite costly. The costs of a valve, valve pit/sump, fittings, pipe, and labor may exceed \$2,000.

Table 3-31. Typical Renewal and Replacement Factors for major Equipment

Item	Useful Life (yr)
Vacuum Pumps	10
Sewage Pumps	10
Vacuum Valve rebuild	6
Misc. Station Equipment	10

Most systems that were visited simply charge the future customer the cost of the connection. This does not appear to be a problem, since most new houses would have a similar expense for an on-lot system. In this case, the annual operating budget does not have to include a line item for future service connections.

In West Virginia, however, this is not the case.⁶ Sewer utilities are regulated by a Public Service Commission. This agency hesitates to approve a tap fee greater than \$250, regardless of the type of system. For this reason, the operating entity must include the cost of future connections in their rate package as an annual set-aside. The total installation cost is discounted by the \$250 tap fee and multiplied by the number of estimated annual future connections. Since some future customers may be able to connect to an existing valve pit, a sharing factor may be applied. This method requires present customers to subsidize the cost of future connections.

A modification of this concept includes prefinancing a set amount of future connections in the construction capital budget, and adjusting the annual set-aside amount accordingly. An example calculation of this set-aside amount follows:

No. vacuum customers	140
No. vacuum valves	110
Sharing factor, percent	78
20-year growth rate, percent	15
Cost of new service, \$	2,000/ea
Tap fee, \$	250/ea
No. prefinanced connections	8
Net cost of connection, \$	$2,000 - 250 = 1,750$
Total set-aside required, \$	$1,750 \times 8 = 14,000$
Annual set-aside required, \$	$14,000/20 = 700$

3.8.4 User Charge Assessments

To generate sufficient revenues to offset expenses, the operating entity must develop a user charge system. Components of the annual budget are:

- O&M expenses
 - Labor
 - Clerical

Table 3-32. Annual Budget Example

	Vacuum	Pressure/Gravity	Treatment Plant	Total
O&M				
Labor	3,500	2,000	14,300	19,800
Clerical	460	540	0	1,000
Power	2,200	2,000	6,900	11,100
Utilities	750	500	750	2,000
Transportation	1,400	200	400	2,000
Supplies/Maintenance	1,500	200	1,630	3,330
Miscellaneous Expenses	1,000	500	2,000	3,500
Chemicals	0	0	1,200	1,200
Equipment Replacement/Repair	1,600	3,100	2,200	6,900
Future Service Connection	700	65	0	1,350
Total O&M	13,110	9,690	29,380	52,180
Debt Service	16,655	16,655	11,710	45,020
Total Annual Budget	\$29,765	\$26,345	\$41,090	\$97,200

- Power
- Utilities
- Transportation
- Supplies/Maintenance
- Miscellaneous Expenses
- Equipment Renewal and Replacement
- Future Service Connection
- Debt Service

There are different methods of developing rates. A common method includes a charge based on metered water consumption, with a flat rate for nonmetered users. The rate structure may be the same for all levels of usage, or may decline as water use increases. Others simply charge a flat rate for all users. No matter what system is used, the rates must be sufficient to generate the required revenue.

Most tariffs include provisions for tap fees. These generally cover initial users of the system as well as future users. The initial tap fees are generally used to cover startup expenses. Tap fees for future connections are used to offset all or part of the actual cost to make the connection.

As an example, the projected annual operating budget of a project in West Virginia¹ is presented in Table 3-32. This project is scheduled for construction in 1991, with

operation to begin in 1992. The project consists of a hybrid collection system (vacuum, pressure, and gravity) and a treatment plant.

General Project Information for Annual Budget Example:

	Vacuum	Pressure/Gravity	Treatment Plant	Total
Const. Costs, \$	1,000,000	1,000,000	750,000	2,750,000
No. Connections	140	160	300	300

3.9 System Management Considerations

3.9.1 Homeowner Responsibilities

Use of the system should comply with requirements of the user ordinance. Typical requirements include that the homeowner should not drive or build over the tank, and should protect the facilities from damage. Discharge of flammables, acids, excessive amounts of grease, sanitary napkins, or other non-wastewater items is discouraged. This requirement differs little from user ordinance requirements for conventional sewers. Proper use of the system results in lower user charges and improved reliability.

3.9.2 Sewer Authority Responsibilities

Once all customers are connected, the Authority is focused on providing reliable, efficient service to their

customers. To achieve this, the operating personnel must be capable, dependable, and knowledgeable. Of utmost importance is attitude. An operator that does not believe in the system will ultimately cause the system to operate below its potential, in terms of reliability and costs. Conversely, one with a good attitude uses creativity to get more out of the system than was originally planned.

To operate any system at a high level of efficiency requires a Sewer Use Ordinance. This document sets consistent rules for all users to follow. Included are material specifications for the building sewer, minimum slope requirements, and vent locations. Of extreme importance to the Authority is a limitation of use of the vacuum sewer to sanitary wastes only, as extraneous water will cause operational problems.

An active program for the identification of extraneous water sources should be developed. This may include smoke testing and dye testing. To identify and quantify sources of extraneous water, the Authority can take advantage of an integral feature of a vacuum system: the cycle counter. This device, when connected to the valve, will record the number of times the valve opens in a given period. Knowing that each cycle is approximately 38 L (10 gal), the Authority can estimate, based on water consumption records, the minimum number of cycles expected over that period. A count much in excess of the expected may be a sign of extraneous water. To quantify the amount, the number of cycles is multiplied by 38 L (10 gal) and compared to the water consumption. Listening to the auxiliary vent for sounds of running water when no wastewater-generating activity is taking place may also provide clues for sources of extraneous water.

The Authority also is responsible for future extensions of the system. This includes proper planning, design, and construction of such extensions. Finally, future connections to the existing system are made by the Authority in accordance with the provisions of the Sewer Use Ordinance.

3.9.3 Other Entities

During the planning, design, and construction of sewer systems, there are many different entities involved. Two of these are regulatory agencies and the engineer. It is during these times that many decisions are made and details finalized. Often, these entities view the startup of a system as their final involvement. While this attitude is understandable, it is not acceptable. Continuing involvement is needed to help develop an experience base with newer systems which permits intelligent applications in the future.

The engineer should spend a significant amount of time during the startup of the system. Tests should be run and problems simulated to see if the system is operating as designed. Periodically, the operating records should be analyzed for budget sufficiency purposes. Problems and their solutions should be recorded. In short, the engineer should use the operating experience of the system to help develop improvements in future designs.

Likewise, regulatory agencies should follow up on the operation of a new system. Information on problems, including causes and the remedies, should be gathered. Cost data should be obtained. This type of information can then be used for future projects.

It is this present lack of information that causes many engineers and regulatory agencies to shy away from a new technology. It has become easier to be conservative, and hence unduly critical, rather than to learn the details of a new technology, no matter how cost-effective.

3.10 References

When an NTIS number is cited in a reference, that reference is available from:

National Technical Information Service
5285 Port Royal Road
Springfield, VA 22161
(703) 487-4650

1. R. Naret. *Vacuum Sewers: Construction and Operation Experience*. Presented at the 1988 ASCE Water Resources Planning Management Conference in Norfolk, VA.
2. AIRVAC Design Manual, Rochester, IN., 1989.
3. O.F. Robles. *Operation and Maintenance Manual for the Ohio County Public Service District*, 1990.
4. *Alternatives for Small Wastewater Treatment Systems*. EPA/625/4-77-011, NTIS No. PB-299608. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 1977.
5. J.W. Rezek and I.A. Cooper. *Preliminary Report on Vacuum Sewer System at Lake of the Woods, VA., Volume 1: Hydraulic Field Test Program*. Report prepared for Lake of the Woods Service Company and Utilities, Inc., Henry, Meisenheimer and Gende, Inc., Libertyville, Illinois, November 1974.
6. Cerrone & Associates, Inc. *Union Williams Public Service District, Final Engineering Report*. January 1990.

CAPITULO 3

Sistemas de alcantarillado por vacío

3.1 Introducción

La aceptación y el uso de sistemas alternativos de recolección de aguas residuales han crecido considerablemente en los últimos 20 años. Una de estas alternativas, el alcantarillado al vacío, ha sido utilizado en Europa desde hace más de 100 años. Sin embargo, ha sido sólo en los últimos 25 años o más que el transporte al vacío ha sido utilizada en los Estados Unidos.

En este período de tiempo, se han realizado mejoras significativas en los componentes del sistema. Además, la experiencia con sistemas operativos ha llevado a los avances en el diseño, construcción y técnicas operativas. Todos estos factores han contribuido a que el Sistema de alcantarillado al vacío sea confiable, una alternativa rentable para el transporte de aguas residuales".

Alcantarillado al vacío es un sistema mecanizado de transporte de aguas servidas. A diferencia de flujo por gravedad, utiliza el diferencial de presión de aire para mover las aguas residuales. Se requiere una fuente central de energía para el funcionamiento de las bombas al vacío para mantener el vacío en el sistema de recolección (Figura 3-1). El sistema requiere normalmente una válvula de interfaz cerrada al vacío/gravedad en cada punto de entrada para sellar las tuberías de manera que se mantenga el vacío. Estas válvulas, se abren cuando una cantidad determinada de aguas residuales se acumula en el sumidero de recolección. La presión diferencial resultante entre la atmósfera y el vacío se convierte en la fuerza motriz que impulsa las aguas residuales hacia la estación de vacío.

Un sistema al vacío es muy similar a un sistema de distribución de agua, sólo el flujo es opuesto (Figura 3-2).² Esta relación estaría completo si la válvula de vacío se abría manualmente, como un grifo de agua. Con un apropiado diseño, construcción y operación de un sistema al vacío puede ser hecho para aproximarse a un sistema de agua en términos de confiabilidad.

La elección del tipo de sistema de recolección es usualmente realizado por el ingeniero de consultoría durante las etapas de planificación de un proyecto de las instalaciones de aguas residuales. Esta elección es el resultado de un análisis de costo-efectividad. Donde el terreno es aplicable para un sistema de gravedad, el sistema al vacío muchas veces ni siquiera es considerada. Mientras que la gravedad podría ser rentable en estas situaciones, muchos pequeños factores considerados colectivamente, puede resultar que un

sistema al vacío sea la elección correcta. Los alcantarillados al vacío deberían considerarse cuando existan una o más de las siguientes condiciones:

- Suelo inestable
- Terreno plano
- Superficie de terreno ondulado (Colinas, valles) con muchos pequeños cambios de elevación.
- Napa freática alta
- Condiciones de construcción restringidas.
- Rocas.
- Desarrollo urbano en las zonas rurales

La ventaja de estos sistemas pueden incluir reducciones sustanciales en el uso del agua, los costos de material, costos de excavación, y gastos de mantenimiento. En resumen, hay un potencial para la rentabilidad costo-efectividad. En concreto, las siguientes ventajas son evidentes:

- Los pequeños tamaños de tubos, generalmente de 7,5, 10, 15 y 20 cm (3, 4, 6, 8 pulgadas) son utilizadas.
- Buzones no son necesarios.
- Los cambios en el terreno pueden ser fácilmente vistos como obstáculos subterráneos ya que pueden ser evitados, atravesando por encima, debajo o alrededor de ellos.
- A poca profundidad de instalación elimina la necesidad de una amplia excavación zanjas profundas, reduciendo los costos y el impacto medioambiental.
- Alta limpieza por las velocidades alcanzadas, reduciendo el riesgo de bloqueos y manteniendo las aguas residuales aireados y mixtos.
- Característica exclusiva del sistema es eliminar la exposición del personal de mantenimiento por el riesgo del gas H₂S.
- El sistema no permitirá importantes fugas pasen desapercibidos.
- Sólo una fuente de energía, se requiere para la estación del vacío.
- La eliminación de infiltración permite una reducción del tamaño y el costo de la planta de tratamiento.

La historia de la tecnología del alcantarillado al vacío se examina en el Capítulo 1. Las diferencias en la filosofía del sistema, conceptos de diseño, componentes del sistema y enfoques de marketing de cuatro fabricantes son discutidos. Cada una de estas empresas han hecho contribuciones significativas a la industria del sistema al vacío. Actualmente, casi todos los sistemas en funcionamiento en los Estados Unidos son sistemas AIRVAC. Por esta razón, el resto de este capítulo se centra en ese enfoque. Esto de ninguna manera representa un endoso de ese sistema, sino que simplemente refleja el estado actual del arte del alcantarillado al vacío. De hecho, al menos un competidor ha entrado recientemente en el mercado estadounidense. Dicho fabricante, Iseki, utiliza un enfoque similar al AIRVAC.

3.2 Plan de sistema y Vista de elevación

La figura 3-3 muestra un plano y vista de perfil de un típico alcantarillado al vacío. La figura 3-4 muestra un plano y vista de perfil típico de una arqueta.

3.3 Descripción de los componentes del sistema.

Un sistema de alcantarillado al vacío consta de tres componentes principales: el servicio, la colección principal, y de la estación de vacío.

3.3.1 Servicios

Los servicios en un sistema al vacío constan de los siguientes componentes:

- Válvula de vacío
- Rejillas de ventilación auxiliar
- Arqueta/sumidero, o
- Tanque colector

La válvula de vacío proporciona la interfaz entre el vacío en la tubería de recolección y el aire atmosférico en la construcción de alcantarillas. El sistema al vacío en la tubería de recolección se mantiene cuando la válvula está cerrada. Con la válvula abierta, el sistema al vacío evacua el contenido del sumidero. La válvula son completamente neumáticas y tiene un tamaño de apertura de 7,5 cm (3") por diseño. Algunos Estados han hecho que este sea un requisito mínimo, así mismo coincide con el diámetro de la garganta de los WC estándar.

Arquetas y sumideros son necesarios para aceptar los desechos de la casa. Estas pueden consistir en una configuración con dos cámaras separadas. En estos casos, la cámara superior alberga la válvula de vacío y la cámara inferior es el sumidero en el cual la alcantarilla del edificio es conectado. Estas dos cámaras se sellan el uno del otro. La válvula de combinación arqueta/sumidero es hecho de

Fibra de vidrio, y es capaz de soportar cargas de tráfico. Para profundizar en la configuración, la arqueta/sumidero de fibra de vidrio puede ser sustituida por un buzón de hormigón en la que la válvula de vacío está montada. En este arreglo, existe solamente una cámara. Tanque colector se utilizan para grandes clientes o cuando una presión/vacío o gravedad/interface de vacío es deseado, como sería el caso con un sistema híbrido.

A 10 cm (4") de ventilación auxiliar instalada en el lateral de servicio del propietario, después de todas las trampas de la casa (Figura 3-5). Esta ventilación es necesaria para proporcionar el volumen de aire que seguirá las aguas servidas hacia la red principales. Esto también evita el problema de la falta de ventilación de la casa que es el resultado de las trampas de evacuación en previas instalaciones. "Algunas entidades operativas requieren el respiradero al estar situado cerca de una estructura permanente para la estética y por razones de protección. En climas donde las temperaturas caen por debajo del punto de congelación, esta ventilación debe colocarse a una distancia mínima de 6 m (20 pies) desde la arqueta. De esta manera, el calor de las aguas residuales actúan como un calentador el aire atmosférico de congelación, reduciendo así la posibilidad de congelación de algunos de los componentes de la válvula.

3.3.2 Colección Red Principal

La red de tuberías de la colección consta de los siguientes componentes:

- El tubo
- Montaje
- Ascensores (saltos)
- Válvulas de división

La red de tuberías está conectada individualmente a la arqueta y el tanque colector. S40, SDR 21 y SDR 26 Tubo de PVC se han utilizado, con SDR 21 es el más adecuado y más comunes. La soldadura disolvente y empaquetaduras han sido utilizados. La experiencia ha demostrado que hay menos problemas con la empaquetadura tipo tubo. Donde la empaquetadura del tubo que es usado, deben estar certificadas para su uso en condiciones de vacío. Tubo de HDPE también ha sido utilizado en Europa. Los tamaños típicos incluyen 7,5, 10, 15 y 20 cm (3, 4, 6, 8 in) en el tubo.

Montajes de PVC a presión son necesarios para el cambio de dirección, así como para el traspaso de las conexiones de la línea de servicio a la línea principal. Estas conexiones pueden ser soldadas o selladas. De nuevo, la tendencia reciente es para evitar la soldadura cada vez que sea posible.

Ascensores (saltos) o cambios en el perfil vertical, se utilizan para el transporte de líquido cuesta arriba. Estos ascensores son generalmente realizados en una moda

de diente de sierra. Un único ascensor consta de dos montajes de 45 grados conectado con un tramo corto de tubo (Figura 3-6).

Desde que las alcantarillas al vacío están expuestas a las entradas de energía repetidamente; el movimiento de la tubería es posible si no se sigue una instalación apropiada. Los primeros sistemas utilizaron hormigón en bloques de empuje en cada conexión. Sistemas más recientes han sido instalados sin bloques de empuje de hormigón. La teoría detrás de esto es que la presión es hacia adentro y no hacia afuera, como sería el caso en una situación de presión positiva. Sin embargo, una preocupación más importante es que cada montaje es un punto de posible fallo en conjunto. El fallo del montaje puede ocurrir debido a la trinchera en lugar de asentamiento de empuje. Por este motivo, el cuidado debe ejercerse en la relleno y operaciones de compactación. El relleno de material granular cubriendo el montaje, junto con la compactación mecánica, es un deber si el bloqueo de empuje será eliminado. Si se utiliza el bloqueo de empuje, una delgada membrana plástica debe cubrir el tubo antes de verter el hormigón.

Válvulas de división se usan para fines de aislamiento durante la solución de problemas. Ambas conexiones y válvulas de compuertas de cuña elástica han sido utilizadas. Los sistemas recientes han incluido llave de medición instalados justo con la corriente (flujo) de la válvula división. Esta llave de medición permite a una persona solucionar problemas sin tener que comprobar el vacío en la estación. Esto reduce considerablemente los gastos de mantenimiento de emergencia, tanto desde el punto de vista de tiempo y mano de obra. Por lo tanto, esta llave de medición es recomendado.

Diferentes métodos de identificación de la ubicación del tubo han sido utilizados. Estos incluyen cinta metálica para trazar en la parte superior de la zanja, y codificación de color de la tubería.

3.3.3 La Estación de vacío

Estaciones de vacío funcionan como instalaciones de transferencia entre un punto central de recogida de todas las tuberías de las alcantarillas al vacío y una línea presurizada que conduce directamente o indirectamente hacia un centro de tratamiento." Los siguientes componentes que incluyen en la estación al vacío (Figura 3-7).

- Bombas de vacío
- Las bombas de aguas residuales
- Generador
- El tanque colector
- Tanque de reservorio
- Controles
- Centro de control de motores
- Registrador gráfico

• Sistema de monitoreo de falla

Las bombas de vacío son necesarias para producir el vacío necesario para el transporte de líquidos. El historial de funcionamiento de las alcantarillas al vacío indica que el rango de funcionamiento óptimo es de 40-50 cm (16-20 pulg.) Hg. Las bombas, sin embargo, debe tener la capacidad de proporcionar hasta 63 cm (25 pulg.) Hg como este nivel es a veces necesario en el proceso de resolución de problemas.

El exceso es un requisito mínimo con cada bomba capaz de proporcionar el 100 por ciento del flujo de aire (CFM).

Bombas de vacío puede ser de tipo anillo – líquido o paletas rotativas. Una bomba de vacío de anillo líquido utiliza un líquido de servicio como un medio de cierre entre un desplazamiento del hélice y la carcasa de la bomba. Como el hélice gira, el líquido de servicio es forzado contra carcasa exterior de la bomba por la fuerza centrífuga, y el aire es comprimido y forzado fuera del tubo de descarga por la acción de líquidos excéntricos. El vacío se crea a medida que mas se aspira aire para ser comprimido. Cuando la bomba de anillo liquid son usadas, el aceite es recomendado como el sello líquido. Desde que el servicio liquido continuamente circula cuando la bomba en operacion, un tanque de líquido de servicio debe ser proporcionada. Los tanques están equilibrados con una salida al exterior. Desde que el servicio liquid lleva una cantidad considerable de calor lejos de la bomba, un intercambiador de calor es necesaria.

Bomba de vacío de paletas deslizantes también pueden ser utilizados. Para estos tipos de bombas se requiere un filtro de aire. Este filtro está situado en la línea de admisión entre el tanque de reservorio y la bomba al vacío para extraer las partículas del material que podría causar un excesivo desgaste del hélice si se introduce en el espiral de bomba. El uso de bombas al vacío de paletas deslizantes ha aumentado recientemente. La razón para esto es el menor consumo de energía necesaria para una determinada capacidad de la bomba. En el lado negativo, ha habido problemas reportados con la vulnerabilidad de estas bombas, el líquido debe transportarse en ellos. En esta situación, las bombas deben ser puestos fuera de servicio para extraer el líquido; el resultado es una reducción de su vida útil. Por el contrario, la bomba de anillo líquido normalmente puede soportar un accidente de este tipo con muy poco daño. Precauciones de diseño, como una conexión de la válvula controlada eléctricamente entre el tanque colector y reservorio, pueden añadirse al sistema de tuberías para proteger bombas de paletas deslizantes.

Las bombas de aguas residuales son necesarios para transferir el líquido que se extrae en el tanque colector por las bombas al vacío a su último punto de eliminación

. Bombas de pozo seco han sido ampliamente utilizado, aunque las bombas de aguas residuales sumergibles situado sobre rieles de guía dentro del tanque colector puede ser utilizado como una alternativa. La bomba usada con mayor frecuencia ha sido de tipo inatascables. La redundancia necesaria, con cada bomba capaz de proporcionar el 100 por ciento de la capacidad de diseño. Los controles level están configuradas para un mínimo de 2 minutos de tiempo de funcionamiento de la bomba para evitar el exceso de arranque de la bomba y el consiguiente aumento del desgaste. Las bombas deben tener válvulas de cierre en tanto las tuberías de succión y descarga para permitir la extracción durante el mantenimiento sin afectar el nivel de vacío.

Las válvulas de retención se utilizan en cada línea de descarga de la bomba y en un colector común después de las líneas de descarga se unieron a ella. Líneas compensadoras, compuesto de PVC transparente de diámetro pequeño tubo que conecta la bomba de descarga del tanque de colector, normalmente se requieren². El propósito de estas líneas es para extraer el aire de la bomba y para igualar el vacío entre las hélices. Además, se evitará la pérdida de la principal, de haber una fuga en la válvula de retención. Desde esta instalación, resultará en una pequeña parte del flujo de descarga se recircula al tanque colector, una disminución neta de los resultados de la capacidad de la bomba.

En algunos diseños recientes, igualando las líneas han sido eliminadas mediante el uso de bombas de aguas residuales horizontales con un continuamente inundados de succión. Esto se logra mediante el uso de una válvula de retención de bola en la tubería de aspiración de la bomba entre el depósito de recogida de aguas residuales y las bombas. Antes de usar este concepto, el diseñador debe sopesar cuidadosamente si los ahorros de costos de bombeo son lo suficientemente importantes como para poner en riesgo la posibilidad de

fracaso de la bola-Verificar y los problemas que podrían surgir.

Las bombas de aguas residuales son normalmente ubicado en una elevación significativamente por debajo del tanque de recogida para minimizar el calor de succión neta positiva (NPSH) requisito. Junto con los requisitos de NPSH, cabezales de bomba se aumentó de 7 m (23 pies) para compensar el vacío del depósito. Ambas bombas verticales y horizontales pueden ser utilizados.

Materiales de construcción para incluir las bombas de hierro fundido con ejes de acero inoxidable, mientras que el aluminio, bronce, latón y deben ser evitados. Embalaje de fibra no es recomendable. Sellos mecánicos dobles que son adaptables al servicio de vacío² debe ser utilizado.

Un generador de reserva es un deber. Asegura el funcionamiento continuo del sistema en caso de una interrupción de energía. Los generadores estándar que han sido utilizados en otras aplicaciones de aguas residuales están disponibles en una variedad de fabricantes.

Las aguas residuales se almacenan en el depósito de recogida se acumula hasta un volumen suficiente, momento en el que el depósito es evacuado. Es un sellado hermético vacío vasija hecha de fibra de vidrio o acero. Tanques de fibra de vidrio son generalmente más caros, pero no requieren mantenimiento periódico (pintura) de un depósito de acero. La pintura puede ser necesario cada 5-6 años. Depresión, producida por las bombas de vacío, se transfiere al sistema de recogida a través de la parte superior de este depósito. La parte del depósito por debajo de la inversión de las líneas de la colección entrante actúa como el húmedo bien. Una escotilla atomillada proporciona acceso al depósito si es necesario.

La mayoría de los tanques de recolección están situados a baja altitud relativa a la mayoría de los componentes de la estación de vacío. Esto minimiza la elevación necesaria para las aguas residuales para entrar en el tanque de recogida, ya que las aguas residuales deben entrar en o cerca de la parte superior del depósito para asegurar que el vacío puede ser restaurada anterior. Muchas veces esto se traduce en un profundo sótano requeridas en la estación de vacío.

Un depósito de vacío está situado entre las bombas de vacío y el tanque de recogida. Tiene tres funciones: 1) para reducir el arrastre de humedad en las bombas de vacío; 2) para actuar como un depósito de emergencia; y 3) para reducir la frecuencia de la bomba de vacío arranca.³ Al igual que el tanque de recogida, puede ser hecha de fibra de vidrio o acero.

Las bombas de vacío están controlados por interruptores de vacío situado en el depósito. Nivel de funcionamiento habitual es de 40-50 cm Hg (16-20) con una alarma de nivel bajo de 35 cm (14 in.) Hg. Las bombas de aguas residuales son controlados por una sonda(s) situado en el interior del tanque de recogida. Un método incluye el uso de siete sondas, una para cada uno de los seis puntos establecidos del ciclo de bombeo y uno de tierra. Otro método se basa en un único sondeo que es capaz de supervisar todos los puntos de ajuste. Estas sondas están la capacitancia-tipo inductivo. Ellos requieren un transmisor/ transductor para enviar una señal de 4-20 mA para el panel de control.

El centro de control de motores alberga todos los arrancadores de motor, sobrecargas, circuitos de control y el medidor de horas de funcionamiento para cada bomba de vacío y de aguas residuales. El registrador gráfico vacío, tanque de recogida relés de control de nivel y un marcador de teléfono también están normalmente situados en el centro de control de motores.

Manómetros de vacío se usan en todas las líneas entrantes, así como en la recogida y el depósito. Su finalidad es permitir que el operador pueda supervisar el sistema. Estos indicadores son muy importantes en los procedimientos de solución de problemas. Registradores de gráficos tanto para las bombas de vacío y alcantarillado son necesarios para que el sistema las características pueden ser establecidos y supervisados. Como manómetros, estas grabadoras son vitales en el proceso de resolución de problemas.

Un fallo del sistema de vigilancia es necesaria para alertar al operador de cualquier irregularidad, tales como un bajo nivel de vacío. Estos sistemas pilotar un marcador telefónico automático. Hay una serie de fabricantes que tienen este tipo de equipos.

Para sistemas pequeños de una estación sobre patines está disponible.³
Esta unidad contiene todos los componentes de un vacío típico
Estación y debe ser instalado dentro de una estructura protectora.

3.4 Consideraciones de diseño del sistema

3.4.1 Sistema Hidráulico

La discusión de la sección 2.4.1 es igualmente adecuado para las alcantarillas al vacío. AIRVAC 7,5 cm (3") las válvulas tienen una capacidad de 2 US (30 gpm) cuando está conectado a 15 cm (6 pulg) o de mayor tamaño, asumiendo el vacío necesario, 13 cm (5 pulg Hg), está disponible en el sitio de la válvula.² Para lograr esta capacidad con el normal de 38 L (10 gal) ciclo de descarga con un promedio de tiempo de apertura de la válvula de ajuste de 6 segundos, una válvula de vacío sería necesaria para abrir y cerrar 3 veces/minuto, con un "resto" de sólo unos 15 segundos entre ciclos. Esto no puede presentar un problema con una válvula que está relativamente cerca de la estación de vacío conectado a 15 cm (6 pulg) principal. Existe una situación diferente para una válvula en el extremo lejano del sistema que está conectado a una de 10 cm (4 pulg) principal. Respuesta de vacío (la capacidad del vacío main para recuperarse rápidamente en el mismo nivel de vacío que existía antes del ciclo) es de absoluta importancia en vacío diseño de alcantarillado. Respuesta de vacío es una función de la longitud de línea, diámetro de tubería, número de conexiones y la cantidad de elevación en el sistema.

Debe existir una situación que es motivo de preocupación, el diseñador debe considerar el uso de un tanque de amortiguación para atenuar los caudales máximos. En este caso, la idea no es para la válvula para mantener flujo entrante, pero rather to utilizar volumen de reserva del tanque para evitar copias de seguridad hasta que la válvula es capaz de vaciar el depósito.

Caudales de diseño son caudales máximo previsto para ocurrir una o dos veces al día, y se utiliza para el tamaño de los colectores de vacío, así como los diversos componentes de la estación de vacío. Las tasas de flujo instantáneo en exceso de flujos de diseño puede ocurrir en determinadas situaciones. El capítulo 2 describe diversos estudios del flujo versus unidades de vivienda equivalente (EDUs). La ecuación foresti apareamiento flujo de diseño basado en el número de hogares que se sirve es como sigue:

$$Q = + B$$

Donde:

Diseño de flujo (gpm)
Un coeficiente seleccionado por el ingeniero, típicamente 0.5
Número de EDUs
Un factor seleccionado por el ingeniero, normalmente 20
En la forma habitual, es la ecuación $Q = 0.5N + 20$, pero puede Variarse a cuenta por anticipado a la utilización del agua, alta

Permitir un mayor factor de seguridad, y para permitir algún tipo de infiltración y afluencia (1/1).

El término "velocidad" de auto limpieza referstotheflowvelocity necesaria para transmitir sólidos junto con el portador de agua. Mantener una canalización sin obstáculos, la velocidad debe ser suficiente para el transporte de arena que pueden estar presentes en las aguas residuales, evitar que la grasa enchapado en la corona del tubo, y la socavación (resuspender) previamente cuestión resuelta. Esta velocidad es generalmente de 60-90 cm/s (2-3 fps).

Líquido tangencial velocidades en la cloaca de vacío típico son 4.6-5.5 m/s (15-18 fps), obviamente muy por encima del mínimo requerido para la autolimpieza. Una afirmación habitual de los fabricantes de componentes de alcantarillado por vacío es que nunca ha habido una obstrucción informó en un sistema de vacío. Ciertamente o no, las altas velocidades de transporte sugieren que la probabilidad de bloqueos que ocurren son remotas.

Una comprensión del proceso de transporte de vacío es necesitado por el diseñador del sistema. Con el perfil de diente de sierra, y mientras no están en funcionamiento, las válvulas de vacío no tiene lugar el transporte de aguas residuales. Todas las aguas residuales de las alcantarillas restante recaerá en los puntos bajos. Desde las aguas residuales no sellará el diámetro interior del tubo en estas condiciones estáticas, poco se experimenta la pérdida de vacío en todo el sistema cuando es bajo o ningún flujo está ocurriendo.

Cuando un volumen suficiente de las aguas residuales se acumula en el cárter inferior, la válvula de vacío ciclos. La presión diferencial que existe entre el desagüe principal y ambiente obliga al sumidero en el contenido principal. Mientras se acelera, las aguas residuales se rapidlytransformed en espuma y pronto ocupa sólo una parte de la sección transversal del tubo de forma que la transmisión del impulso desde el aire al agua se lleva a cabo principalmente mediante la acción de tensiones de cizallamiento. La magnitud de las fuerzas propulsoras comienza a disminuir notablemente cuando se cierra la válvula de vacío, pero sigue siendo importante a medida que el aire continúa creciendo dentro del tubo. Eventualmente, la fricción y la gravedad llevar las aguas residuales a descansar en un lugar bajo. Otro ciclo de la válvula, en cualquier ubicación anterior del punto bajo, hará que esta agua residual para continuar su movimiento hacia la estación de vacío'.

Sistemas de vacío están diseñados para funcionar en dos fases (aire/líquido) fluye con el aire de ser admitido para un período de tiempo el doble que la del líquido. Tiempo

de apertura de la válvula AIRVAC es ajustable; por lo tanto, distintas proporciones de aire líquido son alcanzables.

Normalmente, las bombas de vacío están configurados para funcionar en 40-50

Cm (16-20) en el Hg de vacío. La Depresión mínima de 40Cm (16 in.) Hg se traduce en una pérdida de cabeza total disponible de 5,5 m (18 pies); 1,5 m (5 pies) de esta cabeza pérdida es necesaria para el funcionamiento de la válvula de vacío, dejando 4 m (13 ft) disponible para el transporte de aguas residuales (Figura 3-8). La sumatoria de la pérdida por fricción estática y ascensor desde cualquier punto de la red de alcantarillado a la estación de vacío no debe superar los 4 m (13 ft). Esta relación se expresa mediante las siguientes ecuaciones:

$$V = V - V_v$$

Donde:

V = vacío disponible en el sistema de recogida para el transporte, ft

V = vacío mínimo disponible en la estación de vacío, normalmente de 16" Hg (que equivale más o menos a 18 pies de agua).

V_v = depresión necesaria para accionar la válvula de vacío, 5 en Hg (que equivale más o menos a 5 pies de agua).

Con:

$$V = \text{Pérdida estática} + \text{pérdida por fricción}$$

Los valores normales y sustituido en la ecuación anterior, la ecuación se ha simplificado:

$$\text{Pérdida estática} + \text{pérdida por fricción} = 13 \text{ pies de H}_2\text{O}$$

Pérdidas estáticas son aquellos efectuados mediante ascensores, o los cambios en el perfil vertical. Cambios

en el perfil se consigue utilizando dos racores de 45 grados acompañados por una sección de tubo. Para un uso eficiente de la energía disponible, los cambios de perfil debe ser tan pequeño como sea posible. Numerosos ascensores son recomendadas durante un ascensor grande.² La tabla 3-1 muestra la altura recomendada para los distintos tamaños de tubos.

Pérdidas estáticas se calculan restando el diámetro del tubo de la altura de elevación (Figura 3-9):

$$\text{Pérdida estática} = \text{Altura de elevación} - \text{Diámetro del tubo}$$

Tablas de pérdida de fricción para el DEG 21 tubos de PVC y un 2:1 proporción aire/líquido han sido

desarrollados por AIRVAC, y figuran en el manual de diseño.² pérdidas por rozamiento se calculan únicamente para alcantarillado que se colocan entre el 0,2 y el 2,0 por ciento de caída. Las pérdidas de fricción en las caídas de más de 2.0 por ciento son ignoradas. Los cálculos hidráulicos deberían realizarse incluyendo la pérdida por fricción. Un cálculo independiente puede ser hecha para ver cuánto de la pérdida total es estático o fricción.

Tabla 31. Uft Altura recomendada

Diámetro del tubo	Uft altura
(En)	(ft)
3	1.0
4	1.0
6	1.5
8	1.5
10	2.3

3.4.2 Red Eléctrica, líneas de servicios, y la construcción de alcantarillas de red 3.4.2.1

Sustituyendo los valores de caudal máximo (Q) de la tabla 3-5 en el anteriormente citado ecuación simplificada ($Q = 0.5N + 20$) y la solución para N, dará el máximo número de hogares sirve para cada tamaño de línea. La tabla 3-6 muestra estos resultados.

A. Dimensionamiento y geometría

La geometría de un sistema de alcantarillado por vacío es similar al de un sistema de distribución de agua. En lugar de un bucle, sin embargo, es normalmente en un patrón dendriform.

Es conveniente tener la estación de vacío situado tan centralmente como sea posible. Esto se presta a un sistema con múltiples sucursales. Esto es muy importante, ya que las múltiples ramas principales a la estación de vacío dan mayor flexibilidad de funcionamiento. Por ejemplo, con un sistema de 3 sucursales al servicio de 300 clientes, el peor escenario posible es que el 100, o un tercio de los clientes pueden estar sin servicio mientras el problema está corregido. Por el contrario, el peor de los casos, asumiendo un tamaño similar con una rama del sistema tendría todos los 300 clientes fuera de servicio durante el mismo período.

Al diseñar un sistema de vacío, el diseñador debe seleccionar las tuberías que:

- Minimizar levante
- Minimizar la longitud
- Igualar las corrientes en cada rama principal

La longitud de las líneas de la colección son gobernados por dos factores. Estos son estáticos levante y pérdidas por fricción. Como se ha comentado anteriormente, la sumatoria de these two amounts generally no puede superar los 4 m (13 ft). Debido a las restricciones impuestas a cada diseño de topografía y flujos de aguas residuales, es imposible dar una determinada longitud máxima de la línea. Un sistema operativo tiene una sola línea principal sucursal exceda de 4.300 m (14.000 pies) de longitud.

Reglas sewer design vacío se han desarrollado en gran medida como resultado del estudio de los sistemas operativos. Los parámetros de diseño importantes se muestran en la Tabla 3-2 y 3-3.

La tabla 3-4 muestra a lo largo del 02 por ciento pendiente gobernará versus el porcentaje del diámetro del tubo para la pendiente entre los ascensores.

Al ha elaborado un cuadro RVAC recomendando flujos de diseño máxima para cada tamaño de la cañería. La tabla 3-5 muestra estas recomendaciones".

Tabla 3-2. Los parámetros de diseño de la línea principal

Distancia mínima entre ascensores, ft 20
Distancia mínima de 0.2 por ciento
Pendiente antes de que una serie de ascensores, ft 50
La distancia mínima entre la parte superior de Levante y cualquier servicio lateral, ft 6
Slop mínimo, 0,2 por ciento

En la tabla 3-3. Directrices para la determinación de la línea pendientes*

Tamaño de la línea más grande de uso:
4" de Red Eléctrica - 0,2 %
J La pendiente del terreno
J El 80 % del diámetro del tubo. (entre ascensores sólo)
6" de Red Eléctrica - 0,2 %
- La pendiente del suelo
- el 40 % del diámetro del tubo. (entre ascensores sólo)

* Suponiendo cobertura mínima en la cima de la pendiente

Tabla 3-4. Consejo de distancias para pendientes entre ascensores

Diámetro del tubo de distancia factor rector
(En)
4 <135 pies 80 % del diámetro del tubo
4 >135 pies 0,2 % pendiente
6 & Larger <100 pies 40 % del diámetro del tubo
6 & Larger >100 ft 0,2% pendiente

La tabla 3-5. Caudal máximo para varios tamaños de tubos

Diámetro del tubo	Máximo Caudal máximo (91)m)
(in)4 6 8 10	55 150 30 5 545

Tabla 3-6. Número máximo de hogares sirve para varios

Tamaños de tubos	Número de
Diámetro del tubo de hogares servido (En)	
4 70*	
6 260	
8	570
10 1.050	

* La longitud máxima recomendada de cualquier 4 en ejecutar es de 2.000 pies, lo que Puede limitar la cantidad de hogares servidos con un valor inferior a 70.

Los valores en la Tabla 3-6 se debe usar con fines de planeación o como punto de partida para el diseño de detalle. En este caso, calcula el sitio entradas de flujo específica junto con la fricción de las tablas deben ser utilizadas en los cálculos hidráulicos. Una línea de tamaño correcto producirá una relativamente pequeña pérdida por fricción. Si el siguiente mayor tamaño del tubo reduce significativamente la pérdida por fricción, la línea fue originalmente talla baja.

La experiencia ha demostrado que hay poca economía en el uso de 7,5 cm (3") el tubo de corriente. Poreste motivo, 10 cm (4 pulg.) es el mínimo recomendado en tamaño principal.

B. Enrutamiento

En la mayoría de los casos, colectores de vacío están situados fuera de y adyacente al borde de pavimento y aproximadamente en paralelo a la carretera o calle, que reduce los gastos de reparación del pavimento y de control de tráfico. En áreas sujetas a erosión inusual, la ubicación preferida es a menudo dentro del área pavimentada. Esta ubicación es también favorecida por algunos municipios como un área donde la posterior excavación es menos probable y más controlada, y por lo tanto un lugar más protegido de los daños.

Uno de los principales componentes del coste de un sistema de vacío es el foso de válvula. Con dos o más hogares compartiendo una válvula, los costos de construcción del sistema global puede reducirse significativamente, lo que da como resultado una importante ventaja en términos de costes. Lb hacer esto, sin embargo, puede requerir la línea principal que se encuentra en propiedad privada, normalmente en el patio de atrás. Hay dos desventajas de este tipo de enrutamiento. En primer lugar, requiere una permanente servidumbres de uno de los propietarios, que pueden ser difíciles de obtener. En segundo lugar, la experiencia ha demostrado que múltiples conexiones de la casa son una fuente de fricción de barrio, a menos que se encuentra en propiedad pública. El diseñador debe considerar cuidadosamente la compensación de la reducción de los costos a los problemas sociales antes de tomar la última decisión de enrutamiento.

Una ventaja del uso de las alcantarillas al vacío es que el pequeño diámetro del tubo de PVC utilizados es flexible y puede ser fácilmente dispuesto alrededor de obstáculos. La característica albwsvacuu m alcantarillas para seguir un sendero serpenteante según sea necesario. El tubo debe estar doblada en la medida de lo posible, un radio nunca menor que el recomendado por el fabricante de los tubos. La ecuación de la Uni-Bell Manual de tubo de PVC para el radio mínimo de flexión se presentan en el Capítulo 2. Esta ecuación es:

La RiOD 200

Donde:

R = radio mínimo de curvatura círculo OD =
diámetro exterior del tubo

Las alcantarillas al vacío normalmente son enterrados con una tapa de 90 cm (3 pies). En algunos casos, donde la economía es esencial y los daños subsecuentes es improbable, están enterrados con menos cubierta. La profundidad del entierro en climas fríos es usu aliado dictada por las heladas profundidades de penetración. En el norte de los Estados Unidos, que a menudo se colocan en 1,2-1,5 m (4-5 pies). Aunque la congelación de línea es una preocupación en la mayoría de los ingenieros, generalmente no es un problema con la red de vacío desde el tiempo de retención en tuberías de pequeño diámetro es relativamente corto y turbulencia es inherente. Largos periodos de desuso podría conducir a condiciones de congelación sin embargo, a menos que el sistema se ajustaron para garantizar la evacuación relativamente completa de la red (una técnica usada para "invernaje" algunos resort systems).

La separación de las alcantarillas al vacío desde la red de abastecimiento de agua y los laterales a menudo requiere la cloaca vacío ser enterrado más profundo que sería necesario por otras razones. Requisitos de separación horizontal y vertical están dictadas por los organismos estatales. Estos requisitos varían de estado a estado.

Los perfiles de la red siempre deben figurar en los planes. Cuestas, tamaños y longitudes de línea, alcantarilla y utilidad cruces, invierte, y superficie reemplazos son normalmente aparecen en los perfiles.

Utilidad de alcantarilla y cruces a menudo dicta numerosas variaciones en la profundidad de enterramiento de colectores de vacío, con muchas bajas y cumbres resultante en el perfil de canalización. A diferencia de la red de presión, donde el aire se acumula en una cumbre que requieran una válvula de descarga de aire, las alcantarillas al vacío no son afectados por los altos puntos en el perfil. Las caídas, sin embargo, pueden presentar un problema, pues normalmente se agrega al sistema de elevación. Además, si no están diseñados y construidos apropiadamente, el SAG puede atrapar las aguas residuales en periodos de bajo flujo bloqueando la parte baja de la alcantarilla.

Para minimizar el daño a la depresión causada por la principal de alcantarillado posterior excavación, arcadores de ruta algunas veces son colocados junto a la principal, las excavadoras de la advertencia de su

presencia. Precisa como planes construidos son útiles para identificar la ubicación de canalización y un cable enterrado con el principal puede ser inducido con un tono para el campo principal se puede localizar mediante la utilidad común ubicar el equipo.

Cinta de advertencia de un marcado "vacío de alcantarilla" a veces se ubica superficialmente en la zanja de canalización: para notificar a excavadoras. Cuando la cinta se coloca en la trinchera inferior, por ejemplo, junto a la canalización, se llama una cinta de identificación. La cinta puede ser metalizados, así que

puede ser detectada con dispositivos de localización de utilidad. La mayoría de cintas no puede ser inducida con un tono a una profundidad significativa, por lo que debe colocarse la cinta metalizada superficialmente para ser detectado. También es muy torcido durante su colocación o la superficie detectable se reducirá.

c. • Sección de zanja

La excavación de zanjas pueden lograrse mediante una retroexcavadora, rueda zanjadora o zanjadora tipo cadena. La elección del equipo generalmente es dictada por el contratista basado en el material a ser excavado, la profundidad, la topografía y los requisitos de espacio de trabajo disponible.

Material importado denominado "zona de tubo backfill" a menudo se coloca para rodear el principal si el material excavado en la trinchera es considerado como no apto para este propósito. La zona del tubo de relleno es generalmente granular, como gravilla o arena gruesa. Fina arena o tierra generalmente no es tan deseable como graneles, en lugar de corrientes, en su lugar debajo del tubo haunching.

El restante material de reposición requerida a menudo es especificado por el organismo controla la calle o carretera, especialmente si el cable se encuentra en el pavimento.

En algunos casos una magra de lechada de cemento-arena se usa para la reposición. Esta opción es especialmente interesante cuando una zanjadora se utiliza, el cable se encuentra en el pavimento, y pronto restablecimiento para el control del tráfico es importante.

d. Los materiales del tubo

Tubo de PVC termoplástico se utiliza normalmente para las alcantarillas al vacío en los Estados Unidos. En la. Algunas de las instalaciones europeas, HDPE, ABS y se han usado con éxito. En ciertos casos, tubería de hierro fundido dúctil (DCIP) también ha sido utilizada, suponiendo que las articulaciones se han probado y apto para servicio de vacío.

Los más comunes son de red de PVC tamaño de tubería de hierro (IPS), 200 psi de presión de trabajo, la dimensión estándar relación nominal 21 (clase 200 DEG 21 de PVC). Clase 160, 26 DEG, y Schedule 40 PVC también han sido utilizados. Desde un punto de vista de la presión, el tubo de clase inferior es aceptable. No obstante, tubo de pared más delgada es más proclive a sufrir daños durante la instalación. Además, existe poca diferencia de coste entre 21 y 26 DEG DEG cuando la excavación, material de relleno, y la restauración de la superficie son considerados. Por estas razones, la clase 200, DEG 21 es recomendado.

Tubo de PVC tiene un alto $(3,0 \times 10^{-5} \text{ in/}^\circ\text{F})$ Coeficiente de expansión térmica; aproximadamente $3/8$ de longitud variación/100 pies de tubo/10°F Cambio de temperatura. Los cambios de temperatura considerables será experimentado durante la instalación de ductos, y cierto grado de cambio de temperatura se producirá durante el funcionamiento, con el clima y los cambios de temperatura del suelo superficial. Para reducir tensiones inducidas por la expansión y la contracción, flexible •conjunta de elastómeros ("anillo de caucho" conjunta) la cañería es preferido. Si el solvente se utiliza tubo de unión soldada, las recomendaciones de los fabricantes de tubos para instalación sobre consideraciones de temperatura debe ser seguido. El tubo de PVC Manual Uni-Bell providesguidance asto properpractices también.

En el pasado, solvente-soldar accesorios fueron usados con mayor frecuencia con drenaje, desperdicios y ventilación (DWV) la cañería. Estas conexiones son más comúnmente disponibles de gasketed joint adaptadores (uno de los principales componentes de la línea, el Wye requerida para cada conexión a la red principal, no se formula en gasketed PVC). Expansión y contracción, mientras un concern si todo el sistema eran solventes-soldado, están permitidos en la tubería principal selladas las articulaciones.

Actualmente, hay un movimiento hacia la eliminación de todos los solventes de soldadura. Al menos uno de los principales fabricantes de accesorios está haciendo gasketed wye los racores. Adaptadores de espiga (un adaptador que puede ser solvente soldada en un entorno controlado en cada una de las tres patas del Wye resultante en tres juntas selladas) pueden también ser utilizados.

3.4.2.2 líneas de servicio

Líneas de servicio de alcantarillado de vacío desde el vacío a la válvula principal pit. Típicamente, estas líneas están cerca y en paralelo a las líneas de propiedad.

Es una buena práctica de campo con valentía para marcar la ubicación de la línea de servicio debidamente identificados con listones unos días antes de la instalación. Esto sirve como un recordatorio a los propietarios acerca de la ubicación de destino y puede causar a reconocer algún motivo por el que la ubicación debe ser cambiado. También sirve como un aviso anticipado a los vecinos si las líneas de propiedad están en duda.

La mayoría de los municipios prefieren ubicar la línea de servicio donde no será conducida por. Otros, sin embargo, prefieren ubicar la línea de servicio dentro de la calzada pavimentada. El razonamiento es que la

excavación y el subsiguiente daño asociado a la línea de servicio es menos probable en la sección pavimentada.

Las líneas de servicio deben estar ubicados lejos de agua potable linesto reducethe la posibilidad de contaminación cruzada. También deben estar distantes de otras utilidades enterradas, si es posible, debido a la posibilidad de daños causados por excavaciones posteriores para mantenimiento o reparación de las utilidades.

Todas las conexiones a los principales, por ejemplo, conexiones de traspaso, están hechas "sobre el top" (Figura 3-10). Esto es accomplished utilizando un vertical wye y un codo de radio largo. Debido a las restricciones impuestas a la profundidad de las alcantarillas por la conexión de cloacas de entrar "en la cima", los ingenieros deben considerar el suelo necesario en estos

Conexiones en la etapa de diseño. La tabla 3-7 proporciona los parámetros de diseño de los ascensores cuando son necesarios en la línea de servicio.

Líneas de servicio son típicamente de 7,6 cm (3 pulg.) de diámetro. Una excepción a esto se produce cuando se utiliza un tanque de amortiguación. Tanques Buffer son utilizados por las grandes corrientes que de otro resultado frecuentes ciclos de válvula. Para mantener una buena respuesta de vacío en el tanque de amortiguación, a 15 cm (6 in) de la línea de servicio es recomendable.

Como con los colectores de vacío, clase 200, DEG 21 Tubo de PVC se utiliza normalmente para las líneas de servicio. DWV solvente-soldado racores se usan racores de anillo de caucho, aunque son cada vez más comunes.

3.4.2.3 construir alcantarillas

El término se refiere a la construcción de alcantarillado del tubo de flujo por gravedad, que se extiende desde la casa hasta el foso de la válvula. En muchos casos, las autoridades estatales o locales regular las instalaciones de construcción de alcantarillas. El código de instalación uniforme es a menudo referenciado.

Para el servicio residencial, el edificio desagüe debe ser de 10 cm (4 pulg.) y la inclinación hacia abajo de forma continua a una velocidad no inferior a 0,25 pulgadas/pies (2% de grado). Deseablemente, el foso de válvula configuración debe estar ubicada cerca de la casa para la construcción de alcantarilla es corto, con menor necesidad de mantenimiento y menos oportunidad para la infiltración y afluencia (1/1). Tamaño de línea para usuarios comerciales dependerá de la cantidad de flujo y requisitos del código local.

Curvas deben evitarse en la construcción de alcantarillas y una limpieza total utilizada para cada cambio de dirección superiores a 57°.

Construcción de alcantarillas de infiltración a través de la fuga ha sido común, como lo ha hecho la unión del techo y drenajes hacia el exterior. Durante una inspección de calidad propietario conexión es aconsejado para determinar si estas situaciones existen. Si es así, se deben tomar las medidas necesarias para su eliminación irrequer anterior a la última conexión de propietario.

Para minimizar el riesgo de daño a la fibra de vidrio el foso de las válvulas durante el propietario de la conexión al sistema, un ramal de tubería de longitud suficiente, normalmente de 1.8 m (6 pies), desde el foso de válvula se recomienda. La orientación del foso de válvula en lo

que se refiere a la casa y el Wye conexión depende del número de conexiones del pozo (Figura 3-11).

Si la red de tuberías no tiene una limpieza dentro de él, uno debe colocarse fuera y cerca de la casa. Algunos organismos prefieren tener una limpieza en la línea divisoria donde comienza el mantenimiento del organismo (es decir, el fin del 1.8-m [6 ft] ramal de tubería).

3.4.3 Configuración de

foso de válvula General

3.4.3.1

A. Configuración de fibra de vidrio

La premanufactura rojo, de fibra de vidrio tipo de foso de válvula ajuste es por lejos el más común. Este tipo de configuración se compone de cuatro partes principales; la parte inferior de la cámara (sumidero), la parte superior de la cámara de válvula (pit), la placa que separa las dos cámaras (pit) y la parte inferior de la tapa (Figura 3-12).

Los desechos de la casa son transmitidos al sumidero a través de la construcción de alcantarillas, la entrada entrando en el cárter inferior a 45 cm (18 pulg.) por encima de la parte inferior. Hasta cuatro edificios separados alcantarillas puede ser conectado a un sumidero, cada uno a 90 grados el uno al otro. Forma Atapered helpsfacilitate el procedimiento de rellenado.

El cárter inferior tiene un espesor de pared de 5 mm (3/16") y está diseñado para cargar con el tráfico correspondiente a 60 cm (2 pies) de la cubierta." conexiones de elastómero se utilizan para la entrada de la construcción de alcantarillas. Orificios para la construcción de alcantarillas son cortados a la posición de campo dirigido por el ingeniero.

Los sumideros empleada hasta tener dos alturas diferentes: 76 y 135 cm (30 y 54). Ambos son de 45 cm (18 in) de diámetro en la parte inferior y 90 cm (36 pulg.) de diámetro en la parte superior, con el tamaño más pequeño, con una capacidad de 208 L (55 gal) y la más grande de 380 L (100 gal).

Casa de los fosos de válvula La válvula de vacío y el controlador. Normalmente están fabricadas con filamento enrollado en fibra de vidrio con un espesor de pared de 5 mm (3/16"), a fin de ser apto para la carga de tráfico correspondiente. El foso de válvula es normalmente de 90 cm (36 pulg.) de diámetro en la parte inferior y es conically conformadas para permitir el montaje de 60 cm (23,5 pulg.) de diámetro de abertura libre bastidor de

hierro colado y la cubierta en la parte superior. Las profundidades son normalmente de 1 m (42 pulgadas). Uno de 7,5 cm (3") de diámetro de apertura, con una junta de elastómero, es pre-cortado a aceptar los 7,5 cm (3") de vacío en línea de servicio.

El foso inferior está hecha de fibra de vidrio reforzada de 6 mm (1/4 pulg.) de espesor en los bordes y 8 mm (5/16 pulgadas) de espesor en el centro. Estos fondos han sido moldeados por el proceso de inyección de resina." foso de válvula asiente son proporcionados con agujeros pre-cortado para los 7,5 mm (3), la tubería de aspiración de 10 cm (4 pulg) de sensor/limpieza de línea y los tornillos de fijación del cárter inferior. La

estanquidad entre el foso de válvula inferior y el cárter está hecho en el campo utilizando una cinta de butilo caucho de silicona sellante de neopreno o O-ring. El hoyo debe tener un labio inferior que permite el foso de válvula para descansar sobre la parte superior del mismo.

Marcos y tapas de hierro fundido, diseñada para tráfico pesado

La carga, se utilizan normalmente. El peso del bastidor es generalmente

40 kg (90 lb) y la tapa, el peso es de aproximadamente 45 kg (100 lb). Cuando

Una tapa ligera es deseado, como en los no-situaciones de tráfico, un ligero de aluminio o hierro fundido la tapa puede ser utilizada. Estos tipos de tapas no tienen marcos, sino que están montadas en el foso de la válvula mediante el uso de dos pernos en J. Las tapas deben estar claramente marcados con "Non-Traffic".

Ashaltower arreglo es posible, si así lo desea (Figura 3-13). Este arreglo se utilizan en zonas donde el agua del terreno elevado o suelos pobres existen y profundidad de la construcción de alcantarillas es muy superficial.

B. Configuración de hormigón

Ciertas situaciones requieren de la utilización de hormigón foso de válvula ajustes:

- Cuando el profundo valor de fibra de vidrio no es suficiente para aceptar la construcción de alcantarillas.
- Cuando se prevé un gran caudal de flujo requiere

La atenuación.

- Cuando una interfaz entre dos tipos de sistema (por ejemplo, presión y vacío) es necesaria.

La más profunda posible ajuste de fibra de vidrio es de 2,4 m (8 pies). La construcción de alcantarillado en profundidad el foso de válvula ajuste se limita por tanto a 2 m (6,5 pies), desde la construcción de alcantarillas entra a 45 cm (18 pulg.) por encima de la parte inferior. Debería ser necesario un ajuste más profundo, un hormigón foso de válvula puede utilizarse el ajuste. La profundidad máxima recomendada fora fosa de hormigón es de 3 m (10 ft).

Estos tipos de ajustes son típicamente construidos de 1.2section tener una pre-vertido de 45 cm (18 in) de diámetro del sumidero. Es muy importante que todas las uniones y conexiones de tierra waterinfiltration watertightto eliminar. Igualmente importante es la necesidad de un soporte de tubo bien diseñado el sistema, puesto que estos tanques están abiertos desde la parte superior a la inferior. La tornillería de soporte deben ser de acero inoxidable y/o plástico.

Anteriormente en esta sección hidráulica se discutieron, con la conclusión general de que 5,5 m (18 pies) de la pérdida del sistema estaba disponible; 4 m (13 ft) para la recogida y tubería de 1,5 m (5 pies) para la operación de la válvula. Los 1,5 m (5 pies), por lo general, corresponde a la cantidad de elevación necesaria para evacuar el contenido del sumidero, suponiendo que el profundo foso de válvula de fibra de vidrio se utiliza el ajuste. Aumentar esta profundidad mediante el uso de una configuración concreta resultará en una disminución de la cantidad de elevación disponibles para el sistema de recogida. Dependiendo de la ubicación específica del profundo ajuste requerido, el ingeniero puede optar a servir a la casa por otros

siendo la elección, el ingeniero debe procurar un acuerdo escrito del fabricante con respecto a cualquier garantías.

C. Tanque Colector

Para los grandes flujos de capital que requieren de atenuación, un tanque de amortiguación debe ser utilizado. Tanques Buffer normalmente se utilizan para las escuelas, apartamentos, residencias de ancianos, y otros grandes usuarios. Están diseñados con un pequeño sumidero operativo en la parte inferior, con almacenamiento adicional de emergencia disponibles en el depósito.

Al igual que el profundo foso de válvula parámetros concretos, el tanque es típicamente construidos de 1,2 m (4 pies) de diámetro secciones de alcantarilla, con la sección inferior tiene un prepoured 45 cm (18 in) de diámetro del sumidero (Figura 3-14). La misma estanqueidad al agua y el soporte del tubo se refiere a aplicar para el tanque.

Cuando una interfaz entre dos tipos de sistemas, es necesaria una doble depósito tampón debe utilizarse. Por ejemplo, se podrá utilizar un sistema híbrido, con las alcantarillas al vacío que sirve la mayoría de las áreas de servicio y presione cloacas sirviendo a las zonas bajas de flecos. En algún momento, será necesaria una transición entre el caudal de presión y de caudal de vacío.

Un tanque de amortiguación doble es similar a un tanque de amortiguación, con la excepción de que es más grande para dar cabida a dos válvulas de vacío (Figura 3-15). Estos tanques utilizan normalmente de 1,5 m (5 pies) de diámetro secciones de alcantarilla. Tanques buffer doble también puede ser utilizada si el único depósito tampón no tiene capacidad para las grandes corrientes. Un solo depósito tampón tiene 2-Us (30 gpm), mientras que la capacidad de un depósito tiene un búfer doble de 4 L/s (60 gpm) de capacidad.

3.4.3.2 Accesorios

Los collares anti-flotación se utilizan a veces en el foso de válvula de fibra de vidrio de configuración (consulte la figura 3-12). Cálculos de flotabilidad debe ser realizado por el diseñador para ver si son necesarias. La experiencia ha demostrado que estos collares generalmente no son necesarios. Deben utilizarse, el cuidado debe ser tomado durante el foso de válvula instalación como pobres y reposición de ropa de cama puede conducir a problemas de asentamiento. Arreglo del anillo de hormigón probablemente coincidirá con daños a la construcción de alcantarillas y/o el hoyo.

3.4.4 Válvulas de vacío

3.4.4.1 La disposición de la válvula

Todas las válvulas de vacío excepto Vac-Q-Tec funcionar sin el uso de la electricidad. La válvula es accionada por vacío en la apertura y en el cierre de resorte. El sistema de vacío garantiza el asiento de la válvula positiva.

Las válvulas tienen un AIRVAC 7,5 cm (3"), se hizo la apertura de la programación 80 ABS y tienen ejes de acero inoxidable, cojinetes de delrin y las juntas de elastómero.² La válvula está equipada con un rodillo de vacío de diafragma operador y es capaz de superar todas las fuerzas y de sellado.

Apertura con el vacío del lado posterior de la
La válvula. Todos los materiales de la válvula son
químicamente resistente
Las aguas residuales domésticas normales a los
mandantes y gases.

El controlador/sensor es el componente clave de la válvula. El dispositivo se basa en tres fuerzas para su funcionamiento: la presión, el vacío y la atmósfera. Como aumenta el nivel de las aguas residuales en el sumidero, se comprime el aire en el tubo del sensor. Esta presión inicia la apertura de la válvula al vencer la tensión del resorte en el controlador y activar una válvula de tres vías. Una vez abierta, la válvula de tres vías permite al controlador/sensor para tomar el vacío del lado posterior de la válvula y aplicarlo al actuador para abrir totalmente la válvula. El controlador/sensor es capaz de mantener la válvula completamente abierta durante un período de tiempo fijo, la cual es ajustable en un rango de 3-10 segundos. Tras el período de tiempo ha transcurrido, el aire atmosférico es admitido a la sala del actuador permitiendo asistida por resorte de cierre de la válvula. Todos los materiales del controlador/sensor están fabricados con un plástico o elastómero que es químicamente resistente a las aguas residuales domésticas normales constituyentes y gases.

Dos tipos de válvula de vacío están disponibles: el modelo D y el modelo S. Las válvulas en ambos acuerdos son idénticos, pero se basan en un arreglo de fontanería tuberías/diferente para su fuente de aire fresco necesario para el correcto funcionamiento del controlador.

a. El modelo D

El modelo D acuerdo obtiene el aire atmosférico a través de un tubo que está conectado a un tubo de ventilación externa (Figura 3-16).

El modelo D acuerdo es más fiables, ya que hay pocas posibilidades de que el agua penetre en el controlador. Sin embargo, a algunos les disgusta este tipo de arreglo, porque de estética y/o temor de vandalismo en el respiradero externo. La experiencia ha demostrado que estos problemas son relativamente menores.

b. Modelo S

El modelo S es un sumidero de "ventilación". Uno de los tres tubos de controlador está conectado al sensor cleanout tuberías. Esta tubería se extiende en el cárter inferior, que está conectada con la construcción de alcantarillas. El edificio alcantarilla es abierto a la atmósfera a través de los 10 cm (4 pulg) de ventilación auxiliar (Figura 3-17).

Al mismo tiempo que se eliminan algunos de los problemas asociados con la ventilación externa, el modelo S válvula tiene algunos problemas potenciales.

Primero, es necesario que el sumidero sea hermético al aire y al agua.

Debe el sistema de vacío de la válvula sea inferior a 13 cm.

(5 in.) Hg, la válvula no funcionará. Aguas residuales, continuará para llenar el cárter. Si el sumidero es hermético, pasará a ser presurizado, con una "burbuja" de aire atrapado en la parte superior del cárter. Cuando el sistema de vacío está restaurada, la burbuja de aire será utilizado por el controlador en el proceso de cierre de la válvula. Sin embargo, el agua debe llenar completamente el sumidero inferior en el mismo escenario, la válvula se abrirá y permanecer abierto, ya que le falta el aire atmosférico necesarios para el cierre. Esta válvula abierta puede causar una pérdida de vacío del sistema, lo que puede afectar a otras válvulas en diferentes ubicaciones de una manera similar.

Segundo, la instalación de los propietarios del edificio de desagüe se vuelve más crítica. Un hundimiento en el edificio sewer alineación atrapar agua y no permitir el libre flujo de aire atmosférico.

Algunos ingenieros han experimentado con una mezcla de los dos conceptos, mediante la utilización de un respiradero que obtiene su aire de la cámara 1. Esto ha tenido éxito en zonas donde hay posibilidad de tete para las aguas superficiales para entrar en la cámara superior. El peligro es que puede entrar agua en el cárter superior es llenado hasta un nivel por encima del respiradero. Esta agua se puede introducir directamente el controlador y causar problemas con la válvula de cierre. En el modelo D o el modelo de la válvula, el agua en la cámara superior sería de ninguna preocupación, si la controladora en sí era hermético. Sin embargo, esto no siempre es el caso si se ha producido un problema. Desde que impide la entrada de agua de la cámara superior ha demostrado ser una tarea difícil, la ventilación de la sala superior es desalentado.

Debido a que el modelo D acuerdo es menos susceptible a los problemas que el modelo S, es el tipo recomendado. Desde las dos válvulas son físicamente idénticos, es posible convertir un modelo S a un modelo D, y viceversa.

3.4.4.2 Accesorios

A. Ventilación externa

El respiradero externo ha sido discutido en la sección anterior. Una primera versión de este incluía un 38 mm (1,5 in) de tubería galvanizada ampliar 60-90 cm (2-3 pies) por encima del suelo nearthe foso de válvula (Figura 3-18). Una cúpula de ventilación es necesaria para evitar la obstrucción de los insectos pequeños. Este tamaño de tubo era necesaria para su propio sustento. Cañería menor ha sido utilizado en concierto con soporte de poste incrustadas. Ambos acuerdos han sido utilizadas exitosamente en muchos sistemas de vacío de funcionamiento, aunque algunos problemas observados con la estética y el vandalismo siguen existiendo. También AIRVAC respiradero externo ofrece una alternativa de acuerdo. Este consta de 32 mm (1.25 in) de poliuretano pipethat está anclada en el suelo de hormigón (Figura 3-19). Este material es muy flexible, por lo que es prácticamente a prueba de vandalismo. No importa qué

La tabla 3-17. Información general sobre sistemas operativos

	Ocean	Pinos Westmoreland	Ohio Condado	Lago Chautauqua	Central Boaz	Blanco Casa
Pies de tubo	285.000	83.000	43.000	121.000	39.000	65.000
No. Estaciones de	12	4	1	4	1	2
No. Válvulas	1500 ,	490	200	900	180	260 '
No. Casas servido	3.500	540	250	2.500	350	360
Topografía	Piso	Rolling	Colina	Piso	Piso	Rolling
Suelos	Sandy	Rock	La	Sandy	Sandy	Rock
Edad de la comunidad	Nuevo	Viejo/Nuevo	Viejo	Viejo	Viejo/Nuevo	Viejo/Nuevo
Población estacional	No hay	No hay	No	Sí	No hay	No hay
El ingreso medio '	Alta	Oriente	Orient	Oriente	Oriente	Oriente

La tabla 3-18.

Diseño y construcción de sistemas de recopilación de datos:

		Los pinos del condado de Westmoreland	Ocean Ohio	Lago Chautauqua	Central Boaz	Blanco Casa
El tipo de válvula	VAC-Q-TEC	AIRVAC Modelo-D	AIRVAC Modelo-S	AIRVAC Modelo-S	AIRVAC Modelo-D	AIRVAC, Modelo-D
El material de la tubería ,	Disolvente Soldado	Disolvente Soldado	Disolvente Soldado	Caucho La junta	Caucho La junta	Disolvente Soldado '
Diámetros, en	4	3,4,6	3,4,6	3,4,6,8	3,4,6	3,4,6,8,10
Min. Cubierta, ft	3	4	3	4	3	4
Min. Pendiente, Por ciento	Ninguno	0.2	0.2	0.2	. 0.2	0.2
Div. La válvula	Enchufe	Enchufe	Enchufe	Enchufe	Gate	Enchufe
Bloqueo de empuje	No hay	V Sí	No hay	Sí	No hay	No hay
Multi-sucursales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
La línea más larga, ft	Desconocida	Unknown	8.000	8.500	6.500	14.000
Concepto de diseño	o Ninguno	Reformador o Bolsillo"	Principios AIRVAC	Principios AIRVAC	Principios AIRVAC	^{Actual} AIRVAC
Pit/Casa Ratio	0.43	0.91	0.80	0.26	0.51	0.72
Los colectores de tipo	Hormigón 700 gal.	2 pit Fibra de vidrio	Fibra de vidrio	Fibra de vidrio	Fibra de vidrio / Hormigón	Fibra de vidrio

* convierten a lo largo de los años para satisfacer "temprano" AIRVAC estándares de diseño.

La tabla 3-19. Diseño de la construcción Data - Estaciones de vacío

	Ocean	Ohio	Lago	Blanco	Central
	Los pinos del condado de Westmoreland	Chautauqua	Boaz	Casa	
No hay una sola Mulli	múltiples sondas	Multi simple			
Líneas de compensación	No	Sí	Sí	Sí	No
Filtros de olor	V	Sí	No	No	Sí

La tabla 3-20. Datos de O&M - Información general

	Ocean West Pinos Moreland	Ohio Condado	Lago Chautauqua	Central Boaz	Blanco Casa
No. El personal operativo 8	6	5	7	1	3
Otras tareas? No hay	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
No. Personas necesarias para Parte del sistema de vacío 8	1	1	2	L	1

La tabla 3-21. O&M - Datos Person-Hours/año

	Ocean Los pinos	West Moreland	Ohio Condado	Lago . Chautauqua	Central Boaz	Blanco Casa
Normal, 16,640 hrtyr mant.	1.915	260	365	315	260	
PM. 2.500 hdyr, mant.	245	100	1.013	90	200	
Emerg. Mant., hr/año 1.660	192	240	48	384	60	
Total Person-Hours/yr 20.800	2.352	600	1426	789	520	
Nº 1.500 de válvulas.	490	200	900	180	260	
Person-HoursiyrNalve 13.9	4.8	3.0	1.6	4.4.	2.0	
Nº de clientes de 3.500	540	250	2.500	350	360	
Person-Hours/yr/ráfaga. 5.9	4.4.	2.4	0.6	2.3	1.5	

La tabla 3-22. O&M - Consumo de datos/año

	Ocean Los pinos	West Moreland	Ohio Condado	Lago Chautauqua	Central Boaz	Blanco Casa
Polder Costo/año, \$ 120,000		15.000	2.400	27,540	4.800	3.900
No. 1.500 válvulas		490	200	900	180	260
CostlyrNalve, \$ 80.00		30.60	12.00	30.60	26.51	9.66
No. 3.500 clientes		540	250	2.500	350	360
Coettyr/Customer \$ 34,29		27,77	9.60.	11.30	13.71	10.83
KWh/yr/cliente 570		460.	160	190	230	180

La tabla 3-23. Datos de O&M - Tiempo medio entre las llamadas de servicio (MTBSC)

	Ocean Los pinos	West Moreland	Ohio Condado	Lago Chautauqua	Central Boaz	Blanco Casa
No. Válvulas	1.500	490	200	900	180	260
No. Las llamadas de	1.500	48	24	40	30	24
MTBSC, yr	1.0	10.2	8.3	22.5	6.0	10.8

La tabla 3-24. Clasificación del problema

Responsable por ciento del total	
Problema problemas partidarios	
Componente Fabricante degradado	40
Shor1comihgs ingeniero de diseño	10
Error del operador el operador	5
Construcción relacionada contratista	25
Fallo del equipo fabricante	5
Ajenas al cliente relacionados con el agua	15

3.7.4.2 Las deficiencias de diseño

A. La cavitación de la bomba de descarga

Algunos sistemas han informado de problemas de cavitación de la bomba de descarga de aguas residuales. Esto fue debido a las características de la bomba misma. Un vórtice plato instalado en la parte inferior del tanque de recogida correctedthis problema.

c. Eje del controlador/Junta problemas algunas válvulas Multi-Firing fueron encontrados a un ciclo más de una vez el sumidero se vació. Un controlador rediseñado, el eje y la junta ha resuelto este problema. Los controladores con el eje viejo y la junta han sido reequipados con la última versión.

d. Problema de la válvula de tapón

El tipo de división válvula utilizada en la mayoría de los sistemas operativos, el tapón de la válvula. Algunos sistemas han experimentado grandes problemas con las válvulas de tapón, mientras que otros no lo han hecho.

Los problemas reportados en un sistema incluyó momentos cuando el sistema de vacío tirado de la división así cerrada la válvula de corte de vacío del sistema más allá de ese punto. Como trabajadores intentaron volver a abrir estas válvulas, frecuentemente el eje de la válvula fue torcido fuera debido a la pesada carga aplicada por el sistema de vacío. Cuando esto sucedió, la división no se pudo abrir la válvula, resu anillo en una parte del sistema está fuera de servicio hasta que se tomaron medidas correctoras.

Algunos operadores del sistema reportaron problemas con enchufe válvulas de vacío cuando no se mantiene cerrado. Esto hace inútil como una herramienta de solución de problemas, que es su principal objetivo.

Problemas con el enchufe válvulas han sido atribuidos a las diferencias de calidad entre los fabricantes, en algunos casos, y en otros materiales defectuosos. Tapón fabricado correctamente las válvulas pueden y han sido utilizados con éxito.

Algunos sistemas recientes han utilizado las válvulas de compuerta de cuña-resistente en lugar del tapón válvulas con éxito. Con los cuidados adecuados en el proceso de selección, ambos tipos de válvulas puede ser utilizado con éxito.

e. Tubería defectuosa/Fallo de la válvula en posición abierta la válvula de algunos errores que se produjeron después de la puesta en marcha de un sistema en particular fueron causadas por tuberías defectuosas en el controlador. Estos tubos son sistemáticamente reemplazadas por nuevas y el problema desapareció.

f. La verdadera solución reside en el diseño cabeza de succión positiva adecuada (NPSH) los cálculos deben realizarse. La sección 3.4 se examinan estos cálculos. Una bomba teniendo suficiente NPSH disponible debe ser seleccionado.

b. Fugas en las válvulas de retención

Válvulas de retención entre las bombas de vacío y el depósito instalado en un tubo vertical-run traducido en

problemas de pérdida de vacío en la tubería de la estación. Localizar el checkvalves en una estación de tubería horizontal corregido este problema.

c. Bombas de vacío sobredimensionado

Manténgase al día con la válvula abierta

Uno de los nuevos sistemas en funcionamiento fue diseñado con la más reciente y directrices de diseño más conservador. Esto se tradujo en grandes bombas de vacío que serían seleccionados utilizando los viejos estándares de diseño. Si bien esta capacidad adicional ha ayudado en términos de tiempo de inactividad de la bomba del sistema, sino que también ha causado un pequeño problema.

Las bombas de vacío parecen tener la capacidad suficiente para mantener la válvula abierta. Siendo este el caso, bajo vacío no está registrado en la estación, aunque se está produciendo en la ubicación de la válvula abierta. Además, el marcador telefónico automático no está activado. Esto se traduce en un aumento del tiempo de ejecución de la bomba de vacío y el aumento de los costos de energía. El operador debe estar muy atento a la hora de analizar los gráficos de vacío diariamente para observar que las bombas son el ciclismo con más frecuencia de lo normal. De lo contrario, una válvula que se cuelga abierto puede pasar desapercibida durante días, resultando en una pérdida de potencia.

Una solución sencilla a este problema consiste en la instalación de otro relé en el cableado de mando que provoca el comunicador para llamar a la operadora si ambas bombas están funcionando juntos durante un período de tiempo determinado (digamos 10 minutos), a pesar de que el nivel de vacío.

3.7.4.3 Los errores del operador.

A. Tira de aguas residuales en bombas de vacío

Un alto nivel de recogida de aguas residuales en el tanque puede ser causado por falla de bomba (generalmente relacionados con el control de la bomba en lugar de una anomalía) o por un mayor flujo de las aguas residuales procedentes de las bombas son capaces de bombear. La mayoría de

Los diseños de sistema llamada para el apagado automático de vacío y bombas de descarga en caso de que esto ocurra. Sin embargo, algunos sistemas no tienen disposiciones para evitar el modo automático de ser anulado por la operación manual.

La inclinación natural, cuando se enfrenta con una situación de vacío de cero, es que el operador accione manualmente las bombas de vacío en un intento de restaurar el sistema de vacío. Haciendo un depósito thiswith colección completa puede provocar en las aguas residuales que se extrae en las bombas de vacío. Esto dañará thevacuum bombas, especialmente con el tipo de

paletas deslizantes.

El procedimiento correcto, suponiendo que el trabajo de las bombas de descarga, válvula desconectada las líneas entrantes y girar las bombas de vacío. Las bombas de descarga se utiliza para bombear el tanque de recogida hasta el nivel de funcionamiento normal. La línea puede abrir las válvulas y las bombas de vacío regresó a su modo automático. Buen diseño eléctrico incluirá disposiciones para evitar anular el modo automático sin primero estos pasos tomados.

3.7.4.4 La construcción relacionada

a. Salto de línea

Los saltos de línea, provocados por una zanja de asentamiento, probablemente fueron el resultado de la escasez de materiales de la ropa de cama o compactación deficiente durante la construcción.

b. Accesorios rotos

Ha habido casos de pérdida de vacío del sistema debido a la rotura de los racores. Sólo en unos pocos casos, los fracasos se han producido en los adaptadores en o cerca del foso de la válvula. Esto es más probable debido a la falta de compactación alrededor del foso de válvula junto con la rigidez del sistema due to disolvente adaptadores soldados.

c. Construcción Debris-Valve fallo en posición abierta estos sistemas experimentan más problemas que otros en el inicio. Los residuos de la construcción (piedras, pequeños trozos de tubería, etc.) en la construcción de alcantarillas del propietario hace que la válvula de vacío para colgar abierta hasta borrar manualmente. Estos problemas generalmente desaparecen pocas semanas después del inicio. Los problemas de esta naturaleza son fácilmente reconocibles por el operador simplemente escuchando la ventilación auxiliar. Escuchar el constante murmullo del aire es una buena indicación de que la válvula está bloqueada abierta. Abrir la válvula pit, desenroscando el cuerpo de la válvula, y despejar la obstrucción es un procedimiento de 10 minutos.

d. Calor extremo en la estación

Acercarse a la temperatura de 70°C (175°F) fueron reportados

En un sistema poco después del inicio. El aire caliente del

Bombas de vacío fue volado directamente en el control de motor

Center (MCC). El calor extremo causado relé y problemas de arranque en el MCC, que resultó en la bomba y marcador telefónico anomalías.

Un análisis de la situación revela que las bombas de vacío fueron conectados incorrectamente. La bomba Rather than fans viniendo cuando la temperatura alcanza

los 65°C (150°F) y el restante hasta las bombas apagadas, los aficionados llegaron al mismo tiempo las bombas hicieron y corrió durante una temporización de 10 minutos. Esto ha sido corregido y el resultado es una estación de vacío mucho más frescas. Los planes futuros para que el aire caliente se dirige fuera de la MCC a través del conducto de trabajo.

e. Cleanouts roto

Unos pocos casos de roturas cleanouts han ocurrido. Se rompe en los racores adyacente a la cleanouts se cree que es causada por el asentamiento de boxes debido a la mala compactación durante la construcción.

3.7.4.5 El mal funcionamiento de los equipos

a. Control de nivel transmisor defectuoso

En un sistema, un problema con una de las sondas de nivel producido. La sonda no se ha podido enviar la señal adecuada para el centro de control de motores para activar las bombas de vacío desactivado durante períodos de altos niveles de aguas residuales existentes en el tanque de recogida. Esto se tradujo en las aguas residuales que se extrae en las bombas de vacío, causando daños. Otra vez la sonda no pudo enviar la señal adecuada para el centro de control de motores para desactivar una bomba de descarga. Esto se tradujo en la bomba continúa funcionando hasta que el depósito estaba seca. El problema fue debido a un fallo en un transmisor que se sustituye.

Desde el fracaso de la sonda puede llevar a la ruina de una depresión y/o una bomba de aguas residuales, el operador ha desarrollado un sistema de copia de seguridad sencillos y baratos, que implican el uso de imanes atados a la mirilla por encima y por debajo del punto de ajuste más alto y más bajo de la sonda. Imán montado en un flotador situado dentro de la mirilla y, celebrada dentro de un tubo de plástico, se mueve con el nivel del depósito. Las sondas deben fallar, los imanes flotantes y uno de los imanes fijos se reunirá, causando un circuito para cerrar y las bombas adecuadas para comenzar o parar.

b. Marcador telefónico Malfunctions-

Interference en un sistema, el marcador telefónico automático fallaba llamando al operador sólo para informar de que el sistema de "todo claro." La investigación de este problema reveló que la injerencia desde el centro de control de motores, causados por los Picos eléctricos, estaba enviando señales falsas al comunicador. Cable blindado para el marcador añadido cableado no ayuda. El comunicador fue sacado de la MCC y montada en una pared cercana. Esto corrige el problema.

Ahora se sabe que el equipo basado en microprocesadores es muy sensible a los picos de potencia. Las provisiones deben ser hechas durante la fase de diseño para filtrar la alimentación o para proporcionar una alimentación suave separada para este tipo de equipos.

C. Avería de Marcador telefónico INDETERMINADO

Un gran problema en uno de los sistemas anteriores ha sido la incapacidad de los marcadores telefónicos para funcionar correctamente. Sin un marcador, que ofrece 24-hr/d cobertura, problemas que pasan desapercibidos hasta el próximo día de trabajo. Si bien esto ha reducido considerablemente la cantidad de horas extra, también se ha traducido en un aumento de los tiempos de ejecución de la bomba. El personal operativo aparentemente sienten que el sistema es lo suficientemente fiable (es decir, grandes bombas de vacío pueden mantenerse actualizados con la falla de una válvula) y fallos de la válvula son tan infrecuentes que la sustitución de los automarcadores no puede justificarse económicamente.

El razonamiento anterior puede ser un caso de falsa economía. Permitiendo una situación de bajo vacío para pasar desapercibido durante horas resultará en tiempo de ejecución adicional innecesaria de las bombas de vacío. Esto resultará en un aumento de los costos de energía, así como un aumento en el desgaste de los equipos principales. Este aumento del desgaste lleva a la disminución de la vida útil del equipo. Un alto nivel de recogida de aguas residuales en el tanque suele resultar en total el apagado del sistema hasta que el operador corrija lo que sea que esté mal. Sin dialer para notificar al operador de esta situación, el sistema puede estar abajo durante horas. Esto dará lugar a anegamientos, que requerirá un importante esfuerzo de trabajo para corregir.

Más grave aún es la responsabilidad potencial que existe como consecuencia de los daños causados por el sistema copias de seguridad en el hogar del cliente. Por estas razones, los marcadores de teléfono se consideran una necesidad en la estación de vacío.

3.7.4.6 aguas extrañas relacionadas

A. El anegamiento de sistema

Uno de los problemas más graves que pueden ocurrir con el sistema de recogida está vacío lossof debido a "inundarla." Esto ocurre cuando las aguas residuales son ingresados en el sistema con aire atmosférico insuficiente detrás de él. Esto se traduce en la disminución constante de los niveles de vacío más allá de la sección mojada. Esto puede conducir a una depresión insuficiente para abrir las válvulas de vacío y, en última instancia, a las aguas residuales copia de seguridad en el hogar. En la mayoría de los casos, la sobresaturación es causada por el exceso de líquidos

(agua) extraños que entran en el sistema al mismo tiempo. Este es un problema muy difícil de abordar, ya que es típicamente relacionados con el tráfico ilícito, y difícil de encontrar, conexiones de aguas pluviales por el cliente. Un agresivo programa de enfermos durante la fase de conexión mantendrá problemas como estos a un mínimo.

B. Agua en Controlador Falla en la válvula en posición abierta el componente defectos han sido responsables de muchos de los fallos de la válvula en el pasado. Con estos fallos se redujo drásticamente por mejoras de componentes, uno de los restantes medios para, una válvula para fallar es a través del agua en el controlador. Agua en el controlador impedirá que pueda completar su ciclo y la válvula permanecerá abierta. Este problema es más probable que ocurra con el modelo "S" de la válvula con el modelo "ID" de la válvula.

En el modelo "S" o "D" del modelo de válvula, puede entrar agua en el controlador de dos maneras. En la primera forma, el agua que está presente en la cámara superior de la válvula entra directamente en el controlador como un resultado de la controladora no se aire y/or vacu um apretados. Una tightness test se realiza normalmente en la instalación, durante la visita de mantenimiento preventivo anual, y siempre que se realice el mantenimiento de emergencia de la válvula. La otra posibilidad es a través de la condensación en la tubería de aspiración. Una instalación correcta de la tubería del respiradero, con un drenaje que conduce a la válvula, evitará que este segundo caso ocurra.

Con el modelo "S" la válvula, una tercera posibilidad existe. En este caso, el agua llega directamente desde el cárter inferior al controlador. El modelo "S" la válvula requiere un cierre hermético entre las secciones superior e inferior del foso de válvula, de modo que una burbuja de aire puede ser atrapado por el uso de la válvula controladora durante su ciclo. La junta debe estar roto y agua a tomar el lugar del aire, se dibujará en el controlador cuando la válvula de vacío por ciclos.

3.8 Los costos del sistema

3.8.1 Costos de construcción

3.8.1.1 Asamblea

Algunas de las condiciones del sitio contribuyen al alto costo de instalación de alcantarillado convencional. Estos incluyen suelos inestables, rock, y un alto nivel freático. Además, limita la construcción de zonas o áreas que son planas también pueden resultar en altos costos de construcción. Utilizando las alcantarillas al vacío, los costos de construcción de estas difíciles condiciones, puede ser reducido. Pequeños tamaños de tubos instalados a profundidades son las principales razones para ello. La subida de la capacidad de transporte, incluso cuando se utiliza sólo en un grado muy pequeño, puede ahorrarle muchos dólares en

costes de instalación. Otra ventaja importante es la medida en que subsuelo obstáculos imprevistos que pueden evitarse. Cada uno de ellos individualmente considerado se traduce en menores costes. Consideradas en su conjunto, pueden resultar en un considerable ahorro de costes.

No es raro para una amplia gama de ofertas para ser recibidos en un ingeniero del primer proyecto vacío. Los contratistas no están familiarizados con las alcantarillas al vacío pueden pujar alto simplemente porque el miedo a lo desconocido (por ejemplo, oferta como si el

Proyecto tenían una gravedad alcantarillado). Igualmente es posible un contractor who bidstoo baja debido a una subestimación del esfuerzo requerido (por ejemplo, oferta como si se tratara de una línea de agua). Normalmente el costo se encuentra en algún punto entre estos dos extremos. Una vez que los contratistas tienen experiencia en la construcción de las alcantarillas al vacío, el spread entre baja y alta oferta Narrows. Entonces se hace mucho más fácil para el ingeniero para estimar los costos de construcción de futuros proyectos.

Hay muchos factores que afectan el costo de la construcción de las ofertas. Los materiales excedentes o faltantes, los índices salariales predominantes, la licitación local clima, área geográfica, época del año, la solidez del diseño de documentos, y la reputación del ingeniero de diseño son ejemplos de estos. Financiación y requisitos reglamentarios también juegan un papel importante en la estimación de costes de proyectos a la extentthat las reglamentaciones pueden ser una ayuda o un obstáculo para el contratista, el cliente y el ingeniero.

Debido a las muchas variables, precisa la estimación de los costos directrices están más allá del alcance de este manual. Las siguientes directrices generales, sin embargo, será de gran ayuda para el uso de la calculadora.

3.8.1.2 Sistema de tuberías

Instalación del tubo de precios son una función del diámetro del tubo, el material de la tubería, la profundidad de zanja, y las condiciones del suelo. Otros factores, tales como las entibaciones, deshidratación y restringida área de construcción condiciones tendrá un gran efecto sobre el precio.

Los sistemas de tubería se estima mediante la orientación de los proyectos del sistema de agua construido en la misma zona, si los materiales similares y especificaciones son utilizados. La mejor situación es aquella en la que el proyecto de la línea de agua fue diseñado y administrado por la misma construcción de ingeniería como firm está produciendo la estimación de costos de alcantarillado. De esta manera, proyectos similitudes y diferencias pueden incluirse en la comparación. Si la estimación de ingenieros no están familiarizados con el proyecto que están obteniendo orientación deben familiarizarse con las especificaciones de dicho proyecto para racionalizar las diferencias entre el proyecto. En algunos casos, los Contratistas Generales Asociados (AGC) puede resultar útil insight.

En la ausencia de una mejor información, la tabla 3-25 proporciona estimación de datos únicamente con fines de planificación. Este cuadro fue elaborado por Revisar puja tabulaciones de numerous proyectos en todo los Estados Unidos. Algunos proyectos se han construido tan barato que brig término rendimiento era cuestionable. Otros proyectos iad inusualmente estrictas especificaciones u otras características que resultó en los costos particularmente altos. Tanto el alto costo y la oferta de bajo costo tabulaciones fueron descartados, dejando promedios de gama media para producir la tabla.

La tabla 3-25. Unidad instalada promedio Costes (mediados de 1990)
Vacutirn Colectores y accesorios"

Elemento Coste unitario	(\$)
4-en la red 11.00/LF	
6-en la red 14.00/LF	
8-en la red 17.00/LF,,	
Para la alimentación extra en A.C. Pavimento 5.00/LF	
4-en la División 350 de válvula/ea.	
6-en la División 400 de válvula/ea.	
8 en la válvula de la División 550/ea.	
Toque calibre 50/ea.	
Ascensores 50/ea.	

La tabla 3-26. Los costos unitarios instalada promedio (mediados de 1990)
para que la válvula

Coste unitario Item	(\$)
Ajuste estándar de 2.300/ea.	
Ajuste de profundidad de 2.500/ea.	
Tanque de amortiguación único 3.000/ea.	
Doble depósito tampón 4.000/ea.	
Extra para Anti-Flotation Collar 100/ea.	
4-en 50 Ventilación auxiliar/ea.	
Ventilación externa 50/ea.	
Contador de ciclos opcional 125/ea	

Los precios incluyen el tubo de mobiliario y la instalación de la tubería, la excavación, la ropa de cama, relleno, la compactación, la prueba de vacío, limpieza y necesidades similares. No se incluyen los subsidios para elementos tales como excavación de roca, ingeniería y administración..

3.8.1.3 fosos de válvula

Foso de válvula Los precios variarán dependiendo del tipo de válvula, tipo de foso, y la profundidad del hoyo.

La válvula más común pit setting (configuración estándar) consta de los siguientes elementos:

- ø El modelo D-3 en w/controlador de la válvula de vacío
- ø 16 x 30 en fibra de vidrio - profundo sumidero cónico
- ø 27 x 36 en fibra de vidrio foso de válvula - 42 en profunda
- ø Hoyo abajo
- ø Bastidor de hierro colado y cubierta
- ø 3-en la línea de aspiración
- ø 2-en línea sensor
- ø Todas las tuberías/conductos pasamuros de hardware para las aberturas de la gravedad 4: Ramal-out - 6 pies de largo
 - o o

La tabla 3- Promedio de costo instalado (mediados de 1990) para la estación de vacío

27. Tema,	No. Equipo	Construcción Costo	Instalado Costo	Total Costo
	(\\$)	(\\$)	(\\$)	(\\$)
Estación de	10-25	50.000	25.000	95.000
Estación de	25-50	75.000	30.000	130.000
Estación de	50-150	90.000	40.000	160.000
Estación	100-300	120.000	50.000	210.000
Estación	300-500	140.000	60.000	250.000
Estación	>500	170.000	75.000	320.000

* Incluye el generador

Más opciones que contienen los mismos elementos, excepto el 30 de sumidero profundo es sustituido por un 54-en profundo sumidero.

Solo tanques buffer constan de los siguientes elementos:

- El modelo D-3 en w/controlador de la válvula de vacío
- 4-en diámetro de alcantarilla de hormigón - profundidad variable
- Bastidor de hierro colado y cubierta
- 3-en la línea de aspiración
- 2-en línea sensor
- Todas las tuberías/conductos hardware
- Todo el hardware de soporte de tubo
- 4-en la gravedad ramal-out - 6 pies de largo

Tabla 3-26 da unidad instalada promedio de precios para los diversos ajustes de foso de las válvulas y accesorios. Los precios incluyen los gastos de mobiliario e instalación del foso de válvula, excavación, ropa de cama, material de relleno, compactación, prueba de vacío, y la superficie de la restauración.

3.8.1.4 Estaciones de vacío

El precio de una estación de vacío de diseño personalizado depende mucho del equipo seleccionado, el tipo de estructura que se encuentra en; y la cantidad de excavación requerida.

El coste de los equipos varía con la capacidad requerida para cada componente. Equipo para una estación de vacío típico incluye:

- Bombas de vacío (2)
- Las bombas de aguas residuales (2)
- Generator
- El tanque de recogida
- Depósito
- Los controles de nivel
- Centro de control de motores

Un paquete vacío, utilizado para la estación más pequeño (<250 gpm)
Proyectos, incluye el equipo anteriormente mencionado, con la excepción
Del generador y depósito. Este equipo es:

Montado, pintado y probado en la fábrica y luego se embarcan en una plataforma para la colocación en el edificio.

La tabla 3-27 presenta el promedio de precios para ambos customall instalado estaciones), tuberías, estaciones eléctricas, la excavación, la restauración y la mano de obra.

3.8.2 Técnicas de estimación

La mayoría de los ingenieros son capaces de estimar los costos de capital en su área geográfica de práctica una vez material importante ,costos de componentes son conocidos. Los costes de instalación pueden ser desarrollados por analizar el esfuerzo requerido para instalar tecnología convencional y aplicar las modificaciones adecuadas a los precios unitarios para corregir las condiciones del sitio local. Utilizando prácticas de la ingeniería de sonido el ingeniero debe ser capaz de hacer una estimación bastante precisa de los costos de construcción. Los pasos siguientes pueden ser de algunos. para ingenieros considerando las alcantarillas al vacío

Para la primera vez:

- Analizar la oferta de otros proyectos de tabulaciones de vacío. Es

Utilizar un proyecto desirableto th en está en la misma área geográfica al _ y .tiene similares condiciones de sitio.

- Solicitar un conjunto de planos y especificaciones a fin de obtener una visión completa de lo que cada elemento incluye la puja. Pregunte acerca de cualquier licitación inusual o peculiar conditions.
- Estimar el costo del sistema mediante la aplicación de precios unitarios modificado que tome en consideración la configuración regional y de las condiciones del sitio.
- Correctos para la inflación aplicando el í n d i c e

d e c o s t e
a d e c u a d o
.

Debido a los muchos factores que influyen en la oferta,
es difícil, u para decir si el procedimiento anterior producirán
la información de valor cuantitativo, cualitativo, aunque la
asiste
ncia
es pro
bable.

La tabla 3-28. Típicos componentes de costo de O&M

Suministros	Normal, prevención, mantenimiento de emergencia
LA W Clerical Power	Billing Vacuum y bombas para aguas residuales, teléfono, agua, combustible, amortización
Utilities Transportation/Mu:	Vehicle ins.
Mantenimiento.	Mantenimiento profesional
Gastos conexiones	contracts Insurance fees Renewal y
Equipment Future	sustitución (fondo de amortización) cantidad de barbecho (si es necesario).

3.8.3 Costos de operación y mantenimiento

La ventaja evidente de la utilización de las alcantarillas al vacío es un ahorro de costos de capital. Sin embargo, este ahorro puede venir a expensas de los altos costos de operación y mantenimiento (O&M). Entonces la pregunta es, es el ahorro de costo de capital suficiente para compensar el incremento en gastos de O&M? un presente digno de análisis, donde los costes del ciclo de vida se convierten en valores actuales, va a contestar esta pregunta. Este análisis, sin embargo, sólo es válido si el capital razonable y O&M se usan las cifras de costo.

Debido a la naturaleza relativamente nuevo de las alcantarillas al vacío, apenas existen datos del costo histórico. Esto es especialmente cierto para los costos de operación y mantenimiento. Esta falta de datos ha llevado a muchos a la conclusión de que las alcantarillas al vacío debe ser intensivo O&M. Un examen de los registros de funcionamiento de los sistemas analizados en este capítulo sugiere que previamente publicado cifras de O&M ya no pueden aplicar. Ello por dos razones. En primer lugar, las cifras anteriores se basan en datos muy limitados sobre unos sistemas tempranos. En segundo lugar, se han traducido en mejoras de componentes significativamente menos llamadas de servicio y menores costos de operación y mantenimiento (O&M). Estos factores requieren que los datos publicados anteriormente se utiliza sólo como una estimación conservadora, a sabiendas de que el estado de la técnica.

La información obtenida de los sistemas que fueron visitados en 1989 fue utilizada en la formación de la estimación de las tablas que siguen. Los datos del sistema de pinos del océano no se incluyó ya que este sistema no es representativo del estado actual de la tecnología de vacío.

La tabla 3-28 muestra las típicas O&M componentes de costos.

La tabla 3-29. Person-Hour estimar factores

	Baja Media Alta		
	(Person-Hour/Yr/Valve)		
Normal	0.4	3.9	1.7
Medidas	0.5	1.1	0.7
Emergencia	0.2	1.2	0.8
Total	1.6	4.8	3.2

Trabajo 3.8.3.1

Los costes laborales se calcula multiplicando el número de horas-hombre requeridas por la tarifa por hora, y la adición de beneficios marginales. La tasa anual de horas-persona requisitos se compone de normal, preventivos y de mantenimiento de emergencia. Para el mantenimiento normal, no se necesita un operador las 24 horas del día para supervisar el sistema, como Marcador de teléfono hace esto para él. Sin embargo, alguien debe estar disponible las 24 horas del día en caso de que el Marcador de teléfono llamadas con un problema. En este sentido, sistemas de vacío son únicos. Muy pocos problemas en un sistema de vacío puede ir sin corregir para cualquier longitud de tiempo sin causar un efecto acumulativo.

El funcionamiento general de la entidad responsabilidades deberían tenerse en cuenta a la hora de estimar la labor costs. Por ejemplo, la entidad podría también ser responsable de otras instalaciones de alcantarillado, o incluso de las instalaciones de abastecimiento de agua. En estos casos, el personal operativo generalmente son compartidos. Al final del año, el tiempo asignado a la operación del sistema de vacío, probablemente se refieren exactamente al esfuerzo requerido (por ejemplo, 1 hr/d más algunas horas facturadas a mantenimiento de emergencia). Si las instalaciones generales son lo suficientemente grandes como para justificar los diferentes turnos de trabajo de emergencia, lo más probable es que se hará sin horas extraordinarias.

Existe una situación totalmente diferente para el funcionamiento de entidad sino un sistema de vacío de tamaño similar. Normalmente, un operador de tiempo completo es contratado. Esta persona cobra 8 hr/d para el mantenimiento del sistema, aunque la mayoría de los días que pasará mucho menos que esto. Si un problema se desarrollan después de las horas normales de trabajo, lo más probable es que se les paguen horas extraordinarias. Aunque ambos operadores pasarán la misma cantidad de tiempo real de mantenimiento, la cantidad de tiempo facturado será totalmente diferente. El ingeniero debe analizar minuciosamente el funcionamiento global del cliente, teniendo en cuenta la posibilidad de

compartir los deberes, antes de hacer una estimación de los costos de mano de obra.

Mantenimiento preventivo programado que suele hacerse por la fuerza laboral normal durante las horas de máxima actividad. A causa de esto, el mantenimiento preventivo es usualmente reportada como mantenimiento normal.

Mantenimiento de emergencia manytimes requiere de personal después de las horas normales de trabajo. El resultado es el pago de horas extraordinarias. Mantenimiento de emergencia normalmente requiere dos operarios o uno más de un ayudante.

La tabla 3-29 presenta un rango de horas-persona requerida por año en función del número de válvulas de vacío. Como tal, los valores indicados deben considerarse como valores realistas para nuevos sistemas con buen diseño, construcción y operación.

Los costos de energía para las bombas de vacío y las aguas residuales se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = 0,746 \text{ THC}$$

Cuando un operador de tiempo completo, es para ser contratado, independientemente del volumen de trabajo previsto, los valores en la tabla 3-20 no debe ser usada. En este caso, se calcula que el costo anual de horas-persona requisitos deberían incluir el horario a tiempo completo de empleo más una estimación de las horas extraordinarias (de emergencia) de horas de mantenimiento, tomando en consideración el trabajo de horas extra generalmente requiere dos personas. No subsidio es necesario para el normal o el mantenimiento preventivo, ya que estos pueden realizarse durante las horas normales de trabajo.

La siguiente ecuación puede usarse para calcular las horas de trabajo anuales para el caso de un operador a tiempo completo. Esta ecuación asume una semana laboral de 40 horas y que el 50 por ciento del mantenimiento de emergencia ocurrirá durante las horas normales de trabajo.

$$2080 \text{ HR/año} + (0,5 \times \text{EMF válvulas} \# \times 2)$$

Donde,

EMF = Factor de mantenimiento de emergencia de la Tabla 3- . 29

Por ejemplo, un sistema con 200 válvulas y un promedio de EMF (0,8 hr/yr/válvula) supondría un requisito laboral anual de $2.080 + 160$ o 2,240 horas, dada la amplia gama de EMF en la tabla 3-29, este requisito puede variar de 2.120 horas a 2.320 horas.

3.8.3.2 Clerical

Esta partida incluye salarios para el personal administrativo. Incluyó también serían los costes de facturación, por ejemplo, sobres y sellos. Como los costes de mano de obra, el valor de este tema probablemente dependerá de si la entidad tiene un funcionamiento continuo que requiere el personal de la oficina. Si es así, los costos se limitarán a los gastos directos de facturación única.

3.8.3.3 Power

Se necesita energía para las bombas de vacío, bombas de aguas residuales y para la calefacción y la iluminación de la estación de vacío. Una vez que el diseño se ha completado, es posible estimar con precisión el consumo anual de energía.

La tabla 3-30. Consumo de alimentación de la estación de vacío
Estimar los factores

comunicaciones de radio en lugar de un teléfono. El
combustible puede ser requerido para la standby

	Lovi	
	(kWhNr/Ciente).	151
160 460 250		

Alta Average

Donde:

P = costo anual de energía (\$)

T = Tiempo de operación (HR/año)

H = Potencia

El coste de la electricidad (\$/kWh).

Esta ecuación no incluyen ningún recargo la compañía de energía eléctrica podrán evaluar en los picos de demanda. La estructura de la tasa local de la empresa de energía debe ser analizada y un recargo apropiado pstimated.

La capacidad de las bombas de vacío, y los requisitos de potencia resultante, puede determinarse mediante las ecuaciones de la sección 3.4. Asimismo, el tiempo de ejecución de las bombas de vacío puede también ser determinado. Un subsidio adicional, normalmente un 10-20 por ciento deben hacerse en el tiempo de ejecución para tener en cuenta las fugas, roturas y averías de la válvula.

La capacidad de las bombas de aguas residuales y los requisitos de potencia resultante fueron discutidas anteriormente. En tiempo de ejecución diaria se puede calcular dividiendo el flujo promedio (GPD) por la tasa de descarga pormal (gpm) y nuevamente por 60 para convertir las unidades. Tiempo de ejecución anual se calcula multiplicando el resultado por 365.

También hay costos de energía para calefacción, ventilación e iluminación en la estación de vacío, que por lo general ascienden a menos de \$50/mes.

Para fines de planificación, los valores que se muestran en la tabla 3-30 puede ser utilizada para estimar el consumo anual de energía para toda la estación de vacío.

Cabe señalar que el factor de alta se muestra en la Tabla 3 una representación más precisa de los requisitos de potencia de los últimos sistemas de vacío.

3.8.3A

• Utilidades

Las utilidades en la estación de vacío generalmente incluyen agua, teléfono y combustible. El agua puede ser necesaria para los sumideros, baberos, manguera o retretes. Un teléfono es necesaria para que el sistema de supervisión de fallos. Algunos sistemas hacen uso de los teléfonos celulares, mientras que otros utilizan las

Generador. El costo de estas utilidades generalmente es inferior a la \$50/mes.

3.8.3.5 Transporte

Los gastos del vehículo para mantener el sistema serán efectuados. Para estimar los efectos, una multiplicada por el kilometraje anual estimado de millas será suficiente. Esta tasa debería incluir amortización, depreciación del vehículo, impuestos y similares. Es necesario Mileage para las tareas siguientes:

- Visitas diarias a la estación de vacío
- Visitas anuales a fosos de válvula para mantenimiento preventivo
- Mantenimiento de emergencia periódicos

3.8.3.6 suministra/mantenimiento

Al igual que con un sistema convencional, ciertos suministros serán necesarios. La reposición de piezas de repuesto y el inventario se incluye en este tema, como son el petróleo, fusibles, tablas, gráficos y plumas. Compra inicial de puntos de descuento por cantidad debe maximizarse para aprovechar los bajos costos unitarios en comparación con los subsiguientes precios para el reemplazo.

Contratos de servicio para los generadores de emergencia, así como la

El combustible para los generadores, también pueden incluirse en este tema.

3.8.3.7 gastos misceláneos

Otros gastos incluyen los seguros y el mantenimiento de las estructuras del sistema, así como servicios profesionales (ingeniería, contabilidad, aspectos legales) que pueden ser necesarios durante el año.

3.8.3.8 La renovación y sustitución de equipos

Anualmente una cuenta de retirada debe ser establecido para generar fondos suficientes para la renovación y sustitución de equipo pesado. El costo anual se calcula dividiendo el costo de la sustitución por la vida útil. Esta cantidad es generalmente reservada en una cuenta generadora de intereses hasta que sea necesario. Dólares actuales pueden ser utilizados en la estimación, ya que los ingresos de intereses más probable es compensar la inflación. Métodos alternativos dictados por los organismos reguladores también pueden ser empleadas.

Tabla 3-31 enumera los principales elementos de equipo y su vida útil.

3.8.3.9 Las conexiones de servicio futuro

Los costos de las futuras conexiones de servicio tendrán que incluirse en la O&M de presupuesto. A diferencia de los sistemas convencionales, donde una conexión futura puede ser relativamente barato, una futura conexión de vacío puede ser bastante muy costoso. Los costos de una válvula, válvulas pit/sumidero, racores, tuberías, y la mano de obra puede exceder \$2,000.

tabla 3-31. Renovación y sustitución de factores típicos de Equipo pesado

Tema	Vida útil (yr)
Bombas de vacío	10
Bombas de aguas residuales	10
Reconstrucción de válvula de	6
Misc. El equipo de la estación	10

La mayoría de los sistemas que fueron visitadas simplemente carga el futuro cliente el costo de la conexión. Esto no parece ser un problema, ya que la mayoría de casas nuevas tendría un gasto similar para un sistema de lote. En este caso, el presupuesto operativo anual no ha de incluir un elemento de línea para futuras conexiones de servicio.

En Virginia Occidental, sin embargo, este no es el caso.⁶ utilidades de alcantarillado están regulados por una comisión de servicio público. Esta agencia es renuente a aprobar un toque tasa superior a \$250, independientemente del tipo de sistema. Por esta razón, la entidad debe incluir el costo de futuras conexiones en su tasa anual de paquete como una retirada. El costo total de la instalación es descontada por los \$250 toca fee y multiplicado por el número de anual estimado en futuras conexiones. Dado que algunos futuros clientes pueden ser capaces de conectar a un foso de válvula existente, compartiendo un factor puede ser aplicado. Este método requiere que los clientes actuales para subsidiar el costo de las conexiones futuras.

Una modificación de este concepto incluye una cantidad establecida de prefinanciación de las conexiones en el futuro en la construcción del presupuesto de capital anual y ajustar la cantidad de barbecho en consecuencia. Un ejemplo de cálculo de este importe de barbecho:

Nº de clientes de vacío	140
Válvulas de vacío No.	110
Factor de intercambio, porcentaje	78
La tasa de crecimiento de 20 años,	15
Coste de servicio nuevo \$	2,000/ea
Puntee en Tarifa, \$	250/ea
Nº de conexiones con financiación anticipada	8
Coste neto de conexión, \$	2,000 - 250 . 1.750
Retirada total requerida, \$	1.750 x 8 = 14.000
Barbecho anual requerida, \$	14,000/20 = 700

3.8.4 Evaluaciones de carga de usuario

Para generar suficientes ingresos para compensar los gastos, la entidad debe desarrollar un sistema de cargo del usuario. Componentes del presupuesto anual son:

- Trabajo
- gastos de O&M
- Oficinistas

La tabla 3-32. Ejemplo de presupuesto anual

	Depresión	Presión/Gravedad	Planta de Tratamiento	Total
O&M				
Mano de obra	3.500	2.000	14.300	19800
Oficinistas	460.	540	0	1.000
Power	2.200	2.000	6.900	11.100
Utilidades	750	500	750	2.000
Transporte	1.400	200	400	2.000
Consumibles y mantenimiento	1.500	200	1.630	3.330
Gastos misceláneos	1.000	500	2.000	3.500
Productos químicos	0	0	1.200	1.200
Reparación/sustitución de	1.600	3.100	2.200	6.900
Conexión del servicio en el futuro	700	65	0	1.350
Total de O&M	13.110	9,690	29,380	52,180
El servicio de la deuda	70.434	70.434	11,710	45,020
Presupuesto total anual	\$29,765	\$26,345	\$41,090	\$97,200

- Power
- Utilidades
- Transporte
- Consumibles y mantenimiento
- Gastos misceláneos
- Sustitución y renovación de equipos de conexión del servicio en el futuro
- El servicio de la deuda

Proyecto está programado para la construcción en 1991, con

Existen diferentes métodos de elaboración de las tarifas. Un método común incluye una carga basada en el consumo de agua medido, con una tarifa plana para no metered usuarios. La estructura de tarifas puede ser el mismo para todos los niveles de uso, o podrían disminuir el uso del agua aumenta. Otros simplemente cobrar una tarifa plana para todos los usuarios. No importa cuál sea el sistema utilizado, las tarifas deben ser suficientes para generar los ingresos necesarios.

La mayoría de los aranceles incluyen disposiciones forta honorarios. Estos cubren generalmente un usuario inicial del sistema, así como los futuros usuarios. El toque inicial honorarios son generalmente utilizados para cubrir gastos de inicio. Toca los honorarios para futuras conexiones se utilizan para compensar la totalidad o parte del costo real para realizar la conexión.

Como ejemplo, el presupuesto operativo anual proyectado de Un proyecto en Virginia Occidental" se presenta en la tabla 3-32. Este

La operación comenzará en 1992. El proyecto consta de una colección de híbridos (sistema de vacío, presión y gravedad) y una planta de tratamiento.

Información general del proyecto de presupuesto anual de ejemplo:

	Presión/ vacío total de la planta de tratamiento de la gravedad		
Const. Cuesta \$ 1.000.000	1.000.000	750.000	2,750,000
No. Conexiones 140	160	300	300

3.9 Consideraciones sobre la gestión del sistema

3.9.1 Propietario responsabilidades

El uso del sistema debe cumplir con los requisitos de la Ordenanza sobre el usuario. Requisitos típicos incluyen que el propietario no debe conducir o construir sobre el tanque y debe proteger las instalaciones contra daños. Descarga de materiales inflamables, ácidos, cantidades excesivas de grasa, toallas sanitarias, u otros elementos de aguas residuales no se desanime. Este requisito difiere muy poco de la ordenanza usuario requisitos para alcantarillado convencional. El uso adecuado del sistema se traduce en la reducción de tarifas a los usuarios y mejora la fiabilidad.

3.9.2 Alcantarillados responsabilidades

Una vez que todos los clientes están conectados, la Autoridad se centra en proporcionar un servicio eficiente, confiable a sus

Los clientes. Para lograr esto, el personal operativo debe ser capaz, confiable y experto. De suma importancia es la actitud. Un operador que no creen en el sistema acabará por provocar el sistema operando por debajo de su potencial en términos de fiabilidad y costes. A la inversa, una buena actitud onewith utiliza la creatividad para sacar más provecho del sistema de lo que originalmente se había planeado.

Para accionar cualquier sistema a un alto nivel de eficiencia que requiere un uso de alcantarillado ordenanza. Este documento establece normas coherentes para todos los usuarios a seguir. Se incluyen especificaciones de material para la construcción de alcantarillas, mínima pendiente de requisitos y ubicaciones de ventilación. De extrema importancia a la Autoridad es una limitación del uso del vacío de alcantarillado sanitario para desechos solamente, como en aguas extrañas causará problemas operacionales.

Un programa activo para la identificación de las fuentes de agua ajenas deben ser desarrollados. Esto puede incluir pruebas de humo y prueba de tinte. Para identificar y cuantificar las fuentes de agua añadida, la autoridad puede tomar ventaja de una característica integral de un sistema de vacío: el contador de ciclos. Este dispositivo cuando está conectado a la válvula, registrará el número de veces que se abre la válvula en un período determinado. Sabiendo que cada ciclo es de aproximadamente 38 L (10 gal), la autoridad puede estimar, sobre la base de registros de consumo de agua, el número mínimo de ciclos overthat esperado período. Cuenta mucho por encima de la esperada, puede ser un signo de agua añadida. Para cuantificar la cantidad, el número de ciclos se multiplica por 38 L (10 gal) y se compara con el consumo de agua. Escuchando la ventilación auxiliar para el sonido del agua corriendo cuando no hay actividad generadora de las aguas residuales está teniendo lugar también puede proporcionar pistas para fuentes de agua añadida.

La Autoridad también es responsable de las futuras ampliaciones del sistema. Esto incluye una correcta planificación, diseño y construcción de este tipo de extensiones. Por último, las futuras conexiones con el actual sistema son realizadas por la Autoridad de conformidad con las disposiciones de la Ordenanza de uso de alcantarilla.

3.9.3 Otras Entidades

Durante las fases de planificación, diseño y construcción de sistemas de alcantarillado, hay muchos diferentes entidades involucradas. Dos de ellos son los organismos de reglamentación y el ingeniero. Es en esos momentos que muchas decisiones se toman y los detalles finalizados. A menudo, estas entidades ver el inicio de un sistema como su última participación. Aunque esta actitud es comprensible, no es aceptable. Es necesaria la implicación continua ayuda a desarrollar una base de experiencia con sistemas más modernos, que permite que las aplicaciones inteligentes en el futuro.

El ingeniero debe dedicar una cantidad de tiempo significativa durante el inicio del sistema. Deben ejecutarse pruebas simuladas y problemas para ver si el sistema está funcionando como se ha diseñado. Periódicamente, los registros operativos deben ser analizadas para propósitos de suficiencia presupuestaria. Los problemas y sus soluciones deben ser registrados. En resumen, el ingeniero debe utilizar la experiencia adquirida en el funcionamiento del sistema para ayudar a desarrollar mejoras en futuros diseños.

Asimismo, las agencias reguladoras deben dar seguimiento a la operación de un nuevo sistema. Información sobre los problemas, incluidas las causas y los remedios, debería ser recopilado. Los datos deben obtenerse de costo. Este tipo de información puede ser utilizada para futuros proyectos.

Esta es la actual carencia de información que hace que muchos ingenieros y a las agencias reguladoras a rehuir una nueva tecnología. Se ha convertido en easierto ser conservador y, por tanto, excesivamente crítico, en lugar de aprender los detalles de una nueva tecnología, no importa cuán rentable.

3.10 Referencias

Cuando un número NTIS es citado en una referencia, referencia que está disponible en:

Servicio Nacional de Información Técnica
5285 Port Royal
Road Springfield, VA
22161 (703) 487-4650

011, NTIS N° PB-299608. Ee.Uu. Agencia de
Protección Ambiental, Cincinnati, Ohio, 1977.

1. R. Naret. *Las alcantarillas al vacío: la construcción y el funcionamiento de la experiencia*. Presentado en la ASCE 1988 Conferencia sobre gestión de la planificación de los recursos hídricos en Norfolk, Virginia.
2. Manual de diseño AIRVAC, Rochester, in., 1989.
3. O.F. Robles. *El Manual de operación y mantenimiento de los servicios públicos del Distrito del Condado de Ohio, 1990*.
4. *Alternativas para pequeños sistemas de tratamiento de aguas servidas*. EPA/625/4-77-

5. J.W. Rezek y L.A. Cooper. ***Informe preliminar sobre el vacío del sistema de alcantarillado en el Lago del Bosque, VA., Volumen 1: Programa de prueba de campo hidráulico.*** Informe preparado para el Lago del Bosque, empresa de servicios y utilidades, Inc., Henry, y Meisenheimer Gende, Inc., Libertyville, Illinois, noviembre de 1974.
6. Cerrone & Associates, Inc. ***Unión del Distrito de Servicios Públicos de Williams, el Informe Final de ingeniería.*** De enero de 1990.

El procedimiento utilizado, dos elementos que requieren atención. En primer lugar, todo el sistema de tuberías de ventilación desde la cúpula a la conexión al controlador deben ser estancas. Segundo, la tubería debe inclinarse hacia el foso de la válvula.

B. Ventilación auxiliar

A 10 cm (4") se requiere ventilación de PVC en la construcción de alcantarillas. Su finalidad es proporcionar una cantidad suficiente de aire para actuar como la fuerza impulsora detrás del líquido que es evacuado desde el cárter inferior (véase la sección 1.3 para una discusión sobre el funcionamiento del sistema). Con un modelo de acuerdo, una función secundaria es proporcionar el necesario aire atmosférico para el correcto funcionamiento del controlador.

La ventilación auxiliar es de 10 cm (4 in) de tubo de PVC y accesorios (Figura 3-20). La mayoría de las entidades exigen que se encuentra frente a una estructura permanente, como la casa o una pared. Para evitar la congelación de válvula en climas fríos, la ventilación debe ser de un mínimo de 6 m (20 pies) desde el foso de la válvula, permitiendo que el calor de las aguas residuales el tiempo para calentar el aire.²

C. Contador de ciclos

Para controlar el número de ciclos de válvula, un contador de ciclos está disponible.² Este dispositivo está diseñado para el montaje directo de la válvula de vacío o el muro de boxes de válvula (Figura 3-21). La unidad está encerrado en una caja hermética con un nylon transparente encima.

Con este dispositivo, es posible controlar el número de ciclos de una válvula particular. Normalmente se utilizan contadores de ciclo, donde un gran uso del agua está previsto para determinar si la válvula está razonablemente capaces de mantener el flujo.

Algunas entidades utilice el contador de ciclos como un dispositivo dosificador.⁵ conocer el número de ciclos y el volumen aproximado por ciclo, uno puede calcular la cantidad de aguas residuales a través de la válvula de vacío durante un período determinado.

La válvula puede ser estimado y medido en comparación con el uso del agua. A partir de esto, es posible determinar si el agua está ingresando al extraño vacío generalmente de alcantarillas y en qué cantidades.

No es necesario tener un contador de ciclos para cada válvula (a menos que estén siendo utilizados como un dispositivo dosificador para fines de facturación), ya que son pequeños y pueden trasladarse fácilmente de un lugar a otro. Se recomienda que la lista de piezas de repuesto incluyen varios contadores de ciclo.

3.4.5 División de válvulas y Cleanouts

Válvulas División 3.4.5.1

La División se utilizan las válvulas de vacío colectores mucho como están en la red de agua. Enchufe de válvulas y válvulas de compuerta asentada resistente se han utilizado con éxito, aunque se debe tener cuidado en el proceso de selección para asegurar su fiabilidad. Ubicaciones típicas de división válvulas están en rama/principales intersecciones, a ambos lados de un cruce del puente, en ambos lados de las zonas de suelo inestable, y en intervalos periódicos en rutas largas. Los intervalos varían de acuerdo con el juicio de los ingenieros, pero es típicamente 450-600 m (1,500-2,000 pies).

Las válvulas deben ser capaces de sostener un vacío de 60 cm (24 in.) Hg. Las especificaciones de los contratos debe pedir un certificado de prueba desde un laboratorio independiente para comprobar esto.

AIRVAC recomienda que la carrocería, capot, elemento de cierre, y uniones deben ser fabricado de hierro fundido igual a ASTM al.26, Clase B, con el elemento de cierre están cubiertos con una precisión moldeada buna-N orientada a actuar como superficie de asiento resistente; con una superficie de 90 por ciento puro níquel pulido para un acabado de 14 RMS.²

Válvulas de 10 cm (4 pulg.) y pequeñas pueden ser accionadas directamente mientras todos de 15 cm (6 pulg) y deberían estar provistos con actuadores de marcha.

Las tuercas de funcionamiento debe ser de hierro fundido igual al ANSI26 Clase B. El pasador de conexión o clave debe ser _ de acero inoxidable. Tuercas de aluminio no son aceptables.

Las válvulas deben instalarse en una válvula de verificación conforme a los códigos locales, con la tuerca manual ampliado a una posición donde se puede acceder con la llave de la válvula estándar.

Diseños recientes han incluido un calibrador toque, ubicado en el lado posterior de la división de la válvula (Figura 3-22). Su propósito es permitir el control de vacío por una persona en el campo, en lugar de necesitar dos personas (una para Accione la válvula en el campo y leer el indicador de vacío en la estación de vacío).

3.4.5.2 Cleanouts

Cleanouts, denominados puntos de acceso en la terminología de la cloaca de vacío, se han utilizado en el pasado. Su uso ya no es recomendado en sistemas con válvula de alta densidad ya que el acceso a la principal de vacío puede ser adquirida en

cualquier arqueta. Sin embargo, algunos códigos de estado todavía requieren cleanouts para instalarse en los intervalos especificados. En estos casos y en tramos donde las válvulas son inexistentes, puntos de acceso debe construirse similar a la figura 3

3.4.6 Los malos olores y la corrosión

Hay pocos problemas de olor reportada con las alcantarillas al vacío. Hay tres factores responsables de esto: 1) el sistema está sellado, 2) El aire se introduce en grandes volúmenes en cada flujo de entrada, y 3) los tiempos de detención son cortas.

Todo el sistema, desde el foso de la válvula a la estación de vacío, está sellada. La válvula de sumidero de boxes que contienen las aguas residuales deberían someterse a la prueba de estanqueidad, tanto en la fábrica como en el campo después de la instalación. El sistema de tuberías no contenga aire lanzamientos. El tanque de colector en la estación de vacío, en el cual todos los colectores, es un recipiente hermético al vacío.

Hay una gran cantidad de aire introducido en el sistema de válvula en cada hoyo. El aire líquido ratio, por volumen, normalmente es de 2:1 o superior. Esta cantidad de aire en la prevención del sida de aguas residuales sépticas.

El típico ciclo de la válvula de volumen es de aproximadamente 38 L (10 gal). Este pequeño volumen aumenta la frecuencia de los ciclos de la válvula. Una vez en la principal, las aguas residuales que viaja a velocidades superiores a 4,5 m/s (15 fps). Además, la relativa al aire líquido en el volumen principal es bastante baja. Estos factores resultan en un corto tiempo de detención, que también ayuda en la prevención de aguas residuales sépticas.

La excepción a la discusión sobre los olores ocurre cuando se utilizan tanques buffer concretos. A diferencia de los ajustes, tanques de fibra de vidrio están abiertos desde el sumidero a la parte superior del pozo. Los operadores deben ser cuidadosos de la acumulación de gases de alcantarilla en estos tanques cuando realice el mantenimiento, aunque el volumen de aguas residuales presentes en el depósito generalmente no es lo suficientemente grande como para producir niveles peligrosos de sulfuro de hidrógeno. Además, estos tipos de tanques que normalmente se utilizan para atenuar las grandes corrientes, permitiendo que las aguas residuales más tiempo para girar séptico. Esto no representa un problema en la red, ya que el sellado de tuberías de PVC no se ve afectado por las aguas residuales sépticos.

Todas las partes del sistema que se encuentran en contacto con las aguas residuales son, ni PVC, ABS,

reforzado con fibra de vidrio, caucho o acero inoxidable, que son resistentes a la corrosión. Como tal, la corrosión no ha sido un problema en las alcantarillas al vacío.

La acumulación de grasa es un motivo de preocupación en las estaciones de elevación convencionales, así como en estaciones de vacío. La grasa se acumula en los controles de nivel y a los lados del depósito de recogida de vacío. Las trampas de grasa son típicamente requeridas en aplicaciones tales como restaurantes para minimizar estos problemas.

La grasa no ha presentado problemas en colectores de vacío. Cuando las aguas residuales es evacuado desde el sumidero, la aspiración generalmente tira flotable grasa en la red de vacío. Puesto que las aguas residuales se mueve a través de la red a velocidades elevadas, hay poca oportunidad de grasa en el desagüe que se acumula en el sistema a cualquier nivel que puede causar una obstrucción.

3.4.7 Diseño de la estación de vacío

Nomenclatura utilizada en el diseño de la estación se da a continuación:

Definición del término

Q Q máx.	La estación de pico de flujo (gpm)
$Q_{\min}$.	Estación de flujo (gpm)
O_{CT} ,	promedio mínimo de la estación de flujo (gpm)
V_o	Capacidad de la bomba de descarga (gpm)
A_{PV}	capacidad de la bomba de vacío (CFM)
V_t	tanque de recogida operativo Colección gal de volumen volumen del depósito (gal) Depósito volumen (gal).
V_P	Sistema de bomba de tiempo (min) sistema de tuberías (gal) del volumen total del volumen del sistema (gal) Cabeza Dinámica Total
TDH	
H_g	
H_f	
FL_y	

3.4.7.1 Bombas de vacío

Bombas de vacío puede ser cualquiera de las paletas deslizantes o el tipo de anillo líquido". En cualquier caso, las bombas Se debe ser enfriado por aire' y tener un mínimo de vacío (final) de 74,4 cm (29,3 pulg.) Hg a nivel del mar. Las bombas, debe ser capaz de funcionar de forma continua. Duplicar las bombas, cada uno capaz de entregar el 100 por ciento del caudal de aire requerido, debe ser proporcionada.

Para cambiar el tamaño de las bombas de vacío, la siguiente ecuación tiene éxito empírica:

= Una Q_m de 7.5 gal/cu ft "A" varía empíricamente con longitud principal como se muestra en la Tabla 3-8.1 La bomba de vacío de tamaño mínimo recomendado es de 70 US (150 cfm).

La lubricación debe ser proporcionada por una parte integrante, recirculación completamente el suministro de petróleo. El sistema de separación de aceite también debe ser integral. Toda la bomba, el motor y el escape debe ser ensamblados y probados en fábrica con la unidad montada sobre amortiguadores de vibración, y no deben requerir consideraciones especiales o fundación de montaje.

3.4.7.2 La bomba de descarga

Duplicar las bombas, cada uno capaz de proporcionar la capacidad de diseño. En la TDH especificado debe ser utilizado.

Cada bomba debe estar equipada con un lugar cerrado, tipo inatascables, dos puertos, rodete de hierro gris, estática y dinámicamente equilibrado, capaz de pasar de 7,5 cm (3") esfera. El rotor debe ser introducido y sujetado a un eje de acero a prueba de estrés por un tornillo de seguridad de acero inoxidable o la contratuerca. Bombas deben tener una abertura de inspección en la caja de descarga.

Una certificación del fabricante de bombas que las bombas son adecuadas para su uso en una instalación de alcantarillado de vacío se recomienda encarecidamente.

Igualar las líneas han de ser instalados en cada bomba. Su propósito es eliminar el aire de la bomba e igualar el vacío a través de la impelente. 1. tubo de PVC transparente, se recomienda para su uso como pequeñas fugas de aire y obstrucciones será cara visible para el operador del sistema. En las pequeñas bombas de descarga (generalmente menos de 100 gpm), las líneas de compensación deben estar equipados con válvulas motorizadas puerto completo que cierran cuando las bombas están en funcionamiento.

Para cambiar el tamaño de la descarga de bombas,

utiliza la siguiente ecuación: $Q_{cipo} = Q$

=Factor de Pico -x-

(factores pico típica es de 3-4).

El cuartel general se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$TDH = h_s + H_i$$

TDH es "calculado utilizando procedimientos estándar para la fuerza de red eléctrica sin embargo, la cabeza atribuida a la superación de la colección vaouutn en el depósito (H_g) también debe ser considerado. Este valor es normalmente de 7 m (23 pies), lo que equivale aproximadamente a 50 cm (20 in.) H_g (típica superior valor operativo). Desde entonces, variará dependiendo del nivel de vacío del depósito (40-50 [16-20] en H_g , con posible operación en mucho menor y niveles más altos durante periodos de problemas),

Es prudente evitar una bomba con una capacidad/cabeza plana curva.

Cuando sea posible, las bombas de aguas residuales horizontales deben ser utilizados, ya que tienen pequeñas pérdidas de aspiración en comparación con bombas verticales. Para reducir el riesgo de agitación en el tanque de recogida, la tubería de aspiración de la bomba debe ser de 5 cm (2 pulg.) más grande que la tubería de descarga. Ejes de bomba de aguas residuales debe estar equipado con juntas de eje mecánico doble con el sello de la cámara con una fina capa de aceite presurizado.

Cabezal de succión neta positiva (NPSH) cálculos son importantes en el proceso de selección de la bomba de descarga. En la nomenclatura y los valores típicos utilizados en el NPSH cálculos son dados en la Tabla 3-9.

Para calcular el NPSH., utilice las siguientes ecuaciones:

$$NPSH = h_{ut} + - h_{vp} + h_{og}.$$

$$H_{ut} - \frac{1}{C_m}$$

NPSH, debe ser mayor que el $NPSH_r$. NPSH y TDH debería calcularse tanto para la alta y baja vacío, a nivel operativo, y en comparación con el NPSH, en el punto correspondiente de la curva de capacidad/cabeza. Figura 3-24 es un diagrama para cálculo de NPSHa en un sistema de vacío.

3.4.7.3 Tanques de vacío

Dos tanques de vacío son requeridos por AIRVAC personalizado para cada estación: la recogida y el depósito. Otros fabricantes pueden no requerir el depósito. Construcción básica de los tanques es similar, difiriendo únicamente en el tamaño, forma, tipo y ubicación de las aberturas. Ambos tanques de fibra de vidrio y acero son aceptables. Tanques de acero debe ser de una construcción soldada y fabricadas con no menos de 6 mm (1/4 pulg) de espesor de las placas de acero. Los depósitos deberán estar diseñados para una

presión de trabajo de 50 cm (20 in.) Hg de vacío y probados a 71 cm (28 in.) Hg de vacío.

Cada tanque debe ser amueblado con el número requerido

Y el tamaño de las aberturas, bocas de acceso, y toques, como se muestra

Los planes. Los tanques deben arena-granallados y pintados como sigue:

○ Internamente: Una capa de imprimación de epoxi y dos capas de epoxi con alquitrán de hulla.

○ Externamente: Una capa de imprimación de epoxi y una capa de acabado de epoxi.

Cada tanque debe ser suministrado completo con mirilla y sus válvulas. Tanques de fibra de vidrio pueden ser sustituidos utilizando las mismas especificaciones. Tanques de fibra de vidrio son tener 1.000 kPa (150 psi) calificaron de bridas.

El volumen del depósito de recogida de aguas residuales es la acumulación necesaria para reiniciar la descarga de la bomba. Por lo general está dimensionado de forma que como mínimo flujo de diseño la bomba funcionará una vez cada 15 minutos. Esto está representado por la siguiente ecuación:

$$V_0 = 15 (Q_{\min}/p,0) (Q_4 - Q_{\min})$$

La tabla 3-10 proporciona el valor de VC, para un ciclo de 15 minutos E_{cr} , por diferentes factores de pico. El volumen total de del tanque de recogida debe ser 3 veces el volumen de operaciones (V , $3V$), con un tamaño mínimo recomendado de 1.500 L (400 gal).

Tras calcular el volumen de operaciones, el diseñador debe verificar para asegurarse de que haya un número excesivo de arranques de la bomba por hora no ocurrirá. Esta comprobación debe realizarse para un flujo de aguas servidas igual a la mitad de la capacidad de la bomba.

Al diseñar el depósito de recogida de aguas residuales, las tuberías de aspiración de la bomba debe colocarse en el punto más bajo del depósito y lo más lejos posible de la línea principal de ensonadas. La principal línea de codos de entrada dentro del tanque debe ser girado en un ángulo alejado de las aberturas de aspiración de la bomba.

El tamaño recomendado del depósito para la mayoría de las aplicaciones es de 1,500 L (400 gal). En casos especiales, puede ser más grande.

Después de la bomba de vacío, tanque de recogida y depósito son del tamaño adecuado, el tiempo de descenso de la bomba del sistema operativo para un rango de 40-50 cm (16-20 pulg.) Hg debería

comprobarse." Este cálculo le mostrará la cantidad de tiempo que llevará el

3.4.7.4 generador de reserva

El generador de reserva debe ser capaz de suministrar el 100% de la energía de reserva necesaria para el funcionamiento de la estación. Normalmente se encuentra dentro de la estación, aunque los generadores ubicados fuera de la estación en un gabinete y generadores portátiles también son aceptables.

3.4.7.5 Tuberías de estación

Este tema incluye tuberías, válvulas, accesorios, soportes de tubería, accesorios, drenajes y otros trabajos implicados en el suministro de una instalación completa.

La estación incluye tuberías todas las tuberías dentro de la estación, la tubería de conexión al vacío reservoir tank, tanque de recogida, alcantarillado, vacío y fuerza de la corriente eléctrica.

Las aguas residuales, vacío, líneas de drenaje y mayores de 10 cm (4 pulg.) debería ser de hierro fundido, ANSI B16.1 tienen, 860 kPa (125 psi) para las instalaciones expuestas. Para instalaciones enterradas, junta mecánica, ANSI A21.11, AWWA C111, hierro fundido debe ser utilizado. Los racores deben ser embridado y junta mecánica según corresponda (ANSI como 1.10, AWWA C110). Empaquetaduras de caucho rojo de 3 mm (1/8") de grosor debe utilizarse en todas las bridas. Líneas de vacío, así como otras líneas menores de 10 cm (4 pulg.) debería ser Schedule 80 PVC. Construcción de drenajes sanitarios se PVC DWV tuberías y accesorios.

La tubería debe apoyarse adecuadamente para evitar la flacidez y la vibración. También deben instalarse de manera que permitan la expansión, la ventilación y el drenaje.

Tanques de fibra de vidrio, todas las tuberías deben ser apoyadas para que el peso no es soportado por el depósito de las bridas. Los tornillos de brida sólo deben apretarse a las recomendaciones del fabricante. Las provisiones deben ser permitidos para

Se accionan las válvulas de aislamiento. Sellos de diafragma no debe utilizarse con el compuesto manómetros.

3.4.7.6 Centro de Control de motores

El Centro de Control de motores (MCC) se fabricará, ensambladas, cableadas, y probado by the factory en conformidad con la última edición de la publicación NEMA ISC2-322, para controles industriales y sistemas. La sección vertical y las unidades individuales deberán llevar una etiqueta de UL, cuando proceda, como prueba del cumplimiento con la norma UL 845.

Cableado dentro de la MCC se NEMA Clase II, tipo B. En el caso de cableado de tipo B se indica, los bloques terminales deben estar ubicados en cada sección de la MCC.

El gabinete debe ser NEMA Tipo 12 con puertas selladas. Las secciones verticales deberán ser construidos con acero asambleas hoja lateral divisor formado o inventados para eliminar marco abierto entre secciones adyacentes o de longitud completa de atomillado en la hoja lateral ensamblados en los extremos de la MCC.

El MCC debe ser montado de tal manera que no es necesario tener acceso trasero para quitar cualquier dispositivos o componentes internos. Todos los futuros espacios y wireways van a ser cubiertos por el blanco de las puertas.

Controles de nivel 3.4.7.7

La descarga de bombas y las alarmas están controlados por siete sondas dentro del tanque de recogida. Estas sondas son de 6 mm (1/4 in) de acero inoxidable con recubrimiento de PVC. Las siete posiciones son:

1. Sonda de tierra
2. Tanto la parada de las bombas de descarga
3. Arranque de la bomba de descarga de plomo
4. Arranque de la bomba de descarga de LAG
5. Alarma de alto nivel
6. Reset para la sonda #7
7. Corte de alto nivel: detiene la descarga de todas las bombas (posición automática solamente) y bombas de vacío (automática y manual de posiciones)

La figura 3-25 presenta elevaciones aproximado de estas sondas en el tanque de recogida en relación a la descarga de las bombas de vacío de entrada y la corriente eléctrica.

Una alternativa aceptable a las siete sondas de capacitancia es una sola sonda de tipo inductivo capaz de supervisar todos los siete puntos. Este tipo de sonda requiere de un transmisor/transductor para enviar una señal de 4-20 mA del MCC.

Marcador de teléfono 3.4.7.8

Un tipo de comunicación de voz de marcado telefónico automático sistema de alarma debe ser montado en una pared adyacente a la MCC. El sistema debe ser autosuficiente y capaz de controlar automáticamente hasta cuatro condiciones de alarma independientes.

El sistema de vigilancia deberá, tras la apertura de un punto de alarma, el acceso de las líneas del teléfono, espere el tono de marcado, y comenzar a marcar el primero de los números de teléfono programados fourfield. El sistema volverá a entregar un mensaje de voz indicando un número de estación de dos dígitos y el estado del fallo en esa estación. El mensaje se repite una cantidad preestablecida de veces con suficiente espacio entre los mensajes para permitir que el individuo llamado para confirmar la recepción de la llamada. Acuse de recibo del mensaje se lleva a cabo presionando un toque el tono de tecla asterisco (*) en el teléfono entre mensajes. Tras la confirmación, el sistema va a vocalizar un sign-off y cuelgue. A continuación, el sistema entra en un plazo de 30 minutos, para dejar tiempo suficiente para el seguimiento de las medidas que deban tomarse.

Si, durante el retraso, otro fallo, el sistema comenzará a recordar. Además, el sistema puede ser llamado en cualquier momento desde un teléfono normal, con lo cual se ofrecen avocalized answerthe llamada y mensaje que indica el número de estación y el estado de fallo en la ubicación.

Si la demora transcurre y los fallos todavía existen, el sistema comenzará a marcar en intervalos de un minuto intenta entregar el mensaje de fallo. Si no se recibe el acuse de recibo, el sistema se cuelga, espere 60 segundos y llamar al siguiente número de prioridad. Después de marcar el último número de prioridad, el sistema, si es necesario, volver al primer número de prioridad y repetir la secuencia indefinidamente.

Si el sistema de vigilancia es estar alojados en el MCC, deberán establecerse disposiciones para aislar el sistema de interferencia.

El sistema de supervisión debe ser proporcionada con las pilas cargadas continuamente por 24 horas de funcionamiento en espera en caso de una interrupción de energía.

3.4.7.9 Medidores de vacío

Todos los manómetros de vacío debe ser especificado para tener un acero inoxidable bou rdon tubo y toma a estar provista de 13 mm (1/2 in) salidas inferiores. Polipropileno o válvulas de bola de acero inoxidable debe utilizarse como indicador pollas.

Manómetros de vacío debe ser proporcionada en las siguientes ubicaciones:

- En el lateral del depósito vacío en una posición en la que puede verse fácilmente desde la puerta de entrada.

- En el tanque de recogida en una posición en la que puede verse fácilmente desde la escalera que conduce al sótano
- En cada línea principal de entrada a la colección del depósito, inmediatamente aguas arriba de la válvula de aislamiento de la línea. Estos indicadores deben estar en una posición por encima de la entrada de las líneas principales que se puedan ver fácilmente desde la posición de funcionamiento de las válvulas de aislamiento.

La conexión desde las principales líneas entrantes a los manómetros de vacío deben ser hechas de PVC o tubería de CPVC. Tubo de cobre no puede ser utilizado para este propósito.

3.4.7.10 Grabador de vacío

El MCC debe contener un gráfico circular de 7 días con un registrador gráfico mínimo diámetro de 30 cm (12 pulg.). El intervalo de grabación debe ser 0-75 cm (0-30) Hg de vacío, con la posición 0 en el centro del gráfico. El registrador gráfico debe tener fuelle de acero inoxidable.

La válvula de sumidero 3.4.7.11

El sótano de la estación de vacío debe estar provisto con un 38 cm x 38 cm x 30 cm (15 pulg. x 15 pulg. x 12 pulg.) de profundidad sumidero para recoger el agua de lavado. Este sumidero se vaciará por una válvula de vacío que está conectado mediante tuberías al tanque de recogida. Una válvula de retención y el tapón excéntrico de la válvula debe instalarse entre la válvula del sumidero y el tanque de recogida.

3.4.7.12 el inventario de repuestos

Para un funcionamiento óptimo de la eficiencia, es necesario que un suficiente inventario de piezas de repuesto se mantendrán. Algunas de las piezas de recambio, como racores y tubo, pueden adquirirse a través de un constructor local de suministro de las empresas. Sin embargo, hay piezas que son únicas para sistemas de vacío que pueden ser adquiridos localmente. Normalmente, estas piezas de repuesto se incluyen como parte del contrato de construcción. La tabla 3-11 es una lista recomendada de piezas de repuesto que debe ser suministrada al propietario durante la fase de construcción.

Además de las piezas de repuesto, algunas herramientas de mantenimiento especialidad de equipo son necesarias y se enumeran en la tabla 3-12.

La estación de vacío también requiere piezas de repuesto. Estos van desde las juntas de la bomba de repuesto a los fusibles. Artículos de especialidad que deben ser consideradas son dados en la tabla 3-13.

Especialmente vital para la estación de vacío son componentes electrónicos basados en microprocesador de repuesto. Este tipo de equipos se utiliza para los controles de nivel y el fallo de los sistemas de vigilancia y es muy sensible a los picos de potencia. Estos componentes del sistema son vitales para la estación, ya que, esencialmente, operar y controlar el sistema. Controles de nivel de perder a algún tipo de fracaso no tardará en causar graves problemas de funcionamiento, tales como la pérdida de vacío o

Anomalías de la bomba de descarga. No tener equipo de repuesto amplifica el problema ya que esto requeriría el sistema para ser operado manualmente. Esto requeriría de un operador en una base continua (hasta la pieza de recambio llegó) para desplazarse tanto las bombas de vacío y las bombas de aguas residuales manualmente. La pérdida del sistema de vigilancia de fallos también se traduce en significativos aumentos de O&M, como atestiguan los primeros problemas antes de que estos sistemas fueron incluidos en los diseños de la estación de vacío. Asimismo, el tiempo de respuesta a fallas en el sistema se ampliará.

3.5 Consideraciones de la construcción

Construcción de un sistema de alcantarillado por vacío es similar a la de los sistemas convencionales. La utilización de tubos de diámetro pequeño en las trincheras poco profundas y tener la capacidad de evitar obstáculos subterráneos, prácticamente se hace este tipo de construcción atractiva para los contratistas. No obstante, existen ciertos problemas de construcción inherentes asociados con las alcantarillas al vacío.

Es imperativo que la inspección sea realizada por personas con un conocimiento profundo del vacío severt technology. El diseño del sistema y sus límites hidráulico debe ser entendido por al menos uno de los miembros del equipo de construcción.

3.5.1 La Construcción de Oleoductos

El uso de la cadena de tipo trenchers es a veces especificado para la instalación de una línea de servicio donde los tipos de suelo permiten, ya que causa menos trastornos a la propiedad Owner's Yard que hace una retroexcavadora. Suelos rocosos y algunos suelos arcillosos que no legítima de la zanjadora limpia los dientes puede ser impráctico para excavar utilizando una zanjadora.

Los cruces de calles son a menudo realizada por el método de la cavidad en la cual se utiliza un tornillo sinfín y un revestimiento de acero se insertan en la abertura resultante en la calle. La cubierta actúa como una funda para la línea de servicio que se instala en el interior. Otros son libres para cruzar la calle "aburrido" por el

uso de un "cerdo". Abra el corte de la calle se hace cuando es aburrido, es impracticable.

Líneas de servicio de vacío están enterrados un mínimo de 75 cm (30 in), desde la línea de vacío que sale del foso de válvula lo hace a una profundidad de 68 cm (27 pulg.).

Muchos contratistas utilizan una retroexcavadora para la línea de servicio la excavación, dado que este mismo equipo también es necesaria para la excavación de la Fosa de válvula, que normalmente se ubica cerca de la cloaca principal. Muchas veces esto se traduce en un exceso de excavación de zanjas, la línea de servicio. Sobre-excavación, junto con el uso de accesorios que suelen ser necesarios entre la válvula y el pozo principal, puede conducir a problemas futuros si la ropa de cama y relleno

Los materiales no son utilizados, desde el material nativo y destina el equipo del contratista no siempre son conocidos, se recomienda que los documentos del contrato especifique que rodea la línea de servicio con importados de la zona del tubo de relleno.

3.5.1.1 Los cambios en la línea

Metro imprevistos obstáculos son una realidad en la construcción de líneas de alcantarillado. Tuberías de agua y gas, alcantarillas, y alcantarillas en lugares inesperados pueden presentar dificultades durante la construcción. Condiciones subterráneas naturales, como rocas, agua o arena también pueden presentar más problemas de lo previsto.

Con la "línea recta, constante grado" naturaleza de la construcción de alcantarillas de gravedad, estos obstáculos suelen ser el resultado de cambios en los campos. Estos cambios pueden incluir la instalación de una boca adicional y/o retiro y reinstalación de parte del tubo en diferente grado. El grado de cambio podría afectar la profundidad y grado de todo el sistema de alcantarillas de gravedad. Otra estación de elevación tiene que ser instalado. Alteraciones en la planta de tratamiento podría ser necesario. Lamentablemente, este escenario es muy común. El resultado final es un aumento en el precio del contrato a través de las órdenes de cambio.

Una ventaja clave de las alcantarillas al vacío es la flexibilidad para permitir cambios de línea durante la construcción. Metro, obstáculos imprevistos generalmente puede evitarse simplemente yendo por debajo, por encima o alrededor de ellos. Puede haber casos donde las líneas changeswill necesario, debido a limitaciones del sistema hidráulico. Sin embargo, la probabilidad de que esto ocurra es muy reducido en comparación con el de las alcantarillas convencionales por gravedad.

Uno debe ser muy cuidadoso para no hacer un cambio con el único interés de hacer más fácil la construcción. Cada línea debe ser cuidadosamente evaluada por su efecto en el rendimiento del sistema. "El cambio va a aumentar la cantidad de elevación en el sistema (y, en última instancia, provocar un aumento en los costos de energía)? El cambio tendrá como resultado una indeseable condición hidráulica en una ubicación clave en el sistema? ¿Cómo será el funcionamiento y el mantenimiento se verá afectada? El cambio va a poner el ducto en una ubicación que el equipo de O&M no puede alcanzar? Se producen problemas de funcionamiento en el futuro? Todas estas preocupaciones deben sopesarse contra el potencial de ahorro de costes de construcción antes de un cambio que se autoricen.

Es necesario, sin embargo, en esta zona de compactación de reposición de bruscos cambios de dirección es vital.

3.5.1.2 Control de Calidad

Al igual que los cambios en la línea, grado cambios no deben realizarse sin una evaluación minuciosa de cómo este cambio afectará al rendimiento global del sistema. La capacidad de hacer cambios de grado para evitar los obstáculos es una ventaja, pero el abuso de esta libertad puede resultar en grandes problemas. Este problema ha sido la causa de los conflictos entre el contratista y el ingeniero en proyectos anteriores. El inspector del ingeniero instintivamente quiere eliminar los ascensores para mejorar el sistema hidráulico. Esto se traduce en una instalación más profunda. El contratista, por otro lado, constantemente se desean agregar ascensores que dan como resultado una menor de la instalación. Mientras ninguna de las partes pierde de vista los límites del sistema hidráulico y el efecto sobre los costos operacionales, un conflicto no tiene que llevarse a cabo.

Las alcantarillas al vacío deben colocarse con una inclinación hacia la estación de vacío. La única excepción a esto es cuando cambia el perfil vertical (ascensores) se encuentran. El tubo debe inclinarse hacia la estación de vacío entre los ascensores.

Un mínimo de 0,2 por ciento de pendiente debe mantenerse en todos los tiempos.² Para asegurar esto, un lasertypically es obligatorio. El uso de automáticos los niveles también es aceptable cuando se maneja por un experimentado operador de instrumentos. En las zonas donde una obvia (0,2%) pendiente existe, el gasoducto puede seguir el contorno del suelo. Grado debe ser verificado periódicamente por el inspector del ingeniero.

3.5.1.3 Las conexiones de servicio

La mayoría de los contratistas tienen una tripulación de instalar las líneas principales y un segundo equipo de la instalación de los servicios (Valve pit settings). Es común que la tripulación de línea para instalar un adaptador de Wye en el principal para aceptar más tarde tuberías desde el Pit Crew. Normalmente, el Pit Crew instala el hoyo y luego se conecta el hoyo para el principal. Conectar estos dos puntos fijos, que tienen diferentes alturas, con tubería rígida puede ser difícil a veces. Más veces el resultado es el uso excesivo de accesorios. Esta situación puede evitarse mediante una adecuada planificación y coordinación entre las tripulaciones.

La profundidad de cada ajuste de servicio normalmente se diseñan. La relación entre la elevación del terreno donde el hoyo estará situado y la elevación del basamento del cliente/edificio sewer dicta la profundidad del servicio requerido. Además, la longitud de la conexión lateral debe considerarse necesaria para permitir suficiente pendiente de la construcción de alcantarillas. Válvula prefabricados boxes con dimensiones fijas a veces puede hacer pit ubicación crítica. Mover el hoyo a una cota inferior, permitiendo al mismo tiempo la caída adicional para la construcción de alcantarillas, puede resultar en la elevación necesaria para conectar a las principales (la elevación

De principal es generalmente independiente de la elevación de la fosa). Mover el pitto una mayor elevación puede resultar en la caída insuficiente disponible para la construcción de alcantarillas. Cada foso de válvula ubicación debería ser evaluado para la adecuación y verificado por el ingeniero al contratista previa al embarque de los fosos de válvula.

Líneas de servicio, la construcción es casi siempre dentro de una propiedad privada. Por esta razón, las servidumbres necesarias de los propietarios para la instalación y el mantenimiento futuro del sistema. Adquisición de servidumbre es responsabilidad de los alcantarillados, ya sea directamente o mediante contrato con el derecho de agente. En cualquier caso, los límites del sistema hidráulico debe ser entendido antes de hacer cualquier cambio que sea solicitado por el dueño de la propiedad. Por esta razón, se recomienda que las autoridades employ the servicios del ingeniero de diseño para todos o parte de esta tarea.

La responsabilidad del usuario comienza en el ramal Pozo vacío. La longitud del ramal de salida normalmente es de 1,8 m (6 pies). Ramal corto-out longitudes son indeseables. Se requeriría que la fibra de vidrio closeto the homeowner to excavar foso de válvula para conectarse a ella, posiblemente causando daño o alterar la reposición/compactación alrededor del hoyo en el proceso.

La mayoría de las entidades operacionales requieren el homeowner to sustituir o ser responsable del reemplazo de la construcción de alcantarillas desde la fundación de la casa a la mangueta- Conexión de salida de las alcantarillas al vacío, ya que no están diseñadas para tratar aguas extrañas. Aceptando el viejo, posiblemente defectuosa construcción de alcantarillas, la entidad toma un riesgo de problemas de operación y mantenimiento, especialmente la "sobresaturación".

El edificio alcantarilla es temporalmente bajo vacío durante el ciclo abierto de la válvula. Por esta razón, el material de la tubería debe ser capaz de resistir las fuerzas sin hundirse. Es una práctica estándar de 10 cm (4 in), Programa 40, 21, o DEG DEG 26 Tubo de PVC para ser utilizado para este propósito; 680 kg (1.500 lb) aplaste el tubo de tipo no es aceptable, ni es de DEG 35 PVC.

El propietario es normalmente responsable de la instalación de 10 cm (4 pulg) de ventilación auxiliar también. Esta ventilación es necesaria para el correcto funcionamiento de la válvula. Debe estar ubicado a no más de 6 m (20 pies) desde el foso de la válvula. Es deseable que este orificio se encuentra en contra de una estructura permanente, tales como la propia casa, una cerca o un muro.

Ha habido intentos por parte de algunos ingenieros en el pasado para incluir esta obra como parte del proyecto de construcción. Se comprobó que esto era impracticable, ya que se exigía que el Contratista que tiene un conocimiento completo del sistema de plomería del propietario antes de la oferta de proyecto. Muchas veces, el dueño de la casa no estaba seguro de la ubicación exacta de su construcción de alcantarillas. Responsabilidad del contratista se incrementó desde la excavación cerca de la fundación fue requerida. Esto condujo a la unidad de alta los precios de puja. Finalmente, la instalación de AVENT en el edificio antes de que el sistema de alcantarillado estaba listo para operaciones a menudo no hace nada más que ventilar el tanque séptico, que crean problemas de olor.

Todo el trabajo requerido por el propietario debe ser inspeccionado por la entidad anterior a la conexión final. Esto asegura el funcionamiento adecuado y eficiente del sistema. El cumplimiento de la Ordenanza de uso de alcantarillado es la única responsabilidad del usuario.

La válvula de vacío no está instalada hasta que el cliente está listo para conectar a la válvula de ajuste de boxes. Es común que la instale la arqueta/sumidero, incluidas todas las tuberías necesarias, durante la construcción del sistema de recolección. La válvula

se suministra a la Autoridad para su instalación en una fecha posterior. De esta manera, la autoridad puede sistemáticamente instalar las válvulas, ya que cada cliente solicita la conexión. Cada válvula es "timed out" con el controlador el ajuste de tiempo se registran para referencia futura. El ajuste de tiempo de las primeras válvulas normalmente se cambian una vez o dos veces después del inicio como sistema hidráulico cambian continuamente hasta que todos los clientes están conectados. Todas las válvulas son entonces afinado para funcionar como un sistema completo.

3.52 Sustituciones de equipos

Equipos determinados trabajos recibidos deben ser aprobados por el ingeniero antes del contratista solicitar el equipamiento específico. Prácticamente todos los componentes de un sistema de vacío están disponibles en más de un fabricante. A pesar de mucho trabajo de investigación y desarrollo está teniendo lugar actualmente, industria del alcantarilla al vacío ha crecido y mejorado en gran medida por el método de ensayo y error. Por esta razón, el ingeniero debe ser extremadamente cuidadoso de sustituciones de equipos específicos, especialmente en un trozo de comida de la moda. Esto no quiere decir que las marcas nuevas o alternativas debería ser automáticamente ignorado; simplemente significa que la atención y la sentencia debe ejercerse anterior a cualquier desviación importante.

La sustitución debe ser deseado, el contratista deberá presentar la siguiente información al ingeniero para permitir una evaluación completa de la situación:

- Identificar el producto, indicando el nombre y dirección del fabricante, nombre comercial del producto, así como el catálogo o el número de modelo.
- Incluir datos como tienda de productos planos, muestras, etc.
- Dar comparación detallada de sustitución con equipamiento especificado, enumerando las variaciones.
- Y da performance de calidad de sustitución con el equipo especificado.
- Dar datos sobre costos comparando la sustitución de determinados equipos.
- La disponibilidad de la lista de servicios de mantenimiento, así como piezas de repuesto.
- Mostrar el efecto de sustitución en la programación del proyecto.
- Mostrar el efecto de sustitución de otros equipos relacionados.

El ingeniero puede exigir una fianza si no hay precedente información sobre la propuesta de sustitución.

3.5.3 Pruebas

3.5.3.1 alcantarillas

Antes de la instalación/conexión de cualquiera de las válvulas, el sistema de colectores de vacío debe ser probado. El ingeniero debe estar presente durante todo el período de prueba. Cualquier fuga no descubiertos debido a procedimientos de pruebas viciadas, ya sea intencional o no, rápidamente se vuelven evidentes cuando el sistema esté en funcionamiento, ya que el operador puede simplemente inspección de tablas de vacío diariamente para ver si hay fugas. Las pruebas generalmente involucra los siguientes:1

- Al final de cada día, la red de trabajos y cruzamientos sentado ese día debe estar conectado y sometido a un vacío de 60 cm (24 in.) Hg, permitió estabilizar durante 15 minutos y luego no perder más de 1 por ciento de depresión/hr del periodo de prueba. Durante las pruebas diarias, todas las juntas deben ser expuestos. Si alguna sección de la alcantarilla no supera la prueba, deben ser rectificadas antes de sembrar nuevas secciones de alcantarilla.
- Cuando el sistema de alcantarillas y cruces ha sido completada, la red completa debe ser sometido a 60 cm (24 in.) Hg de vacío, permitió estabilizar la presión durante 15 minutos y luego no perder más de 1 por ciento de depresión/hr para un período de 4 horas.

Durante la prueba, la temperatura y/o condiciones climáticas pueden variar. Las siguientes condiciones pueden afectar la lectura de vacío en el tubo que se está probando:

- Una caída de temperatura pueden ocurrir. El efecto será el enfriamiento del tubo y el aire, por lo tanto, provocando la contracción de ambos. La contracción del aire dentro del tubo provocará un incremento en el vacío.
- Un cambio en la presión barométrica también pueden ocurrir. Antes de las precipitaciones, la presión atmosférica puede caer por aproximadamente 12 mm (0,5 pulg.) Hg. Un vacuómetro mide la diferencia de presión entre el volumen que se está probando y la presión atmosférica.

Por lo tanto, cualquier cambio en la presión barométrica provocará un cambio equivalente en la presión en el manómetro utilizado en la prueba de vacío.

Donde los cambios climáticos pueden variar se recomienda que la temperatura del tubo y la presión atmosférica se registran al principio y al final de la prueba, y los resultados de la prueba ajustado para corregir estos cambios.

3.5.3.2 La Estación de vacío

Todas las tuberías de vacío y accesorios conectados a la estación de vacío debe someterse a la prueba de estanqueidad. La prueba final de la estación, las tuberías deberían hacerse. En esta prueba, la estación

está sometido a una tubería de 60 cm (24 in.) Hg. No debería haber ninguna pérdida de vacío en el periodo de prueba de 4 horas.?

Todos los controles deberían ser probados en el inicio para ver que el sistema funciona como se ha diseñado. Esto incluye los controles de la bomba de vacío, los controles de la bomba de aguas residuales, y el Marcador de teléfono.

3.5.4. Problemas de construcción histórica

Las secciones anteriores arrojar luz sobre algunos de los problemas inherentes asociados con la construcción de la cloaca de vacío. Los problemas pueden ser evitados por el diseño de sonido, la debida inspección y planificación de preconstrucción/ coordinación entre el ingeniero y el contratista.

Como parte de la elaboración de este manual, seis sistemas operativos fueron visitados en 1989. Sobre la base de estas visitas, cuatro problemas eran prevalentes durante la construcción. Dos de ellas fueron cortos4erm y dos resultaron en más tarde, mucho

3.5.4.1 a corto plazo

A. Disolvente de la soldadura en frío

Disolvente de soldar tubos de PVC en temperaturas que se acercan o por debajo del punto de congelación, condujo a las fugas de vacío. Algunos contratistas cometió el error de mantener el pegamento caliente, sólo para aplicarla a un tubo que era mucho más frío. Esto condujo a una fuga de articulaciones y dificultad para pasar la última prueba de fugas.

Este problema puede evitarse por no solvente- juntas de soldadura durante temperaturas de 4°C (40°F) y más frío. Sin embargo, dado que esto puede no ser práctico para algunos trabajos, una mejor solución sería reducir el número de uniones soldadas de disolvente en el sistema.

A lo largo de estas líneas, ha habido un movimiento significativo en la industria de vacío hacia el uso de la tubería y conexiones selladas. En todos los casos, la instalación de tuberías deben estar en conformidad con la especificación apropiada de la tubería plástica Institute, ASTM F-645-80 o ASTM D2774-72.

B. Alineación de boxes

La válvula de ajuste de boxes prefabricados permite la gravedad de mangueta conexiones sólo en ubicaciones predeterminadas. Asimismo, la ubicación de los 7,5 cm (3") de vacío en la línea de servicio está predeterminado. Colectivamente, las cámaras superior e inferior sólo pueden ser montados en unos arreglos diferentes.

Algunos contratistas, preocupado con enfrenta el ramal de salida hacia la casa, no tuvo en cuenta la ubicación de los ya existentes para que la conexión de Wye de 7,5 cm (3") el servicio línea conectaría. Algunos corregir la situación mediante la re-instalación del foso de ubicación que podían ser aceptadas por los dos puntos de conexión. Otros usan racores para realizar los ajustes necesarios.

La planificación previa a la instalación, en lugar de toma de decisiones de última hora se eliminan los problemas de alineación.

3.5.4.2 a largo plazo

a. Foso de válvula Solución

La falta de calidad de las obras por el contratista llevó a foso de válvula asentamiento. Esto se tradujo en problemas de alineación para el propietario en el momento de la instalación de la válvula de la línea de vacío (entrando en el hoyo se trasladó desde su posición nivelada). La alineación incorrecta de las válvulas puede llevar a futuras anomalías en la válvula.

Foso de válvula solución problemas pueden evitarse mediante un mejor control de calidad en tanto que el contratista y el inspector es parte durante la construcción. Tomar el tiempo para asegurar una alineación correcta y apropiada consolidación alrededor del hoyo reducirá significativamente la probabilidad de que esto ocurra problemas.

b. El uso excesivo de accesorios

Dos puntos fijos, en diferentes localizaciones y invierte pero que requieren conexión rígida tuberías, obligaron al contratista mediante un importe excesivo uso de adaptadores. Estos racores muchas veces se encuentra dentro del hoyo de la excavación. Esta zona sobre excavada es uno donde la falta de compactación podría llevar fácilmente a una solución futura, que puede conducir a errores de montaje.

El uso de accesorios en las líneas de servicio puede ser minimizado mediante la adecuada planificación y coordinación entre la línea y el personal de boxes. Para minimizar las dificultades, algunos contratistas instalar la válvula fosos primero.⁶ El uso de conexiones selladas, lo que añade cierto grado de flexibilidad, también aliviar algunos de estos problemas.

3.6 Consideraciones de operación y mantenimiento

3.6.1 El Manual de Operación y Mantenimiento

Para operar un sistema de alcantarillado de vacío requiere una formación adecuada. O&M manuales son una parte vital de este proceso de capacitación. Los problemas se plantean en algunos de los

primeros sistemas de vacío debido a la falta de dichas ayudas. Los fabricantes y los ingenieros están reconociendo este hecho y reaccionan en consecuencia con la mejora de la asistencia técnica y los manuales de operación y mantenimiento (O&M).

Manual de O&M debería contener información necesaria para alcanzar los siguientes objetivos:

- Ofrecer una referencia para los operadores del sistema de recolección de aguas servidas en el desarrollo y mantenimiento de procedimientos operativos estándar y programaciones.
- Para proporcionar una fuente disponible de datos, incluyendo permisos, datos de diseño, y la tienda de equipamiento de dibujos que son pertinentes para el sistema particular.
- Los operadores del sistema para proporcionar asistencia y orientación para analizar y predecir la eficiencia del sistema.
- Los operadores del sistema para proporcionar asistencia y orientación para la solución de problemas del sistema.

Mientras que un Manual de O&M es una herramienta valiosa, no debe considerarse como la fuente de la mejor solución para cada problema. El grado de eficacia del sistema depende de la iniciativa, creatividad y sentido de la responsabilidad del operador del sistema. Asimismo, el manual debería actualizarse constantemente para reflejar la experiencia operacional real, equipment data, problemas y soluciones aplicadas.

El Manual de O&M debería contain the como mínimo la siguiente información.

3.6.1.1 Datos de diseño

Todos los datos de diseño debe ser dado. Se incluye información sobre el sistema, como el número de válvulas, tubería, material de archivo y el tamaño de las líneas. Sería también incluye información de dimensionamiento de componentes, intervalos de funcionamiento previstos, y otras importantes consideraciones de diseño. Planos as-built mostrando todos los componentes del sistema deben ser incluidos.

3.6.1.2 Los manuales del equipo

Manuales de instalación y mantenimiento de los fabricantes de la major equipment debería incluirse. Una lista que muestra el fabricante y proveedor, así como personas de contacto, direcciones y números de teléfono deben ser compilados.

3.6.1.3 Información de garantía

Todas las garantías, incluyendo fechas efectivas, deben ser enumerados.

3.6.1.4 planos de fabricación

Una lista de todos los dibujos de aprobación debe hacerse que identifica el fabricante, número de modelo y una descripción general del equipo. Una copia de cada dibujo de aprobación debería incluirse en el Manual de operación y mantenimiento (O&M).

3.6.1.5 Permisos y normas

Todos los permisos, como el Sistema Nacional de Eliminación de descarga de Contaminantes (NPDES) Permiso, debería incluirse en el manual. Aplica los estándares de calidad del agua, también debe ser incluido.

La información de Operación y Control 3.6.1.6

En esta sección se debe incluir una descripción general del sistema. Los principales componentes que deben ser identificadas. La siguiente información debe suministrarse para cada componente principal:

- Relación de unidades adyacentes
- Funcionamiento
- Controles
- Problemas y guías de resolución de problemas
- Mantenimiento
- Programa de mantenimiento preventivo.
- Hoja de datos de equipamiento

3.6.1.7 Información personal

Una descripción de las necesidades de mano de obra, incluidas las calificaciones y responsabilidades deberían estar en la lista.

3.6.1.8 registros

Una lista de los tipos de registros, así como una lista de los materiales de referencia que son importantes, deben ser incluidos.

3.6.1.9 El Mantenimiento Preventivo

Todos los equipos deberían estar enumerados y cruzadas a catálogos de equipos. Deben establecerse programas de mantenimiento . •

3.6.1.10 y operativo del Programa de Respuesta de Emergencia

En esta sección se debe incluir una descripción de las acciones y respuestas que deben seguirse durante situaciones de emergencia. Debe incluirse una lista de personas de contacto, incluyendo direcciones y números de teléfono de los responsables de los distintos servicios de la comunidad.

Información de seguridad 3.6.1.11

Un plan de seguridad debe ser elaborado que incluye prácticas, precauciones, y materiales de referencia.

Listado de utilidad 3.6.1.12

Una lista de todas las utilidades en el área del sistema deben ser dadas, incluidas personas de contacto, direcciones y números de teléfono.

Mucha de la información contenida en el Manual de O&M puede grabarse fácilmente en una base de datos tipo de programa informático. Computer software es cada vez más asequibles para las pequeñas comunidades y pueden proporcionar potentes ayudas para el personal de operación y mantenimiento (O&M).

3.6.2 Requisitos de personal

3.6.2.1 Información General

Información recopilada desde sistemas operativos sugiere que el esfuerzo para operar y mantener los sistemas de vacío moderno ha sido exagerada. Sistemas de vacío son mecanizadas y, por lo tanto, normalmente requieren más O&M de un sistema de alcantarillas convencional por gravedad. Esto debe ser permitida en la planificación del sistema.

16.2.2 Responsabilidades del operador

El operador del sistema es responsable de realizar las siguientes actividades:

- Analiza y evalúa las funciones de operación y mantenimiento e inicia nuevos procedimientos para asegurar la eficacia del sistema continua
- Recopila y revisa todos los datos y registros iguales para la preparación de informes y solicitudes de compra
- Recomendando que todas las grandes compras de equipos y las mejoras en el sistema
- Mantiene una comunicación efectiva con otros empleados municipales y funcionarios del gobierno, y el público en general
- Realiza la operación diaria y mantenimiento del sistema
- Inspecciona el sistema diariamente para determinar la eficacia de la operación, limpieza y mantenimiento
- Prepara los horarios de trabajo
- Prepara informes operativos e informes de mantenimiento
- Determina medidas correctivas necesarias durante las emergencias

3.6.3 La formación del operador

Es conveniente que la entidad encargada de contratar el operador del sistema mientras el sistema está en construcción. Esto permite que el operador se familiarice con el sistema, incluyendo la ubicación de todas las tuberías, válvulas, divisiones y otros componentes de llaves. Agregar further training, los fabricantes pueden ofrecer largas (por ejemplo, 2 semanas) programa de formación en sus instalaciones.

Por ejemplo, AIRVAC proporciona un vacío en pequeña escala

Sistema en su centro de fabricación. Esta configuración incluye

Tubo de PVC transparente con varios arreglos de elevación donde los participantes pueden observar el flujo dentro de un tubo transparente durante una amplia variedad de condiciones de vacío. Los fallos son simuladas para que el cursillista pueda ganar experiencia de resolución de problemas. El operador se enseña el funcionamiento de la válvula y su revisión. Por último, el mantenimiento de la estación de vacío se enseña.

La mejor formación es adquirida por la experiencia real de funcionamiento. Muchas veces, sin embargo, el conocimiento se adquiere a expensas de los costosos errores. Esto es especialmente cierto en el momento del inicio. Durante este período de tiempo, el ingeniero, quien proporcionó el día a día de los servicios de inspección durante la construcción, gradualmente se está gastando menos tiempo en el sistema. El operador está ocupado ajuste de válvulas de vacío y de inspeccionar las conexiones de cliente. Complicando la situación es el hecho de que las características de funcionamiento del sistema cambian continuamente hasta que todos los clientes están conectados y todas las válvulas están afinados. Sin embargo, con el operador(s) está ocupado con otras tareas, este ajuste fino a veces no se hace; se desarrollan problemas; y la credibilidad del sistema se puede perder.

Este "déficit de formación" está presente en el inicio de prácticamente cualquier sistema de vacío. Esta es un área de la tecnología que necesita mejorar. Una solución es ingeniero para el presupuesto un 3-6 mes, servicio de formación in situ para ayudar al operador del sistema en la afinación y la solución de los problemas iniciales. El operador se beneficiará del ingeniero del enfoque sistemático para la solución de problemas. Esto es más probable que va a infundir un cierto grado de confianza en el operador(s) sobre el sistema. Actitud del Operador es vital para el funcionamiento eficaz de un sistema de vacío.

3.6.4 As-built mapas y dibujos

Es común en la industria para que se realicen cambios durante la construcción. Los cambios deben reflejarse en los planos as-built. Como el nombre indica, estos dibujos representan exactamente la forma en que el sistema fue construido. Esta es una herramienta vital para la entidad para el mantenimiento, solución de problemas y futuras mejoras o ampliaciones al sistema.

Un mapa índice mostrando todo el sistema debería incluirse en los planos as-built. Se muestra en este mapa será todos los componentes clave, tamaños de línea, línea identificaciones, Foso de válvula numeración y ubicaciones, y la división de las ubicaciones de la válvula. Las hojas del plan detallado de cada línea de la

colección sistema debería incluirse, con dimensiones necesarias para permitir al operador para localizar la línea así como todos los accesorios.

Exclusivo para un sistema de vacío, es la necesidad de un mapa hidráulico as-built. Esto es similar a un mapa índice, pero también incluye información hidráulica especial:

- La ubicación de cada ascensor.
- La cantidad de pérdida de vacío en lugares clave, como el final de una línea o la intersección de una línea y la rama principal.
- Número de ramas principales, el número de válvulas en cada sucursal, y metraje total (o volumen) del tubo en cada rama.

Este simple pero vital información permite al operador tomar decisiones inteligentes cuando la afinación o solucionar problemas del sistema.

Otra herramienta que es útil para el operador es un dibujo de as-built de cada foso de válvula. Estos dibujos muestran la ubicación del valor relativo a algunos marcadores permanentes (casa, polo de alimentación, etc.), la orientación de la gravedad ramal-outs, la profundidad de la mangueta-outs, y cualquier otra pertinente información específica del sitio. Estos registros son utilizados por el operador, como nuevos clientes conectarse al sistema.

La estación de vacío dibujos debería modificarse para reflejar los cambios realizados durante la construcción. Especialmente importante en estos dibujos son dimensiones, ya que cualquier modificación futura dependerá del espacio disponible.

3.6.5 Mantenimiento

3.6.5.1 El Mantenimiento Normal

Un vacío diseñado correctamente la estación estará equipada con un sistema de supervisión de fallos, como un marcador de teléfono. Este sistema monitoriza el funcionamiento tanto de la estación de vacío y el sistema de recogida, y automáticamente notifica al operador de bajo vacío, altos niveles de aguas residuales en el tanque de recogida, y cortes de energía.

El funcionamiento normal incluye visitando cada estación de vacío diariamente. Algunos procedimientos de mantenimiento diarios incluyen el registro de las horas de funcionamiento de la bomba, y el petróleo y comprueba la temperatura del bloque. Una vez que el operador está familiarizado con las características de funcionamiento del sistema, una simple comprobación visual de los indicadores y los gráficos en la estación proporcionará una adecuada alerta de cualquier

problema. Esta comprobación visual junto con el registro de datos de funcionamiento generalmente toma alrededor de 30 minutos. Procedimientos semanales incluyen la comprobación de los terminales de la batería, batería condiciones y prueba de funcionamiento del generador de reserva. Procedimientos mensuales incluyen la limpieza de la mirilla del tanque de recogida, una verificación de la junta mecánica pressurizers de las bombas de descarga de aguas residuales, y una prueba del sistema de alarma del teléfono.

En un día normal, el operador no tendrá que visitar el sistema de recogida. Estación normal y lecturas de medidor gráfico son una indicación de que el sistema de recogida está bien. Según el historial del sistema de desglase

Semanalmente

Verificar las condiciones de la
batería Exercice Generator
Cambiar gráficos

Mensualmente

Limpie la mirilla
Verificar el sello mecánico
Pressurizers Prueba sistema de alarma

Mantenimiento, alguna inspección periódica puede ser requerida. Esto podría incluir la inspección y operación manual de cada válvula en algún intervalo regular. Las tuberías de ventilación deben ser inspeccionadas por la acumulación de humedad. Un operador experimentado va a aprender rápidamente los sonidos de un funcionamiento adecuado de la válvula.

Tabla 3-14 resume el diario, semanal y mensual de las tareas.

3.6.5.2 El Mantenimiento Preventivo

Operar los sistemas de recolección de aguas servidas y debe mantenerse 365 días al año. Las variaciones en el funcionamiento y el mantenimiento de las cargas de trabajo se producen, por lo que es imperativo que se mantenimiento preventivo planificado y programado.³ Esto se asegurará de que no hay tiempo de inactividad no durante los períodos de máximo volumen de trabajo. Inspección y mantenimiento la planificación y programación implica tiempo, personal, equipo, costos, órdenes de trabajo y prioridades.

Un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos principales deberían ser desarrolladas. Para iniciar las tareas de mantenimiento preventivo, un sistema de órdenes de trabajo debe ser establecida. Este sistema identifica los trabajos

requeridos, la prioridad de la tarea, y cualquier información especial, tales como las herramientas o las piezas necesarias para el trabajo. Estas órdenes de trabajo proporcionan un registro del trabajo terminado.

Mantenimiento programado de la colección las tuberías deberían ser mínimos. Las zonas donde las condiciones eran difíciles o inusuales encontrados durante la construcción debería ser visitados periódicamente. Otras áreas a ser visitados incluyen laderas empinadas y posibles zonas de patinaje

Al menos dos veces al año, la división válvulas deben ser verificadas. Esto se realiza moviendo la válvula a través de todo el ciclo de apertura y cierre al menos una vez. Este procedimiento evitará que las válvulas en estado de funcionamiento. En mantenimiento pueden ocurrir en el sistema de tuberías, en la Estación de vacío, o en la válvula de vacío.

Anualmente

Válvulas de división de ejercicio

Inspeccione las válvulas de vacío

Verificación de controlador Timing •

Compruebe el enchufe y válvulas de retención en la estación inspeccione la estación de vacío y bombas para llevar

5-6 años

Quitar la válvula y sustituir las piezas desgastadas reconstruir Controller

Asimismo, familiarizar al personal operativo con la ubicación de todas las válvulas.

Todas las válvulas de vacío deben ser inspeccionados una vez al año.² deben ser movida manualmente para ver que son operiting correctamente. El controlador de ciclo de distribución deben ser registrados y comparados con la configuración original. Si es necesario, el reglaje se debe restablecer. Todo este procedimiento puede ser realizado por una sola persona, que requieren unos 10-15 minutos/válvula.

Aproximadamente cada 10 años, cada válvula de vacío debe ser retirado, una de repuesto se coloca en su lugar y la válvula antigua devuelto al taller.³ La válvula debe tomarse aparte e inspeccionar si hay desgaste. Si es necesario, el asiento debe ser sustituido. Cuando la válvula está montado, un nuevo retén del eje y el cojinete debe ser montado. Las juntas y los diafragmas del controlador/sensor debe reemplazarse cada 5 años. Este procedimiento puede ser realizado por una persona, que requiere 45 minutos para que la válvula y 1 hora para el controlador.

Mantenimiento preventivo de los principales equipos en la estación de vacío debe hacerse de conformidad con las recomendaciones de los fabricantes. Mantenimiento anual podrían incluir la retirada del servicio y la inspección completa de válvulas de retención, tapón de válvulas, bombas de vacío, bombas de aguas residuales, el generador y el Marcador de teléfono.

Tabla 3-15 resume las tareas de mantenimiento preventivo y sus frecuencias.

3.6.5.3 Mantenimiento de emergencia

Aunque se necesita muy poco esfuerzo en el día a día, habrá veces en que es necesario el mantenimiento de emergencia. Este esfuerzo requiere generalmente más de una persona, especialmente cuando ello implica la búsqueda de un mal funcionamiento de la válvula. Muchas veces, los problemas se desarrollan después de las horas normales de trabajo, que requieren personal para ser llamados en horas extraordinarias. Desglose Emergencyor

Suponiendo que el plan apropiado y construcción, es muy poco lo que puede ir mal en el sistema de tuberías. Ocasionalmente, se producirá un salto de línea, debido a la excavación para otras utilidades o deslizamientos, causando una pérdida de vacío del sistema. Mediante la división de válvulas, el operador puede aislar fácilmente la sección defectuosa.

Anomalías en la estación de vacío son generalmente causadas por la bomba, el motor, control eléctrico o averías. La redundancia de la mayoría de los componentes permite fort continuó la operación del sistema cuando esto ocurre.

La mayoría de mantenimiento de emergencia está relacionado con el funcionamiento de las válvulas de vacío causado por tanto bajo el sistema de vacío o en aguas extrañas. Fallo de la válvula es posible tanto en la posición abierta o cerrada. Una válvula en posición cerrada no dará los mismos síntomas como un bloqueo de la línea de gravedad, es decir, la customerwill experimenta problemas con la cisterna del inodoro o copia de seguridad de las aguas residuales sobre la propiedad. Una llamada telefónica desde la parte afectada hace que la identificación de este problema fácilmente subsanables. Esto rara vez sucede, ya que prácticamente todas las válvulas se producen fallos en la posición abierta. Cuando esto sucede, una pérdida de vacío del sistema se presenta como el sistema temporalmente está abierto a la atmósfera. El fallo sistema de vigilancia se reconoce esta condición bajo vacío y alertar a los operados el problema. Un error común en esta posición es la entrada de agua añadida en el controlador.

Un procedimiento para localizar el origen de un fallo de vacío ha sido desarrollado por AIRVAC como sigue:⁴

- Cuando se produce una condición de bajo vacío en el sistema, aislar cada línea de entrada del tanque de recogida para identificar la línea del problema.
- Cerrar la línea del problema. Abra las líneas restantes para limpiar las aguas residuales procedentes de ellos.
- Permitir que el vacío en las líneas operacionales para alcanzar el máximo nivel posible de vacío; luego cerrar estas líneas.
- Abrir la línea con el problema.
- Comenzando en el tanque de recogida, vaya a la primera división la válvula en la línea del problema. Conectar un vacuómetro a cerca de una válvula de vacío (orto un calibrador toca, si existe) aguas abajo de la válvula de la división. Cierre la válvula de la división y observar si se produce depresión. Si no es así, el problema está entre la estación de vacío y válvula de la división. Si el vacío sube, repita el proceso con la siguiente división de la válvula. Antes de volver a abrir la válvula de cada división, permitir que el vacío se acumule en las secciones sin problema del desagüe para borrar esas secciones" las aguas residuales.
- Después de aislar el problema sección, verifique cada foso de válvula para localizar la avería. A menudo, esto puede lograrse mediante la conducción a cada hoyo y escuchando para el sonido de un torrente de aire en la ventilación auxiliar.
- Después de localizar la válvula averiada, siga las Los procedimientos de solución de problemas de válvula del fabricante.
- Si ninguna de las válvulas no funcionan correctamente, compruebe para construcción subterránea que podría haber causado una rotura en la tubería de transporte. Además, el itinerario del problema de alcantarillado y buscar evidencia de una ruptura, como una zona hundida.

El procedimiento anterior es un enfoque sistemático para localizar la fuente de pérdida de vacío. El tiempo de los 4 primeros pasos es generalmente alrededor de 2-3 minutos, aunque el procedimiento completo generalmente se completará dentro de 30 minutos.⁴ veces un atajo puede ser tomada. En el estudio reciente de los sistemas operativos, se comprobó que muchas veces la misma válvula(s) fallan. Esto es generalmente debido a determinadas condiciones hidráulicas en ese escenario específico. En estas situaciones, los operadores controlar estas válvulas antes de cualquier otro aislamiento es hecho. En otra situación, un operario cualificado puede generalmente decir cuán lejos de la estación de vacío es el problema mediante el análisis de las tablas de vacío como el grado de pérdida de vacío es inversamente proporcional a la distancia desde la estación. Esto permite la simplificación del procedimiento de aislamiento.

Válvula fallas, si no es localizado y corregido dentro de un par de horas, pueden provocar fallos en otras partes del sistema. A valve que está bloqueado o abierto que continuamente ciclos de vacío provocará que el sistema se caiga. Si las bombas de vacío no puede mantener esta pérdida de vacío, el resultado es vacío insuficiente para abrir otras válvulas. Esto puede conducir a la realización de copias de seguridad. Cuando el vacío es finalmente restaurada, una gran cantidad de aguas residuales, en relación a la cantidad de aire, se introducirá en el sistema podría provocarle "anegamiento". Cuando esto ocurre, el sistema debe accionarse manualmente, permitiendo que las bombas de vacío para ejecutar más de lo habitual. El manual repetitivo cycling' del vacío y las bombas de aguas residuales en efecto aumenta la capacidad de la estación de vacío. Este ciclo repetitivo se continúa hasta que el sistema "capturas". En ese momento, el sistema vuelve al modo automático.

Ha habido intentos realizados para determinar el tiempo necesario para localizar una válvula averiada.⁴ Al Plainville, Indiana, una válvula del sistema se debió a fallar en un lugar desconocido para el personal de mantenimiento de esta válvula fue ubicado y corregir el problema en 21 minutos. Los operadores del sistema que el típico informe de insuficiencia de la válvula está situado a 30-45 minutos. La mayoría también citar el tiempo de conducción desde su casa con el sistema como el factor crítico en este tiempo de respuesta. Un componente clave en el funcionamiento continuo

Es un eficaz sistema de alarma, junto con personal de mantenimiento disponibles.

3.6.6 Mantenimiento de registros

Buenos registros son importantes para la eficiencia, el funcionamiento ordenado del sistema. Completar los registros pertinentes y proporcionar una ayuda necesaria a los procedimientos de control, se utilizan como base de la operación del sistema. El primer paso de cualquier procedimiento de solución de problemas es un análisis de los registros. Esto es especialmente cierto en el caso del sistema de recogida. Una riqueza de información está contenida en los registros básicos sobre una base diaria. Los siguientes tipos de registros deben conservarse:

- Registros de mantenimiento normal
- Registros de mantenimiento preventivo
- Los registros de mantenimiento de emergencia
- Los registros de los costos operativos

Estos registros deben conservarse cuidadosamente y archivada donde están fácilmente disponibles para el personal de operaciones. Todos los registros deben estar limpios y precisos, y realizado en la vez que se obtienen datos. Es una buena práctica para resumir estos datos en un breve informe mensual y un informe anual más completa. Estos informes deberán presentarse a las autoridades

locales como el Ayuntamiento y el alcalde. Esto mantiene a los funcionarios enterados de los progresos, los problemas y necesidades a largo plazo de la planta.

3.6.6.1 Los registros de mantenimiento Normal

La siguiente información debe ser registrada en una base diaria:

- Fecha
- Efectivos de servicio
- Condiciones climáticas
- Tareas de rutina realizado
- Rango de funcionamiento de bombas de vacío
- Los tiempos de ejecución de bombas de vacío
- Los tiempos de ejecución de las bombas de descarga de aguas residuales
- Tiempo de ejecución de grupo electrógeno de reserva
- Datos del flujo
- Las denuncias recibidas y los remedios
- Los visitantes de instalaciones
- Accidentes o lesiones
- Condiciones inusuales
- Alteraciones en el sistema

3.6.6.2 Registros de mantenimiento preventivo

registros adecuados proporcionan información que indica el personal operacional cuando era el último servicio efectuado en cada componente del sistema indica acercando a servicio o requisitos de mantenimiento preventivo. La programación eficaz de estas tareas de mantenimiento puede ser entonces hecho que evite las interferencias con otros aspectos importantes del funcionamiento del sistema.

Resultados de las inspecciones periódicas deberían mantenerse. Esto podría incluir una lista de todos los posibles problemas, la causa más probable de estos problemas, las reparaciones necesarias para solucionar el problema, y recomendaciones para futuras mejoras para reducir la recurrencia.

3.6.6.3 Los registros de mantenimiento de emergencia debe ser mantiene registros sobre todo el mantenimiento de emergencia. Esto incluye lo siguiente:

- Fecha y hora de ocurrencia
- Persona(s) que están respondiendo al problema
- Descripción del problema,
- Recurso de problema
- Repuestos y Equipos usados
- El tiempo total para corregir el problema
- Recomendaciones para futuras mejoras

3.6.6.4 Registros de costes operativos

Para asegurar la adecuación del presupuesto, es muy importante para mantener la precisión de la información

acerca de los costos de operación y mantenimiento de todos los elementos. Los costos incluyen:

- Los salarios y beneficios
- El consumo de combustible y potencia
- Gastos.
- Las compras de equipo
- Los gastos de reparación y reemplazo
- Productos químicos
- Gastos varios

3.7 Evaluación de sistemas operativos

3.7.1 Sistemas de vacío temprano

Primeros sistemas de vacío son a menudo plagada de problemas operacionales coherentes. Estos sistemas se han instalado sin la suficiente experiencia de campo con los componentes del sistema. Además, lineamientos de operación y mantenimiento aún no estaban disponibles. Como resultado, se encontraron varios problemas operativos.

Primeros sistemas de vacío experimentado problemas debido a la falta de conocimiento de transporte de dos fases. Pequeña red de vacío, vacío mal planificado perfiles principales, demasiado grande slug líquido volúmenes, y todos los de aire insuficiente Traducido en problemas de transporte.

Vac-Q-Tec sistemas electrónicos sensibles "equipo de control de la válvula en el 208- gal" tambores cerca de los depósitos de retención de aguas residuales. Corrosión de los tambores y las cajas de control que causó numerosos problemas y la complejidad exige técnicos muy calificados para operar exitosamente el sistema.⁴

Principios Colt y AIRVAC carecían de sistemas de componentes que ahora son generalmente aceptados como normas mínimas de diseño.² La falta de alimentación de reserva causados indirectamente algunas botas de válvulas de vacío a la ruptura. Durante los cortes de energía, el líquido acumulado detrás de estas válvulas. Cuando la energía se restaura y el ciclo de las válvulas, el gran volumen de agua no puede vaciarse por completo antes de la secuencia de funcionamiento de la válvula temporizada cerrado el maletero del rápido movimiento de aire en lugar de agua. Esto resultó en la inusualmente altas fuerzas que rompió la válvula botas. Estos problemas se alivian en gran medida de energía en modo de espera cuando se agregó al sistema.

AIRVAC's temprano fosos de válvula estaban hechas de papel impregnado de atar que deformó cuando se coloca en suelos inestables o en zonas sometidas a tráfico de vehículos. Esta deformación eventualmente

condujo a válvulas dañadas. Problemas adicionales como resultado de la utilización de válvulas sin fondo en áreas de alta el agua de la tierra.⁴ En este caso, el agua entró en el captador del controlador que causa las válvulas a ciclo continuo y eventualmente agotan el vacío del sistema. Medidas correctivas, incluida la sustitución de las primeras válvulas con punteaduras de fibra de vidrio capaz de soportar cargas de tráfico. Las extensiones del tubo del respiradero escondrijos y controlador modificaciones han minimizado estos problemas.

Una mejor comprensión del vacío de alcantarillado, la mejora de los componentes del sistema hidráulico, y estableció las directrices de funcionamiento y mantenimiento han llevado a importantes mejoras operativas.

3.7.2 Los últimos sistemas de vacío

Aunque la fiabilidad operativa ha mejorado con cada generación sucesiva de sistemas, todavía subsisten algunos problemas. Seis sistemas operativos fueron visitados en 1989, de modo que la operación y el mantenimiento de datos significativos podrían ser generados. Se hizo un intento para visitar sistemas que daría una buena sección transversal de la tecnología. La topografía, ubicación geográfica, tamaño y diseño variado conceptos fueron considerados en el proceso de selección. Uno de los primeros sistema fue visitada para ver si las mejoras a través de los años se han traducido en una mayor fiabilidad. La tabla 3-16 se presenta información sobre los sistemas operativos que visitó.

3.7.2.1 Información General

La tabla 3-17 presenta información general sobre cada uno de los sistemas visitados.

En 1989 visitó los sistemas operativos			
Nombre	del Ubicación	Fecha Funciona	Sistema Tipo
Ocean pinos	Berlín, MD	1970	VAC-Q-TEC
Westmorelan	Westmoreland.	1979	AIRVAC
Ohio	Co- Wheeling, WV	1984	AIRVAC
Lado	Celeron, NY	1986	AIRVAC
PSD	Boaz Parkersburg.	1988	AIRVAC
Casa Blanca	Casa Blanca,	1988	AIRVAC

3.7.2.2 Diseño/Construcción Data

La tabla 3-18 muestra los datos de diseño y construcción en lo que se refiere a los sistemas de recopilación de cada uno de los sistemas visitados.

La tabla 3-19 muestra el diseño y la construcción de los datos, puesto que se refieren a las estaciones de vacío de cada uno de los sistemas visitados.

3.7.2.3 Datos de operación y mantenimiento se han realizado mejoras significativas en los componentes en los últimos 10 años, especialmente con la unidad del controlador de la válvula. Esto se ha atribuido a una combinación de investigación y pruebas, y un mayor esfuerzo de control de calidad. Continuando a educar a los proyectistas, constructores y operadores de técnicas adecuadas tendrá como resultado una mayor reducción de los problemas. Evidencia de esto está empezando a aparecer en la superficie de algunos de los sistemas más recientemente construidos.

Operación y mantenimiento se reunieron datos sobre cada uno de los sistemas visitados. Estos datos se presentan en tablas 3-20 a 3-23.

3.7.3 tendencia

La tasa de fracaso de algunos de los primeros sistemas de vacío ha sido documentado: en general, el promedio de tiempo entre las llamadas de servicio (MTBSC) de algunos de estos sistemas varía desde menos thanl a más de 8 año; todos excepto uno de estos sistemas tenían MTBSC de menos de 4 años.⁴ Por el contrario, todos los sistemas estudiados en 1989, con la excepción de los principios del sistema, había un MTBSC mayor de 6 años, con un promedio de casi 10 años. Esto indica que el componente mejoras y avances de diseño han tenido un impacto positivo sobre la fiabilidad de los sistemas de vacío.

3.7.4 Problemas Históricos de funcionamiento

Cada uno de los sistemas visitó ha experimentado algún tipo de problema que predominaron como una demanda sobre O&M tiempo de personal. Sin embargo, la mayoría fueron de corta duración. La tabla 3-24 describe los tipos de problemas encontrados.

Un sofisticado análisis estadístico no se realizó para elaborar los porcentajes mencionados. Los porcentajes se determina por una combinación de la frecuencia de ocurrencia y la demanda en el tiempo del personal según lo informado por los operadores del sistema que fueron entrevistados. Se presentan únicamente con el propósito de poner los problemas en perspectiva.

Suponiendo que el porcentaje aproximado de la realidad, aproximadamente el 80 por ciento de los problemas hasta la fecha pueden ser categorizadas como evitables. Esto no significa que no eran o no son problemas. Con un buen diseño, construcción, inspección, formación y control de calidad, sin embargo, estos problemas pueden ser evitados en los futuros sistemas.

3.7.4.1 componente - defectos

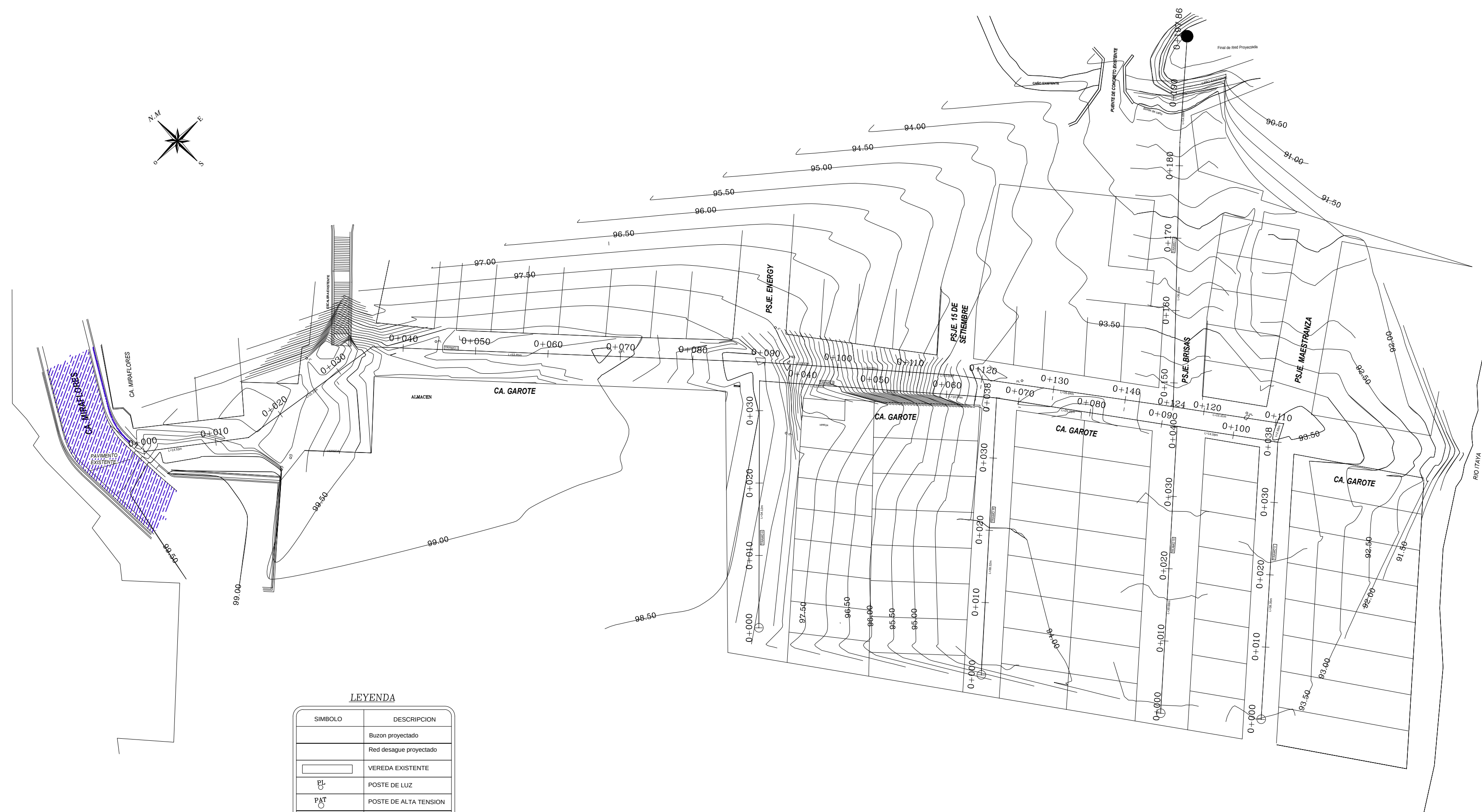
a. Fallo Spring-Valve rota en posición abierta poco después de la puesta en marcha de un sistema, una cantidad inusual de fallos de la válvula se fueron produciendo. Se determinó que estos fallos fueron provocados por un resorte roto en el controlador de la válvula. Una investigación reveló que los muelles estaban hechas de material defectuoso. Los muelles fueron sistemáticamente reemplazados por otros nuevos, un esfuerzo que dos personas realizada sobre una base de tiempo parcial en el lapso de un mes.

Este esfuerzo no requiere la extracción de la misma válvula. El uso de piezas de repuesto, el distrito poner nuevos muelles en el componente controlador de la válvula en su taller. Después de una cantidad suficiente de controladores fueron reconstruidas, fueron llevados al campo y sustituyó a los controladores con los muelles defectuoso, un procedimiento que tomó 10 minutos por la válvula. Estos controladores defectuosos fueron llevados de regreso a la tienda donde el procedimiento se repite hasta que todos los controladores fueron reconstruidos con el muelle apropiado. Este problema no ha regresado.

b. Controladores de Válvula fiable

Las válvulas originales en un sistema tenía un controlador que era diferente de los utilizados actualmente. Se encontró que eran muy poco fiables. El resultado fue más fallos de la válvula y, por consiguiente, gastos de O&M más de lo originalmente previsto. En la década de los setenta, AIRVAC diseñó y patentó su propio controlador. Tras el éxito de las pruebas de estos controladores en sus instalaciones de Indiana, que comenzó la producción en masa.

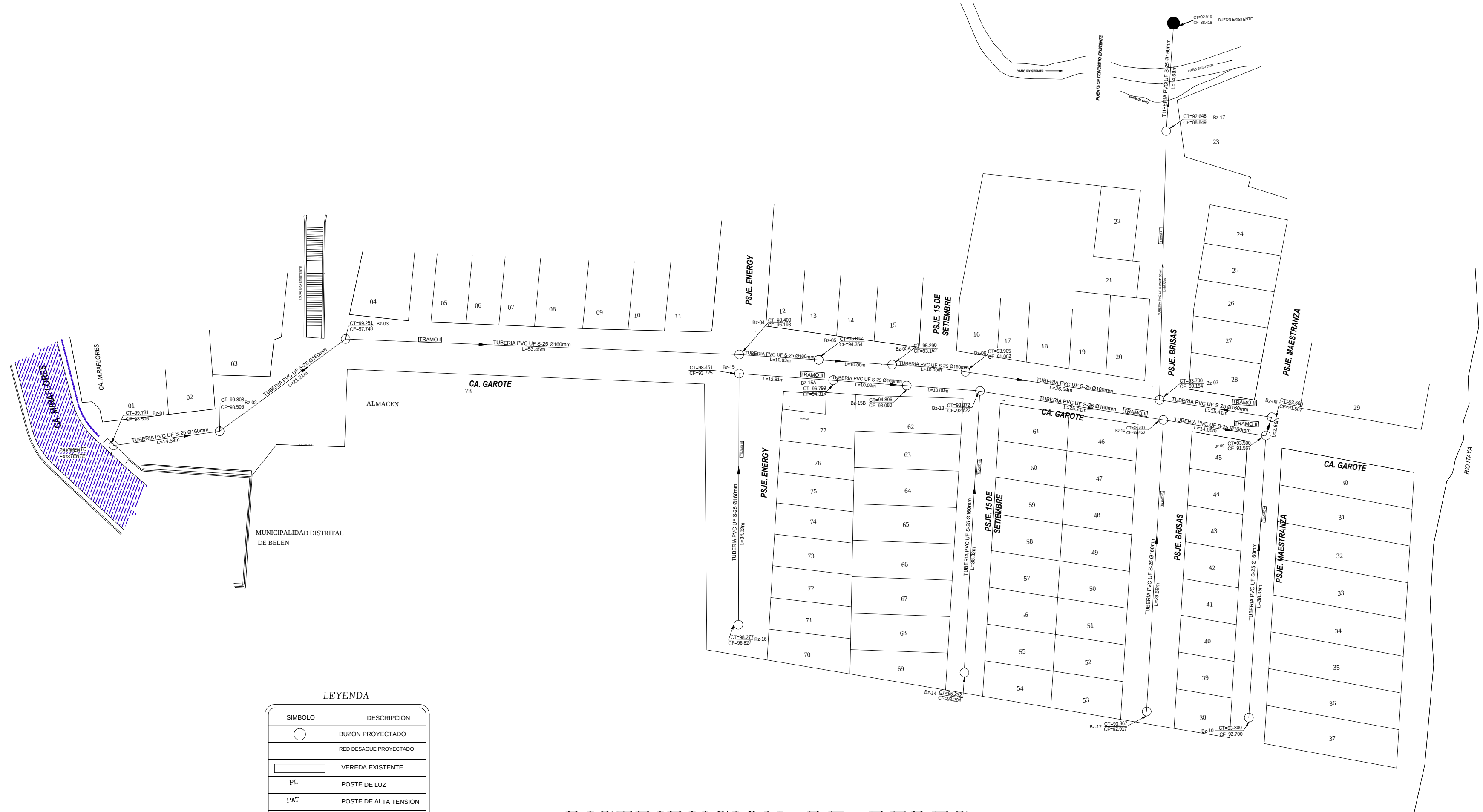
Cada una de las válvulas en el sistema ya ha sido reequipados con el controlador AIRVAC. La tasa de fracaso se ha reducido enormemente desde la introducción de la moneda única.



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Buzon proyectado
	Red desague proyectado
	VEREDA EXISTENTE
	POSTE DE LUZ
	POSTE DE ALTA TENSION
	PUENTE EXISTENTE
	Curva de Nivel

PLANTA TOPOGRAFICA
CALLE GAROTE, PSJ ENERGY, PSJ 15 SETIEMBRE
PSJ BRISAS Y PSJ MAESTRANZA

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO	
ALCANTARILLADO CONVENCIONAL PLANTA TOPOGRAFICA	N° PLANO: 01
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL	N° CODIGO: C-1
FECHA: 14/12/2016	ESCALA: 1/100



LEYENDA	
	BUZON PROYECTADO
	RED DESAGUE PROYECTADO
	VEREDA EXISTENTE
	PL POSTE DE LUZ
	PAT POSTE DE ALTA TENSION
	PUENTE EXISTENTE

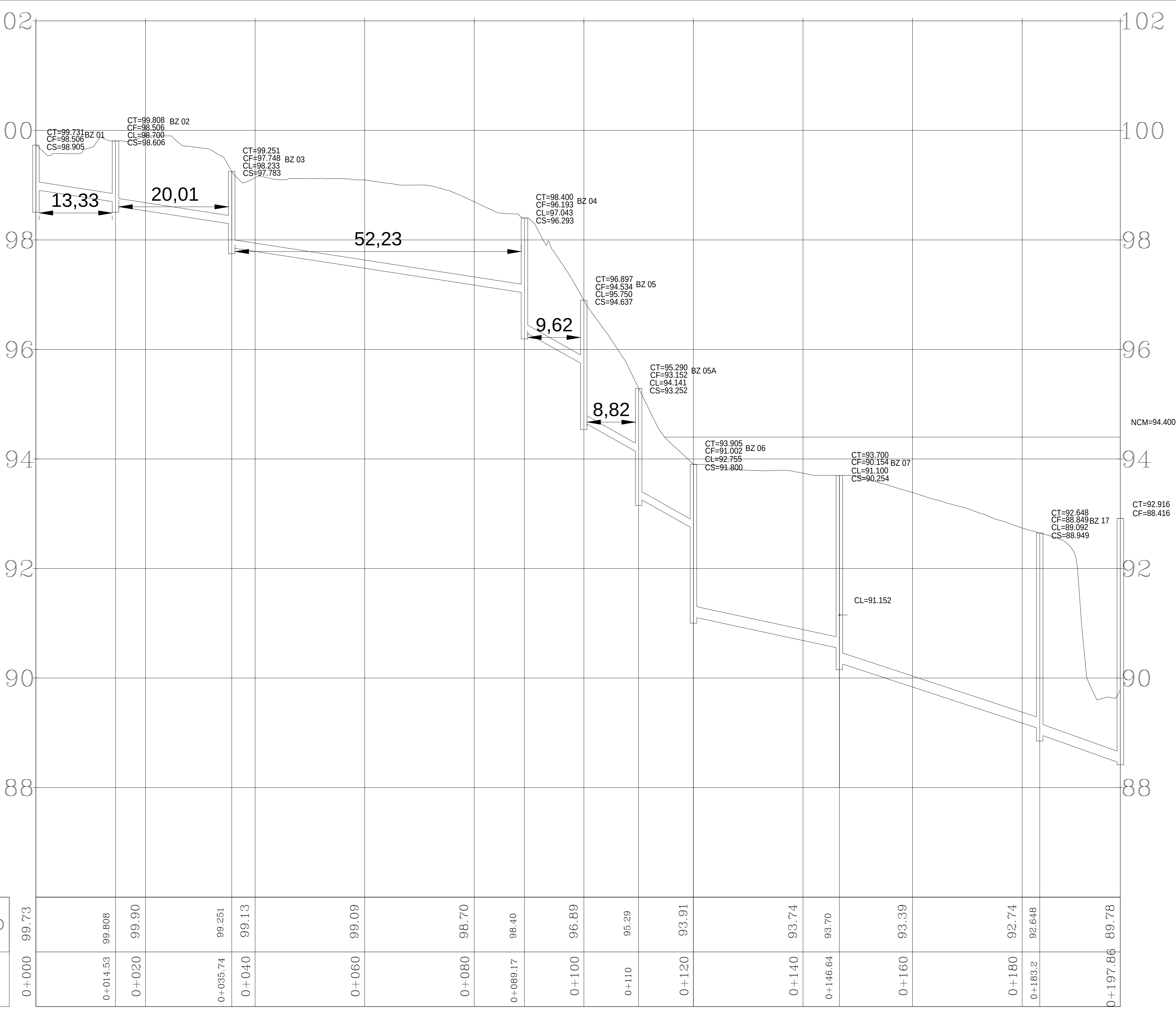
DISTRIBUCION DE REDES

CALLE GAROTE, PSJ ENERGY, PSJ 15 SETIEMBRE

PSJ BRISAS Y PSJ MAESTRANZA

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO	
ALCANTARILLADO CONVENCIONAL DISTRIBUCION DE REDES	N° PLANO: 02
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL	N° CODIGO: C-1
FECHA: 14/12/2016	ESCALA: 1/100

Cota Terreno	99.73
Progresiva	0+000



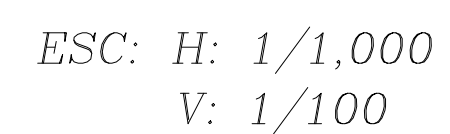
PERFIL LONGITUDINAL

CALLE GAROTE Y PASAJE BRISAS

BZ 01,02,03,04,05,06,07,17,EXISTENTE

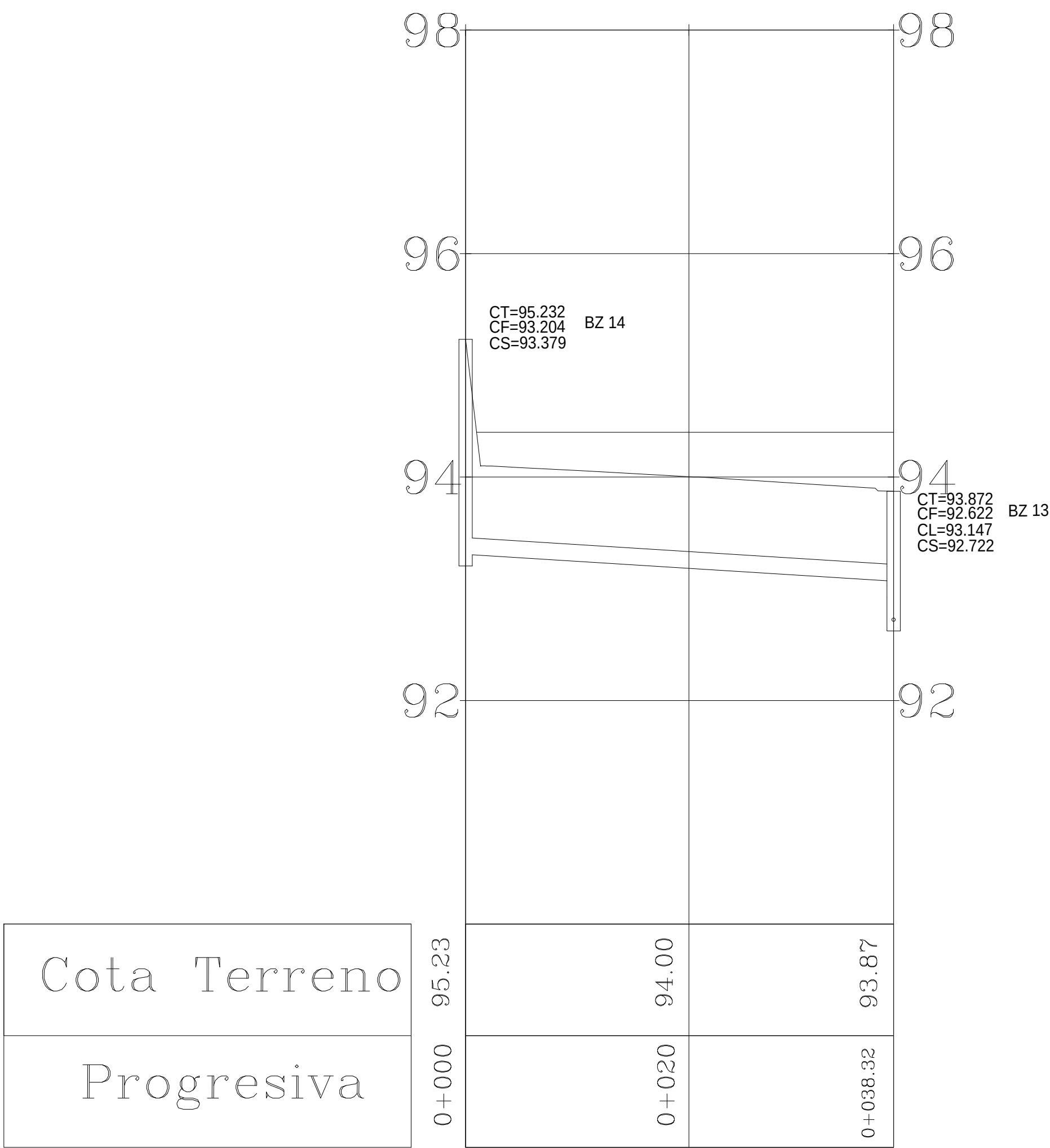
ESC: H: 1/1,000
V: 1/100

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO	
ALCANTARILLADO CONVENCIONAL PERFILES LONGITUDINALES	N° PLANO: 03
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL	N° CODIGO: C-1
FECHA: 14/12/2016	ESCALA: 1/100



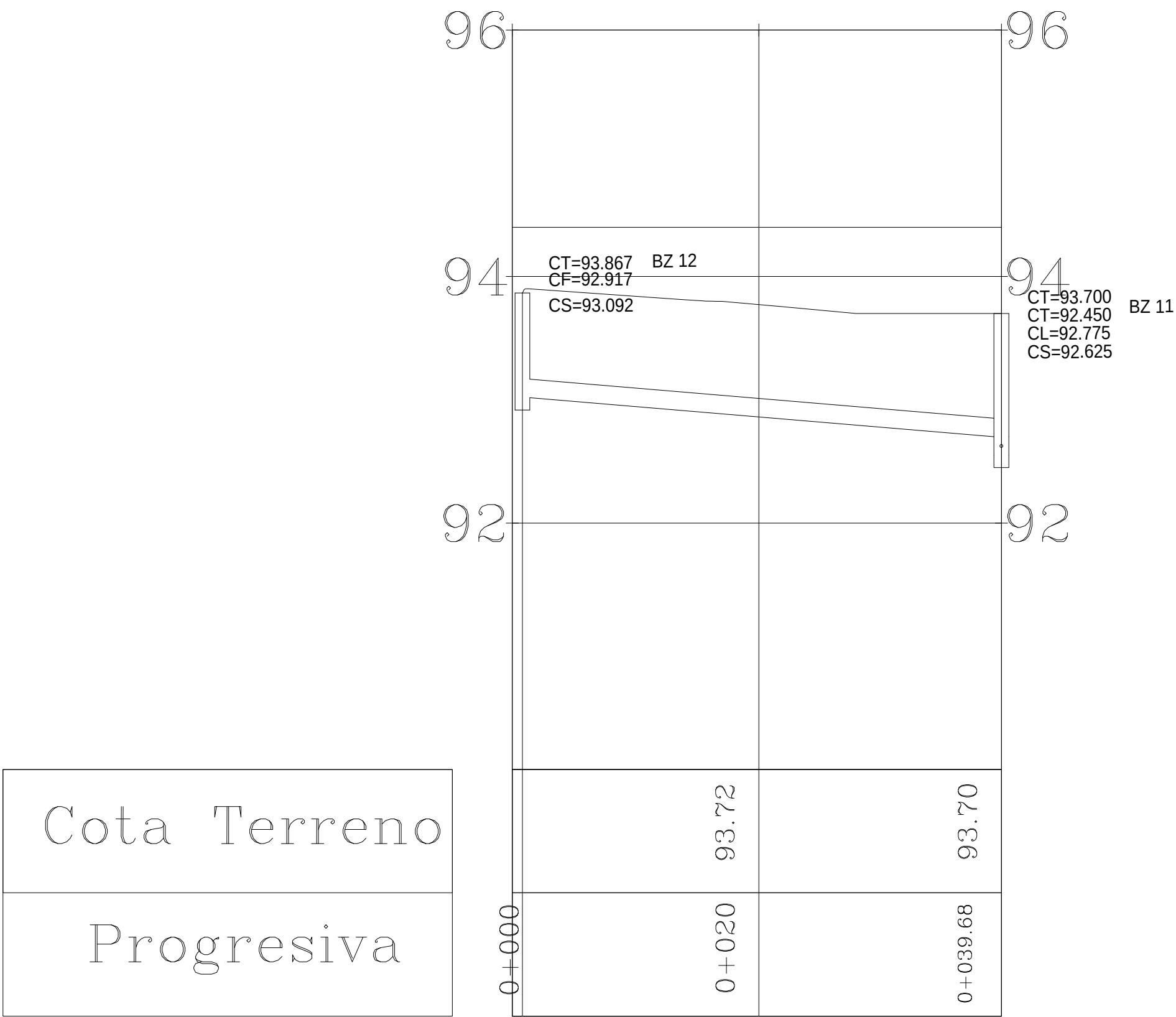
BZ 16,15,13,11,09,08,07

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO CONVENCIONAL PERFILES LONGITUDINALES		N° PLANO: 04
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO:
FECHA: 14/12/2016	ESCALA: 1/100	C-1



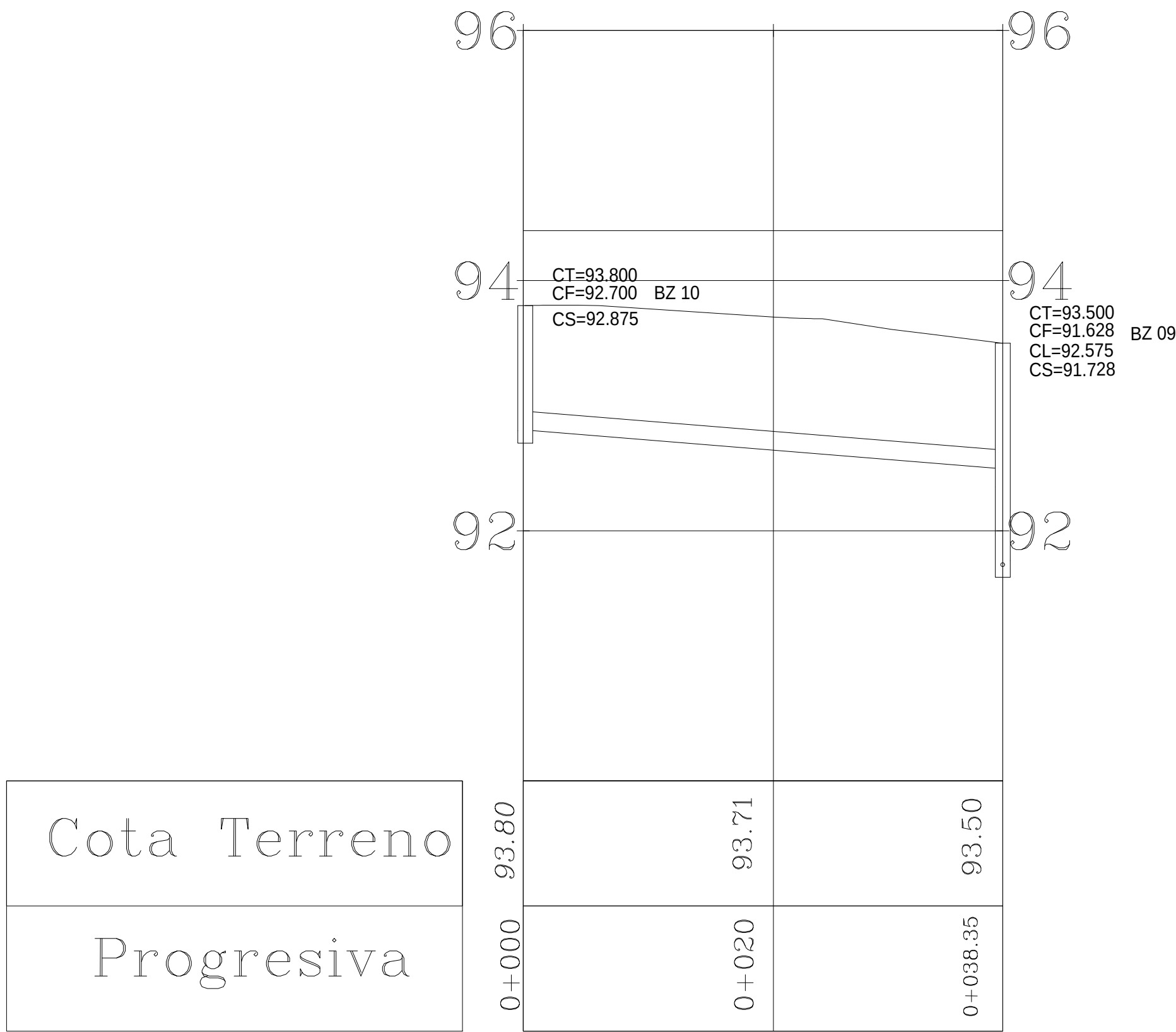
ESC: H: 1/1,000
V: 1/100

PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE 15 DE SETIEMBRE
BZ 14,13



ESC: H: 1/1,000
V: 1/100

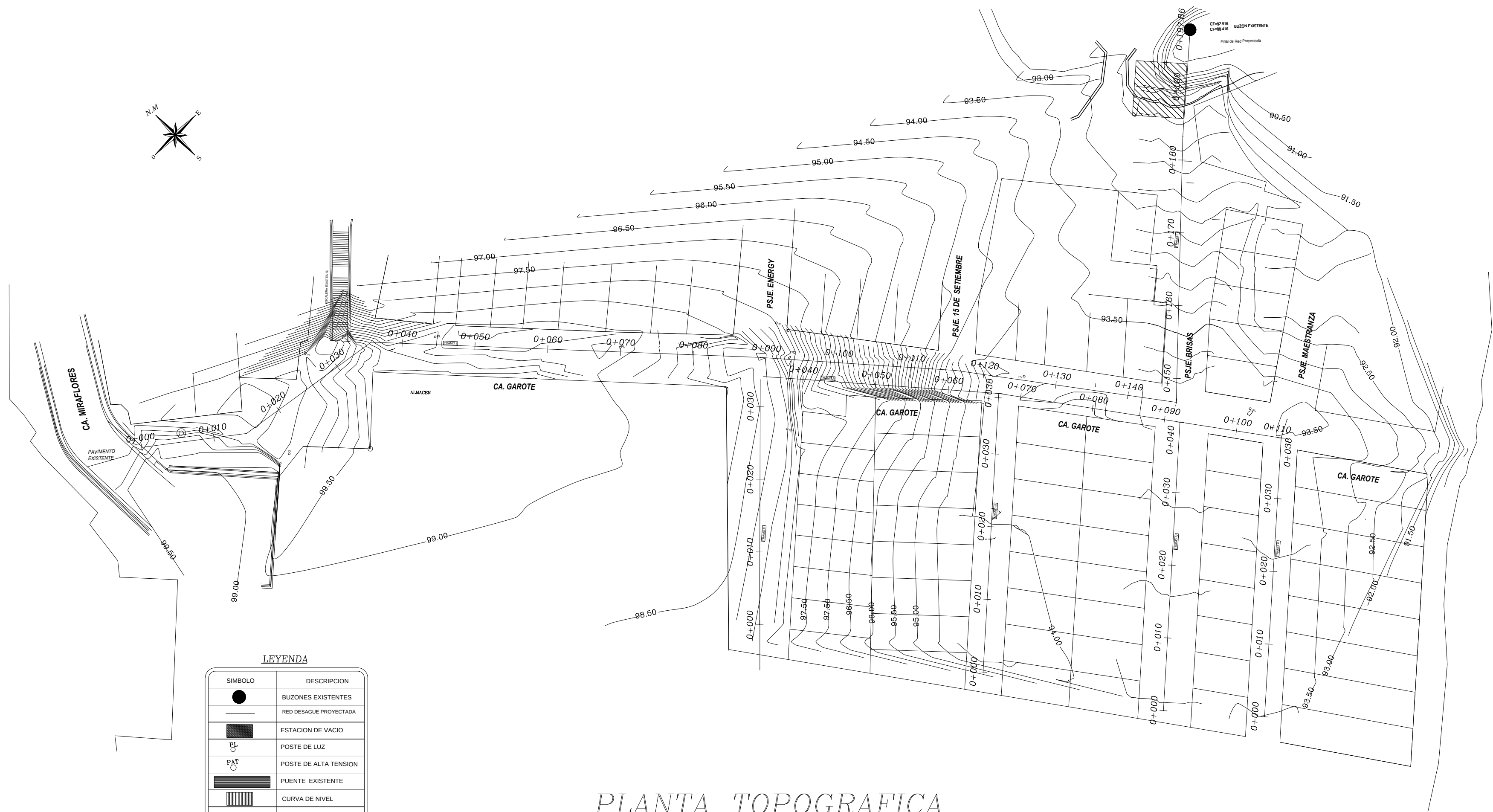
PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE BRISAS
BZ 12,11



ESC: H: 1/1,000
V: 1/100

PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE MAESTRANZA
BZ 10,09

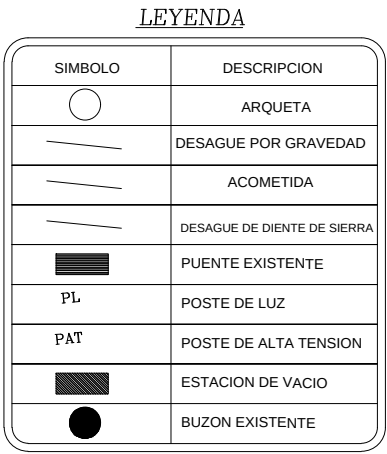
EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		N° PLANO: 05
ALCANTARILLADO CONVENCIONAL PERFILES LONGITUDINALES		N° CODIGO: C-1
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		
FECHA: 14/12/2016	ESCALA: 1/100	



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
●	BUZONES EXISTENTES
—	RED DESAGUE PROYECTADA
■	ESTACION DE VACIO
PL	POSTE DE LUZ
PAT	POSTE DE ALTA TENSION
▬	PUENTE EXISTENTE
	CURVA DE NIVEL

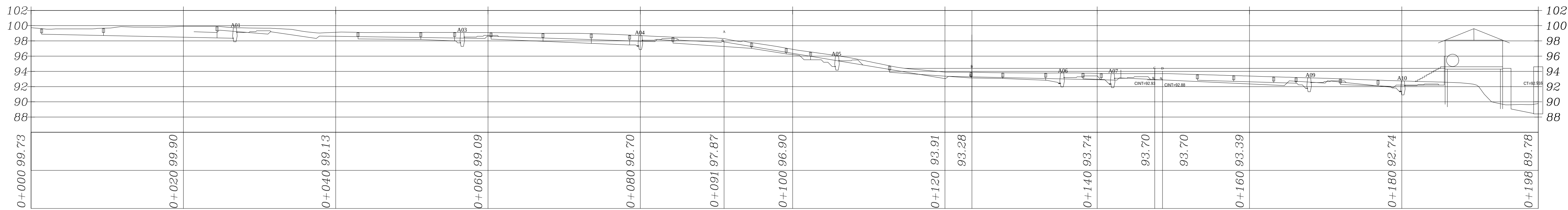
PLANTA TOPOGRAFICA
CALLE GAROTE, PSJ ENERGY, PSJ 15 SETIEMBRE
PSJ BRISAS Y PSJ MAESTRANZA

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL Y ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO"		
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANTA TOPOGRAFICA		N° PLANO: 01
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA SIFUENTES MANUEL A. CARBAJAL LOPEZ		N° CODIGO: V-1
FECHA:	14/12/2016	ESCALA: 1/100



EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		N° PLANO: 02
ALCANTARILLADO AL VACIO DISTRIBUCION DE REDES		
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO:
FECHA: 14/12/2016	ESCALA: 1/100	V-1

Cota Terreno
Progresiva

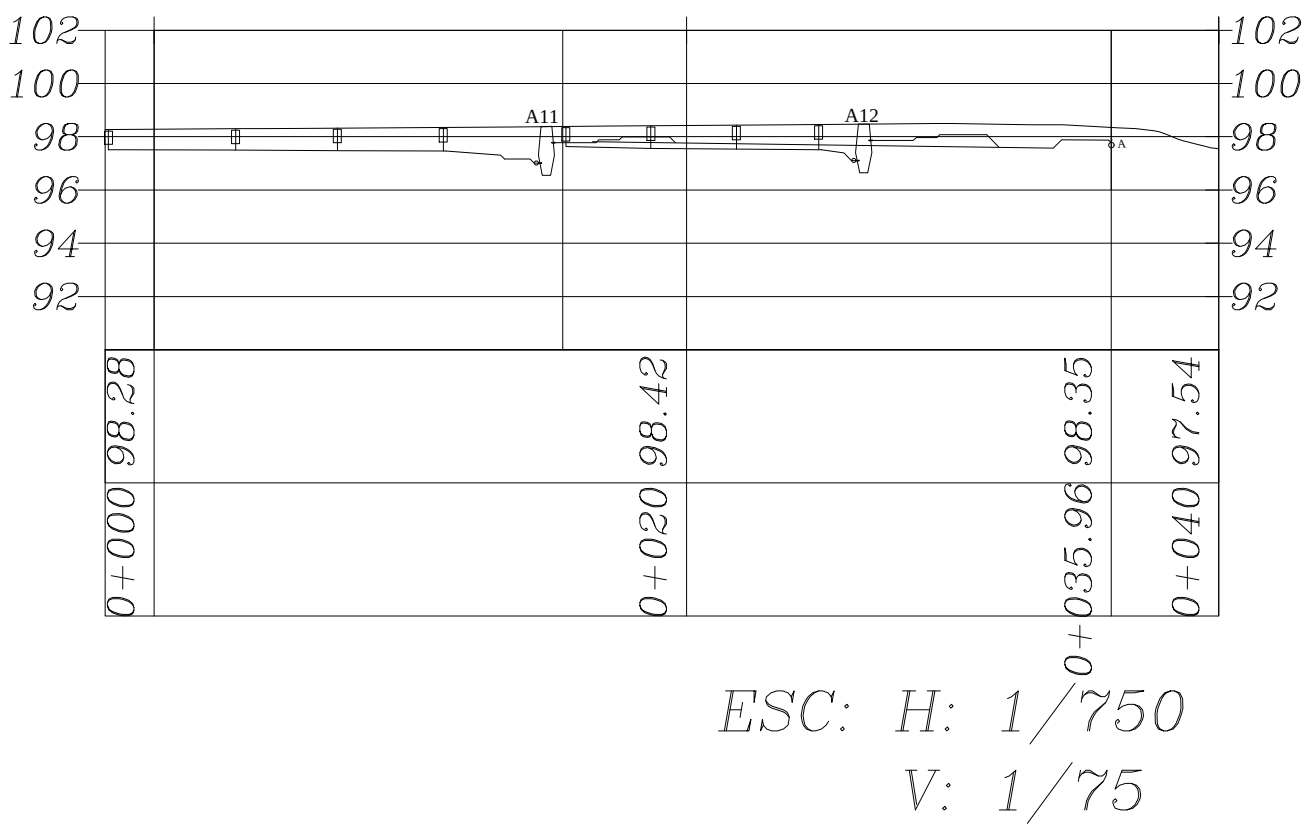


ESC: H: 1/1,000
V: 1/100

PERFIL LONGITUDINAL
CALLE GAROTE Y PASAJE BRISAS

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO AL VACIO PERFILES LONGITUDINALES		N° PLANO: 03
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: V-1
FECHA: 14/11/2016	ESCALA: 1/100	

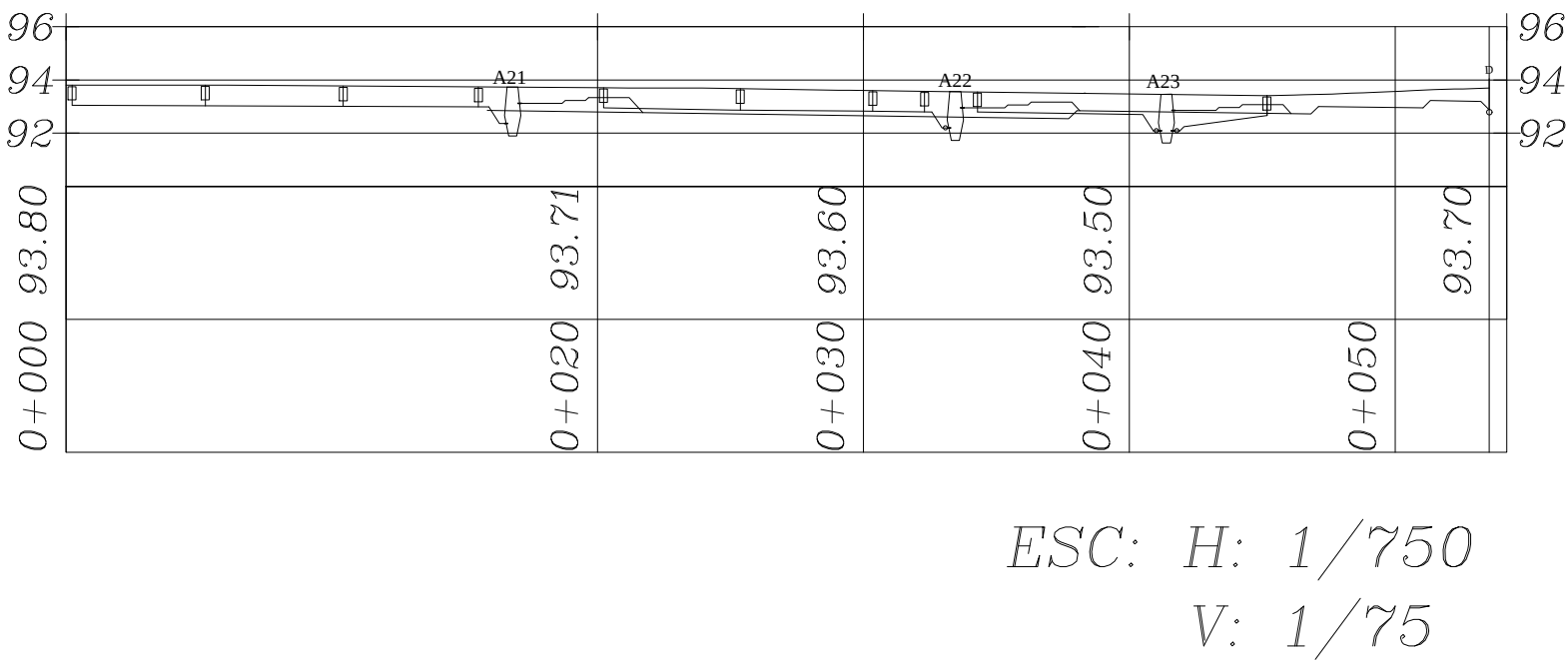
Cota Terreno
Progresiva



PERFIL LONGITUDINAL

PASAJE ENERGY CON CALLE GAROTE

Cota Terreno
Progresiva

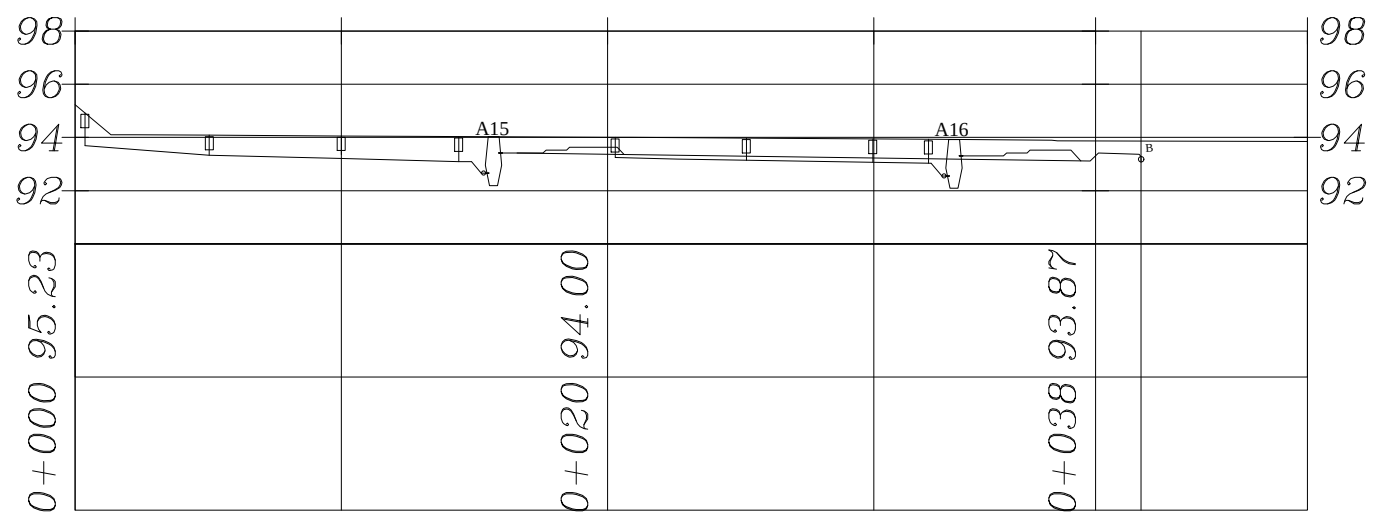


PERFIL LONGITUDINAL

PASAJE MAESTRANZA CON CALLE GAROTE

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO			
ALCANTARILLADO AL VACIO PERFILES LONGITUDINALES			N° PLANO: 04
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL			N° CODIGO: V-1
FECHA:	14/11/2016	ESCALA:	1/100

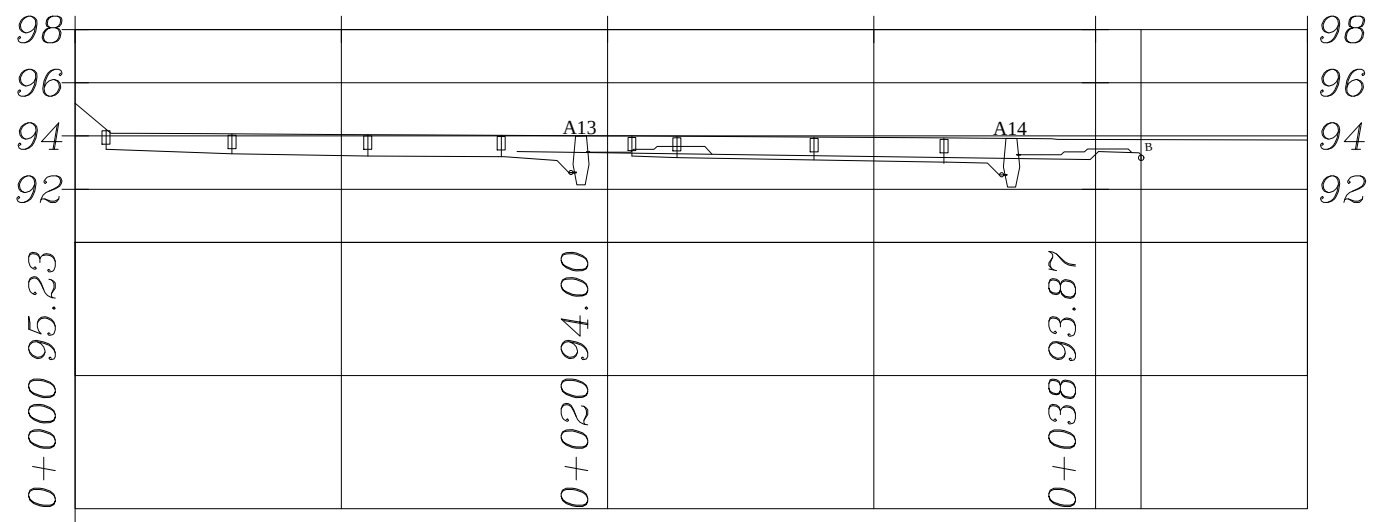
Cota Terreno
Progresiva



ESC: H: 1/750
V: 1/75

PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE 15 DE SETIEMBRE
CON CALLE GAROTE L. DERECHO

Cota Terreno
Progresiva

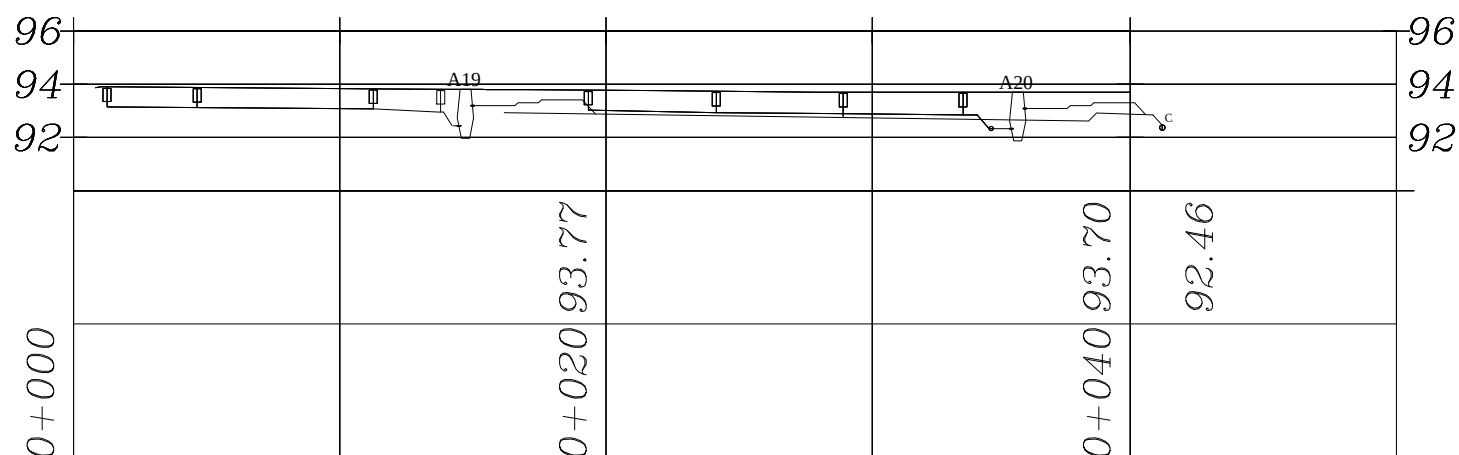


ESC: H: 1/750
V: 1/75

PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE 15 DE SETIEMBRE
CON CALLE GAROTE L. IZQUIERDO

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO AL VACIO PERFILES LONGITUDINALES		N° PLANO: 05
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: V-1
FECHA: 14/11/2016	ESCALA: 1/100	

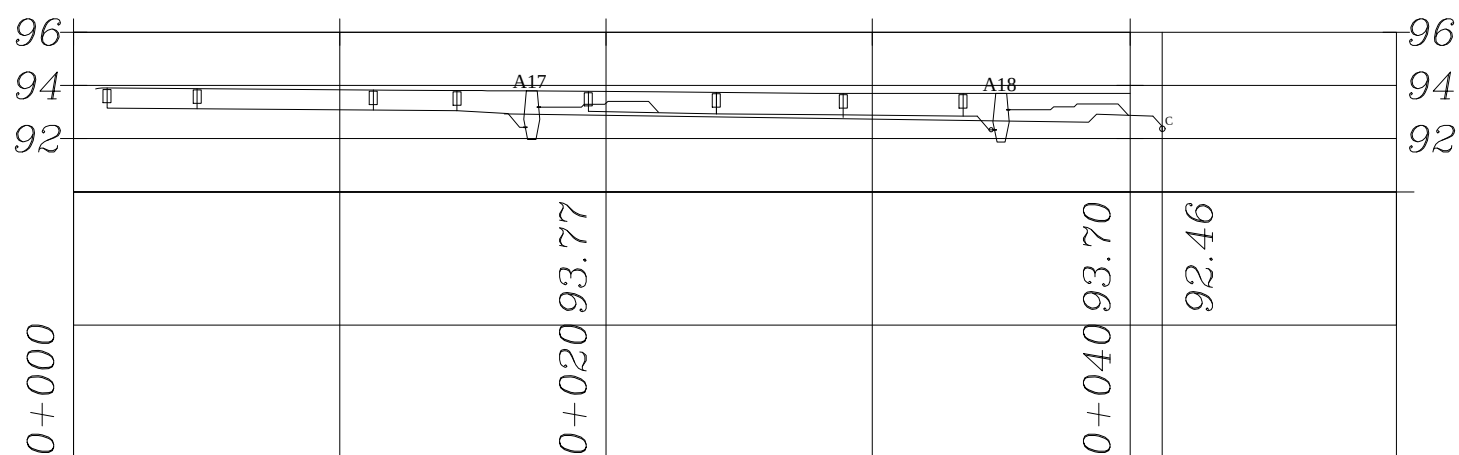
Cota Terreno
Progresiva



ESC: H: 1/750
V: 1/75

PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE BRISAS – L. DERECHO

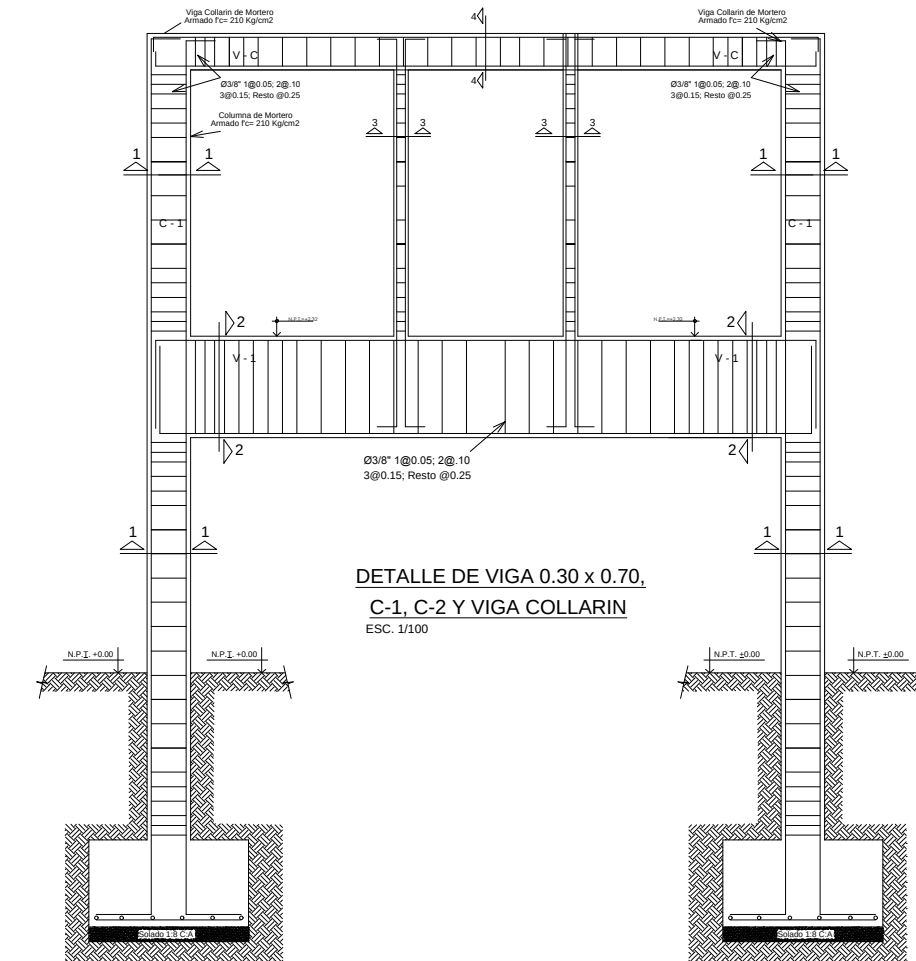
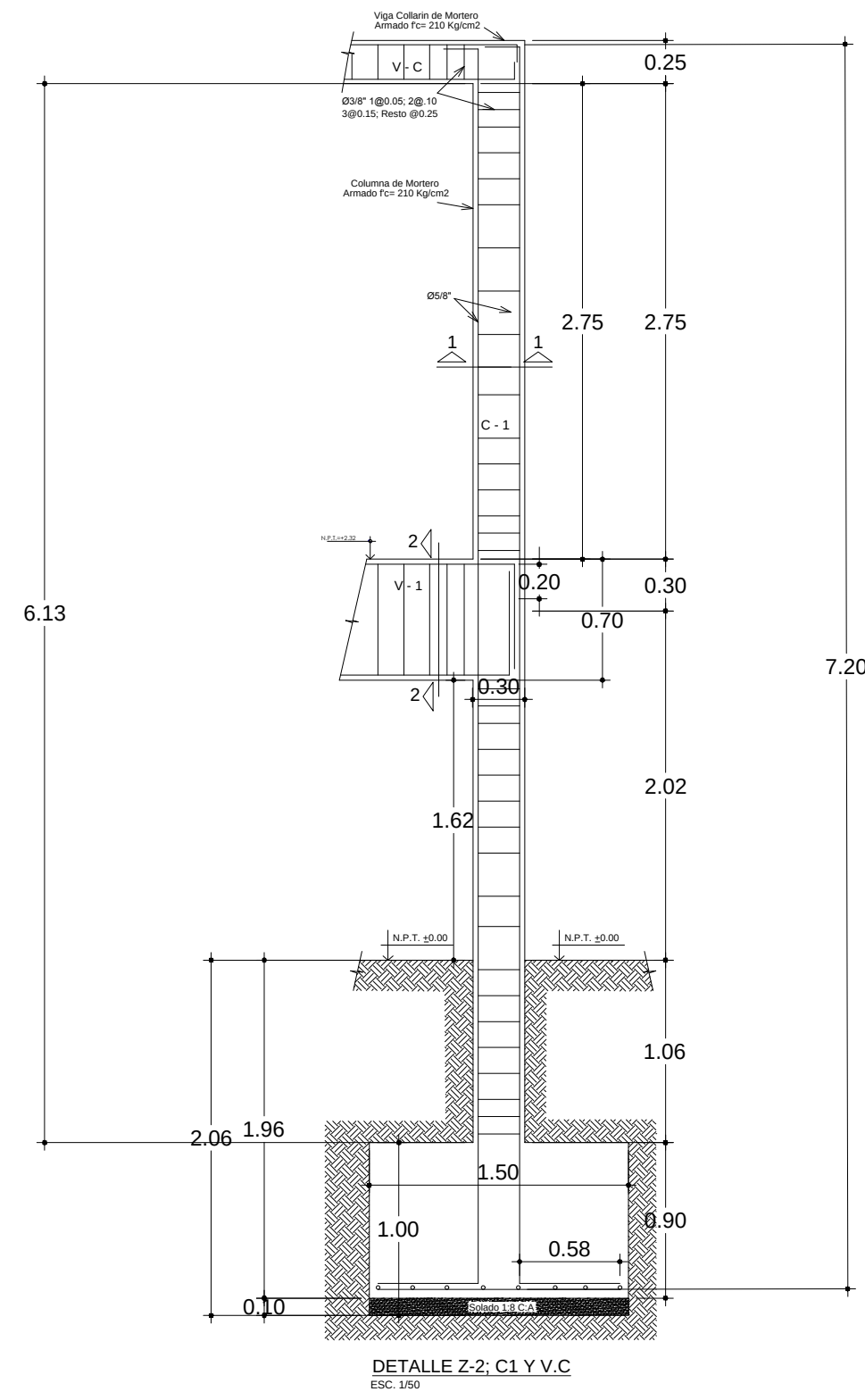
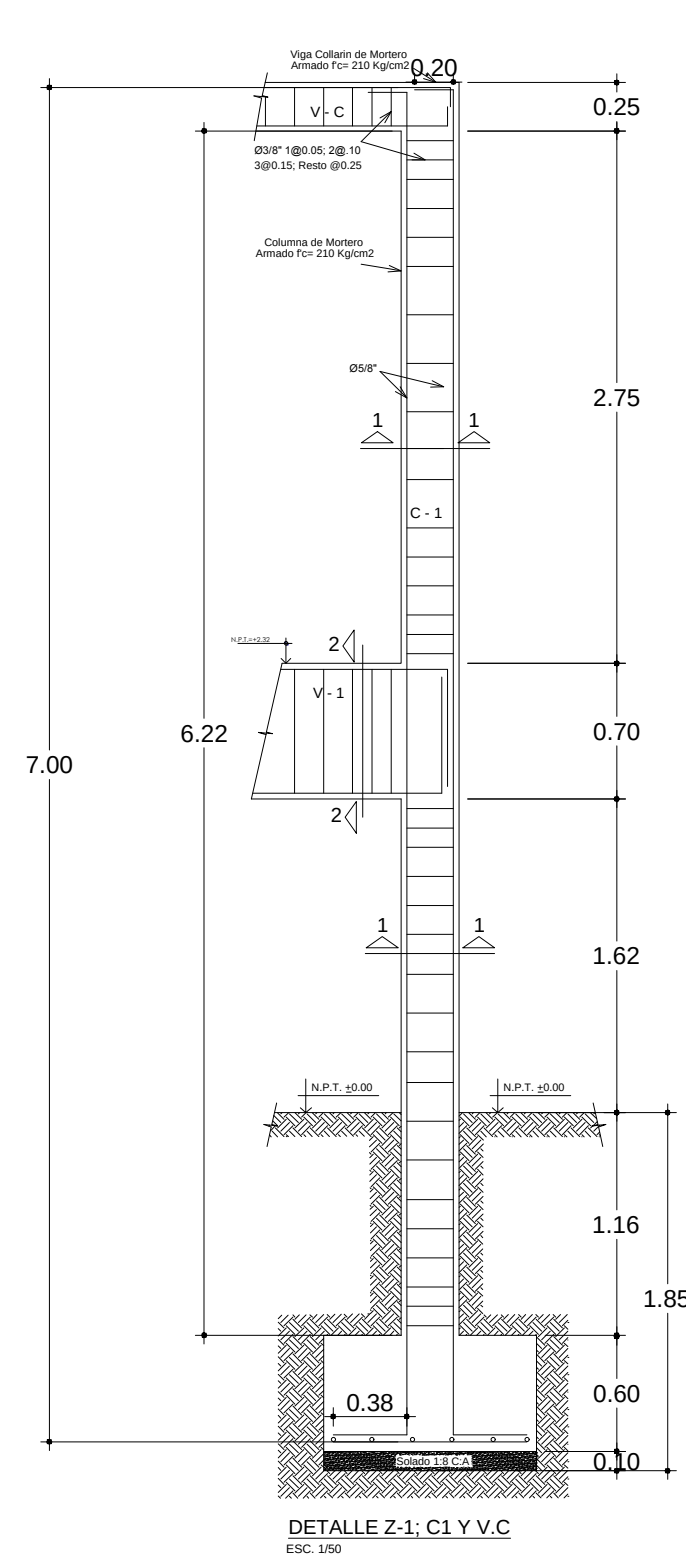
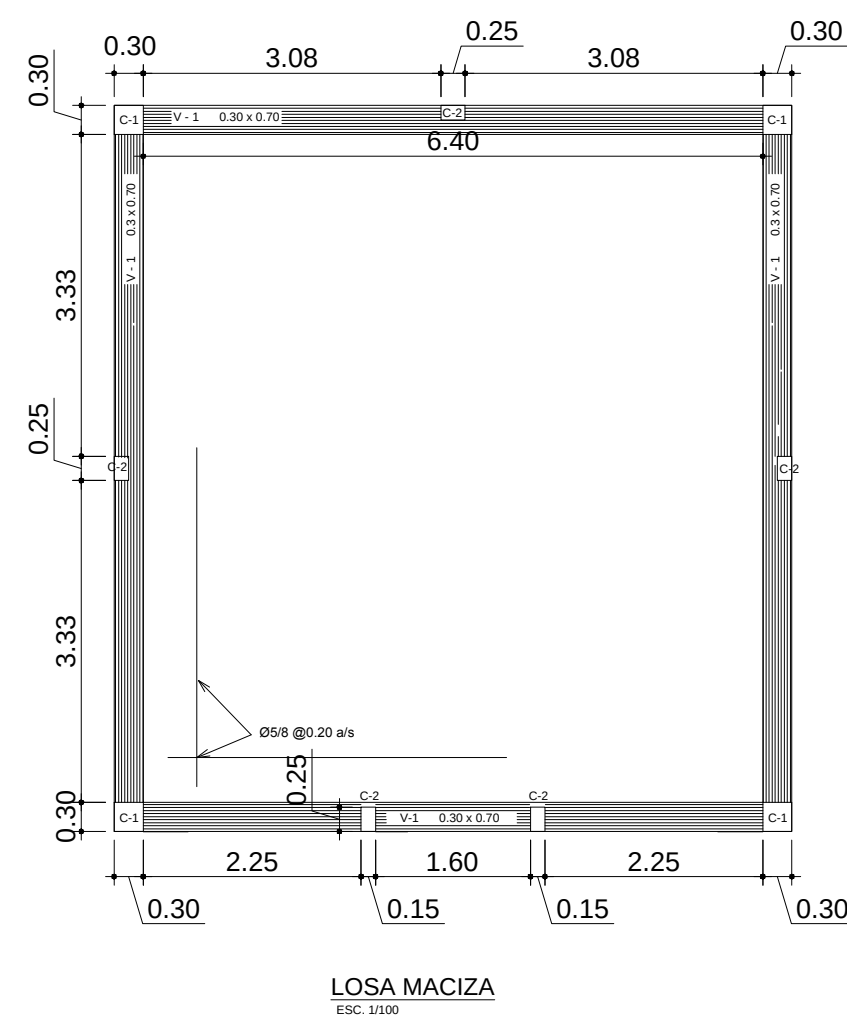
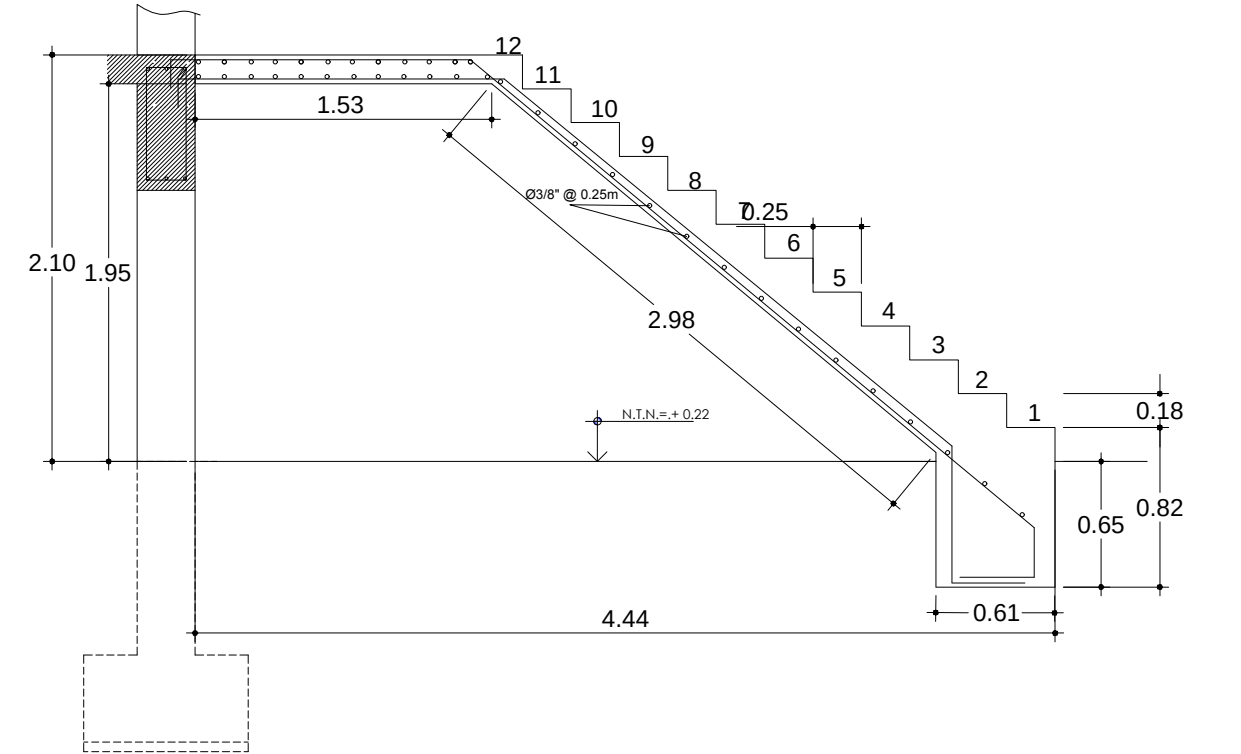
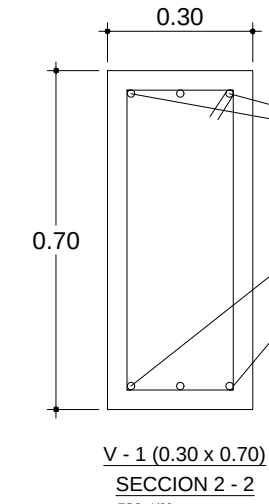
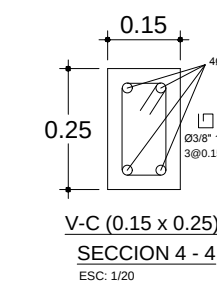
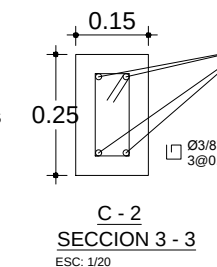
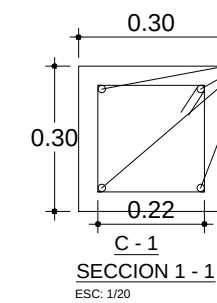
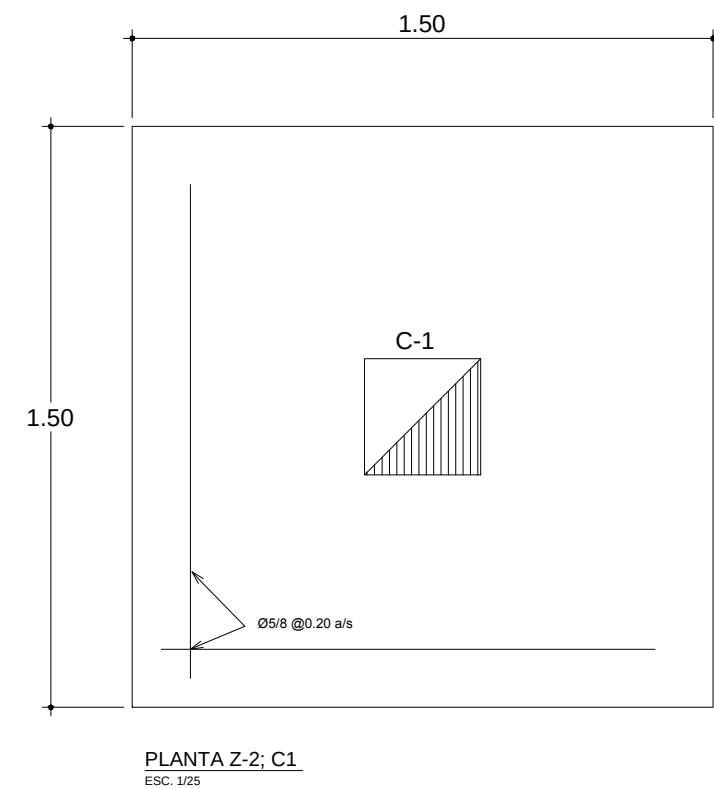
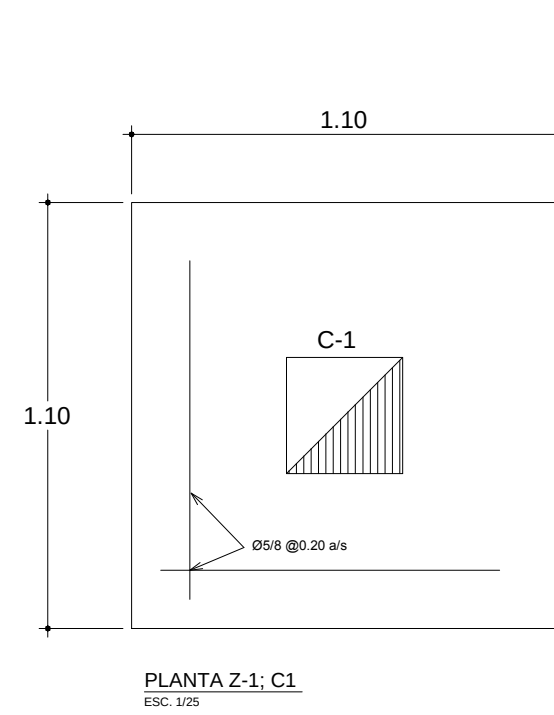
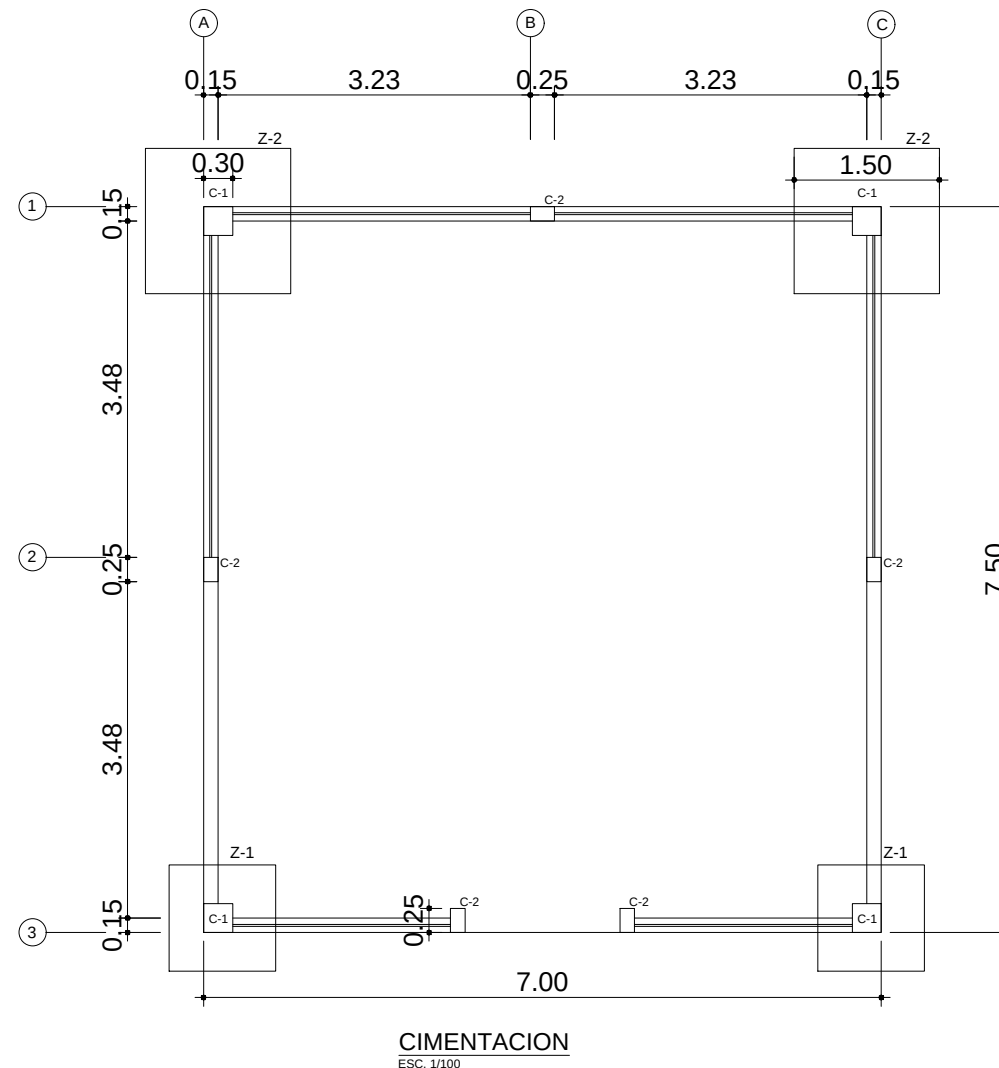
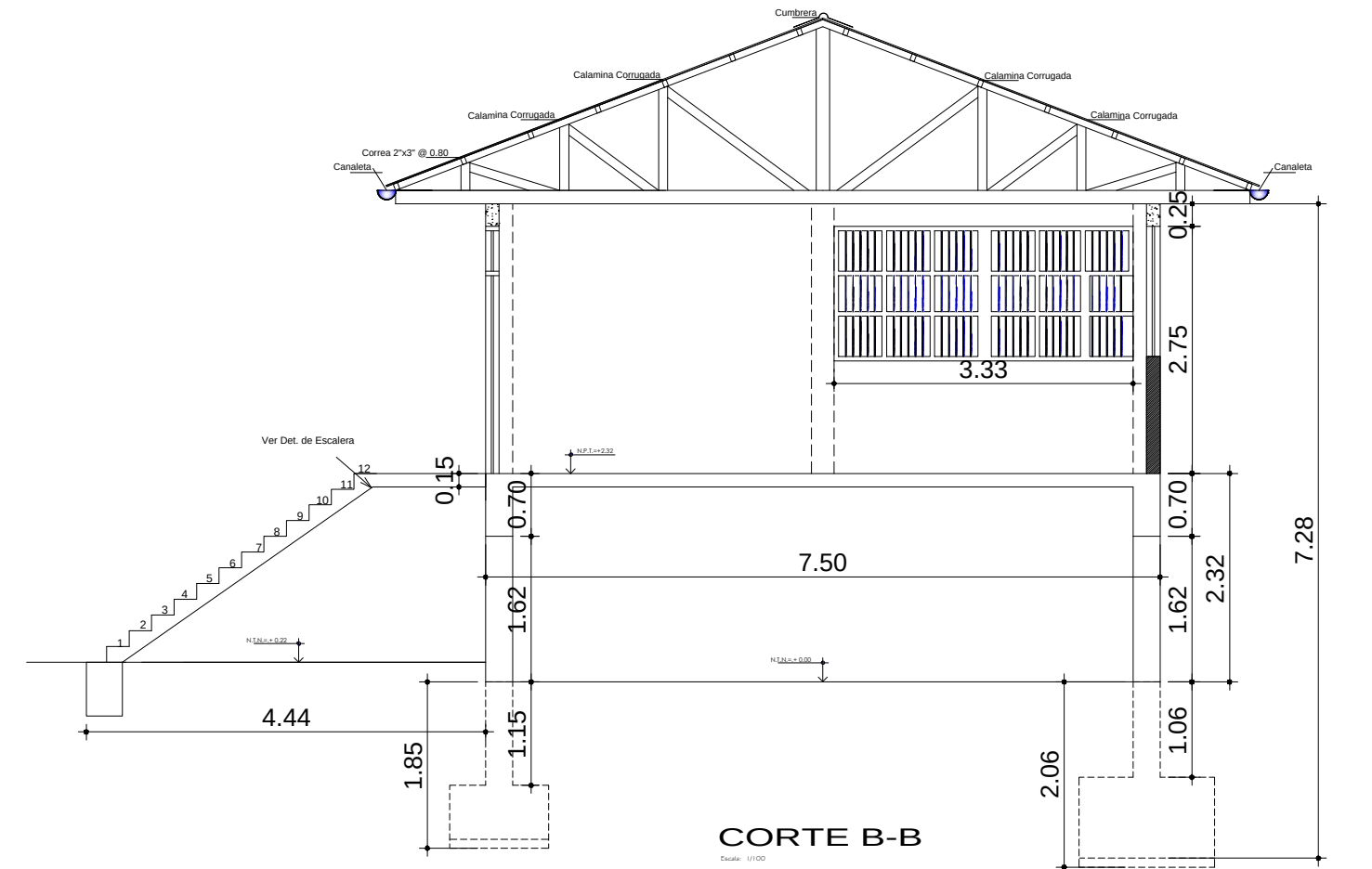
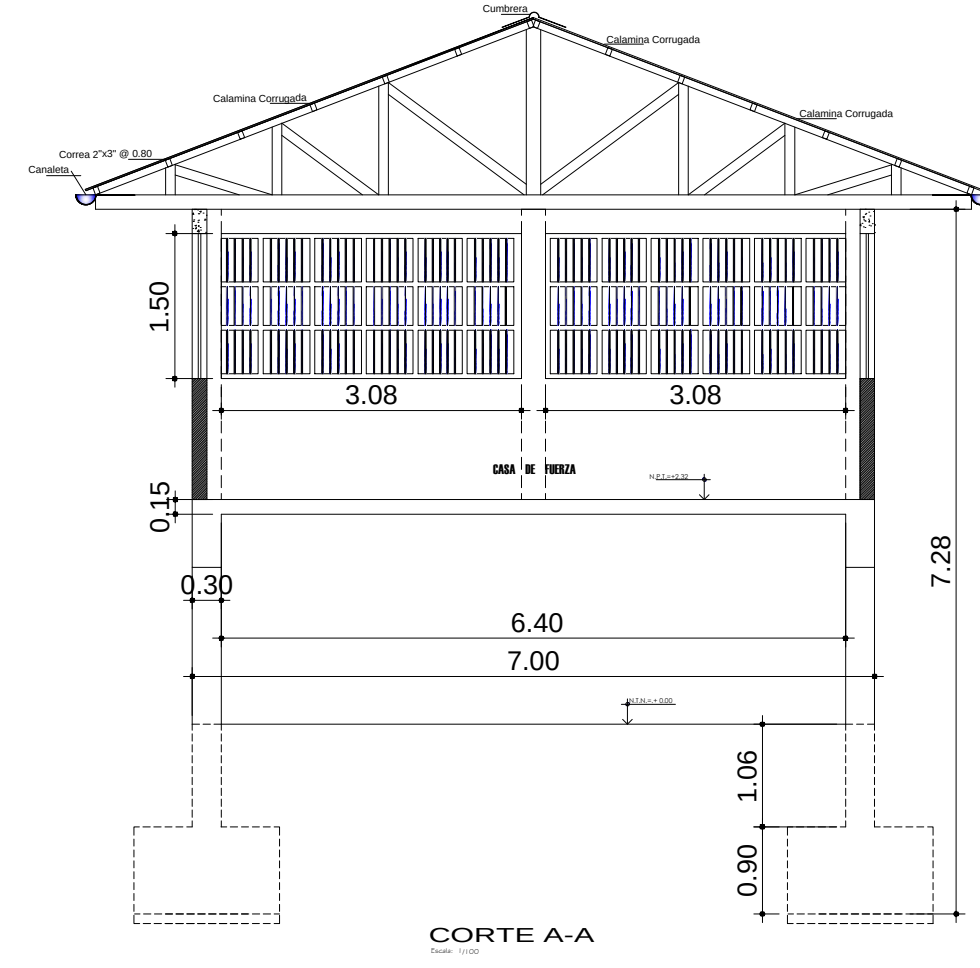
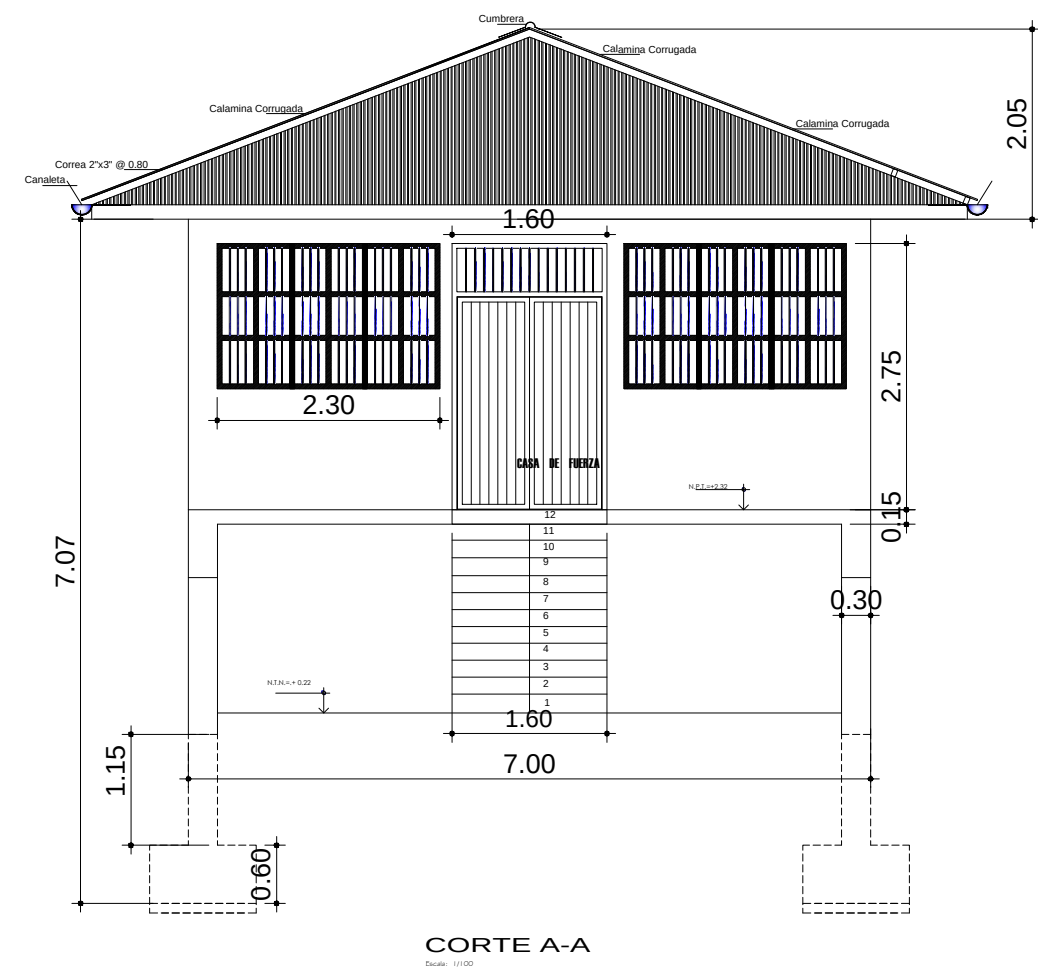
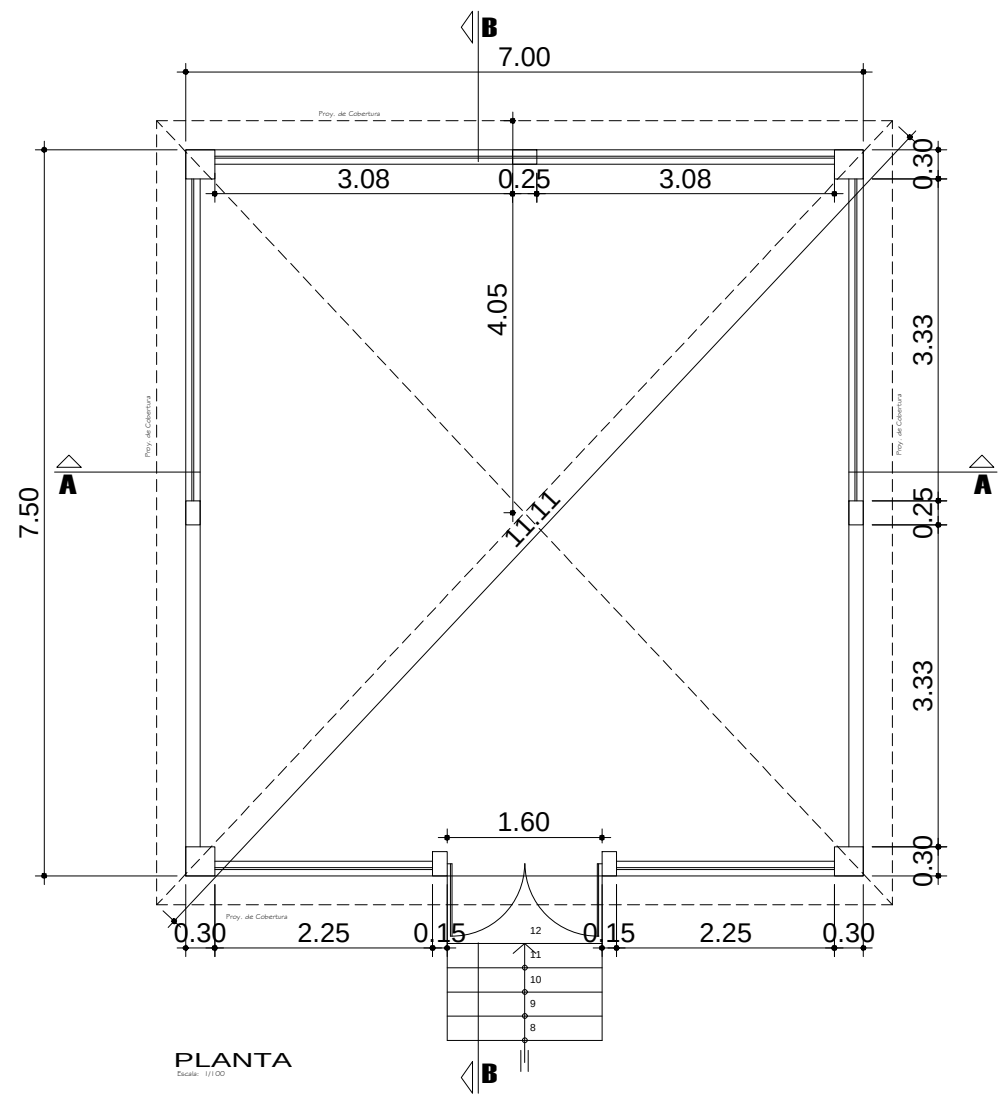
Cota Terreno
Progresiva



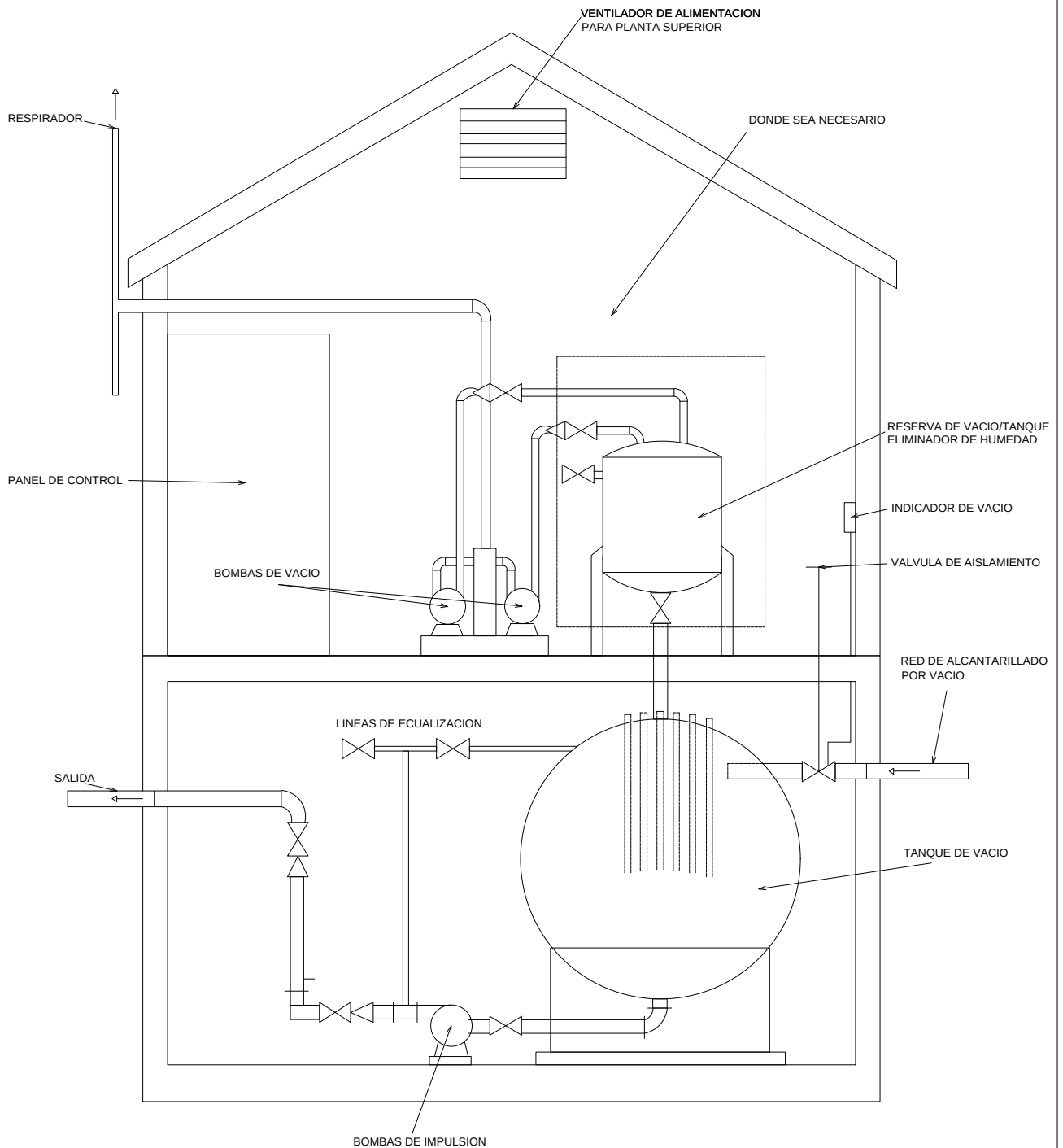
ESC: H: 1/750
V: 1/75

PERFIL LONGITUDINAL
PASAJE BRISAS – L. IZQUIERDO

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO AL VACIO PERFILES LONGITUDINALES		N° PLANO: 06
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: V-1
FECHA: 14/11/2016	ESCALA: 1/100	

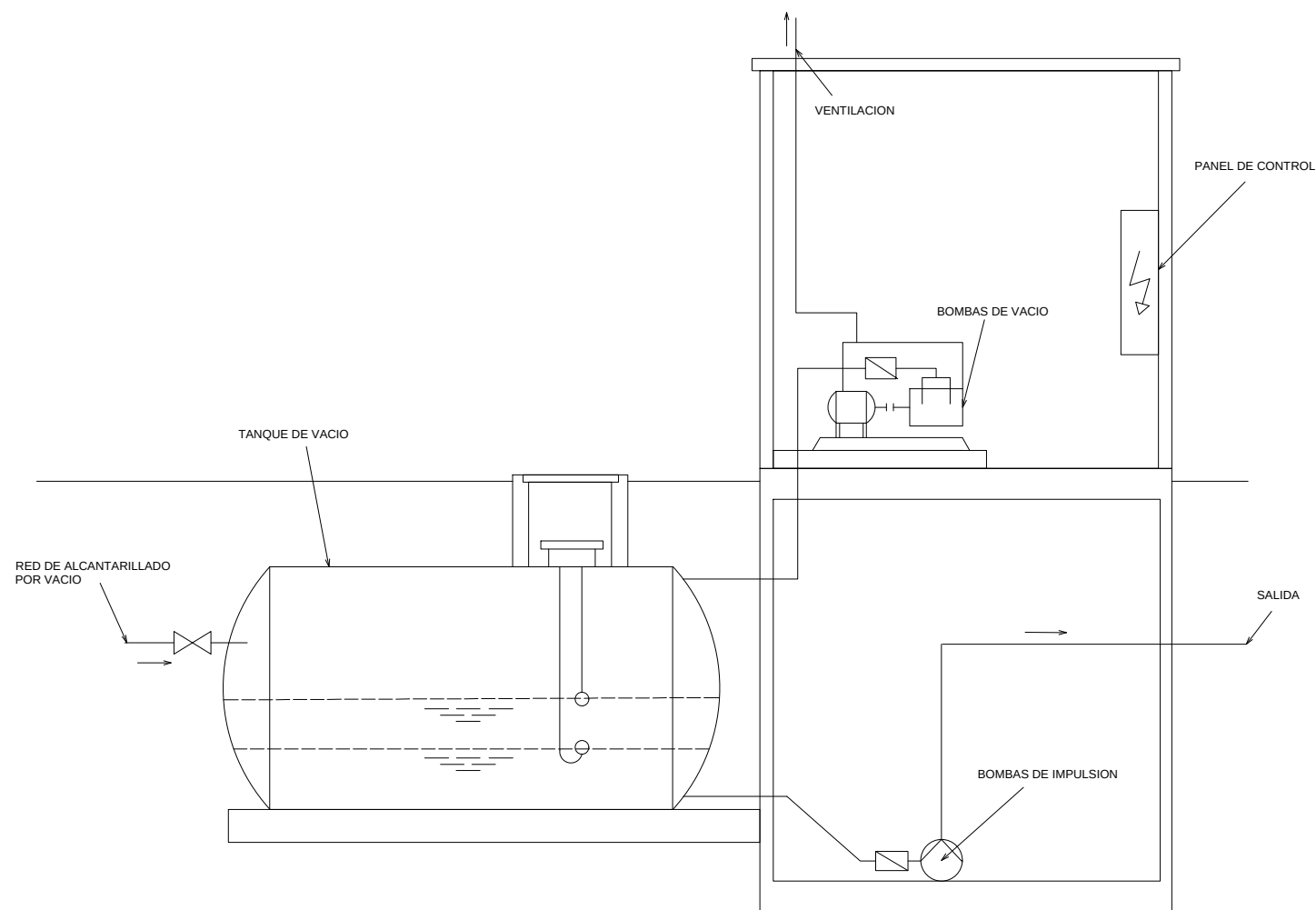


EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN CA. GARDOTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
INFRAESTRUCTURA DEL ESTACIÓN AL VACIO		N° PLANO: 07
ARQUITECTURA - ESTRUCTURA - DETALLES		
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: V-1
FECHA:	ESCALA:	
14/12/2016	1/100	



ESTACION DE VACIO CON TANQUE CONTENIDO EN UNA EDIFICACION
ESCALA 1/250

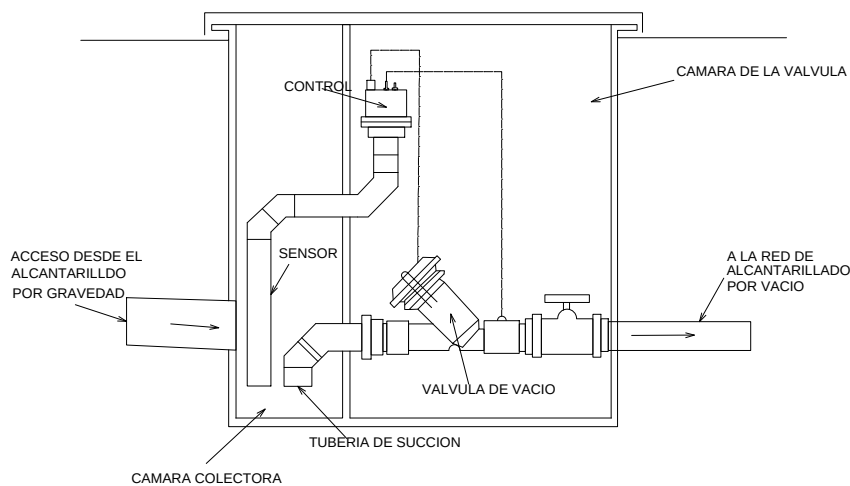
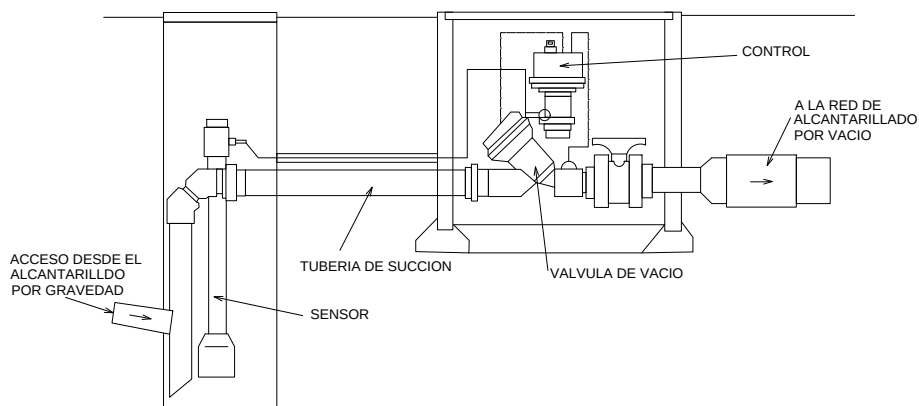
EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO	
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANO DE DETALLES - ARQUETA	N° PLANO: 01
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL	N° CODIGO: EV-1
FECHA: 14/12/2016	ESCALA 1/100



ESTACION DE VACIO CON TANQUE HORIZONTAL EXTERNO

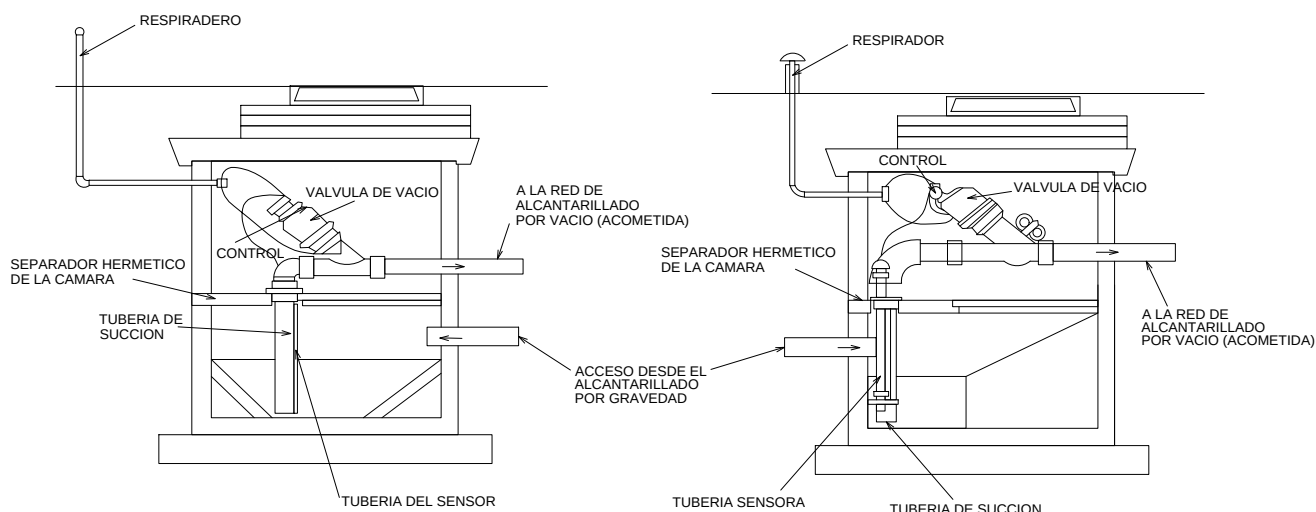
ESCALA 1/250

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO			
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANO DE DETALLES - ESTACION AL VACIO			N° PLANO: 02
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL			N° CODIGO: EV-1
FECHA:	14/12/2016	ESCALA:	1/100

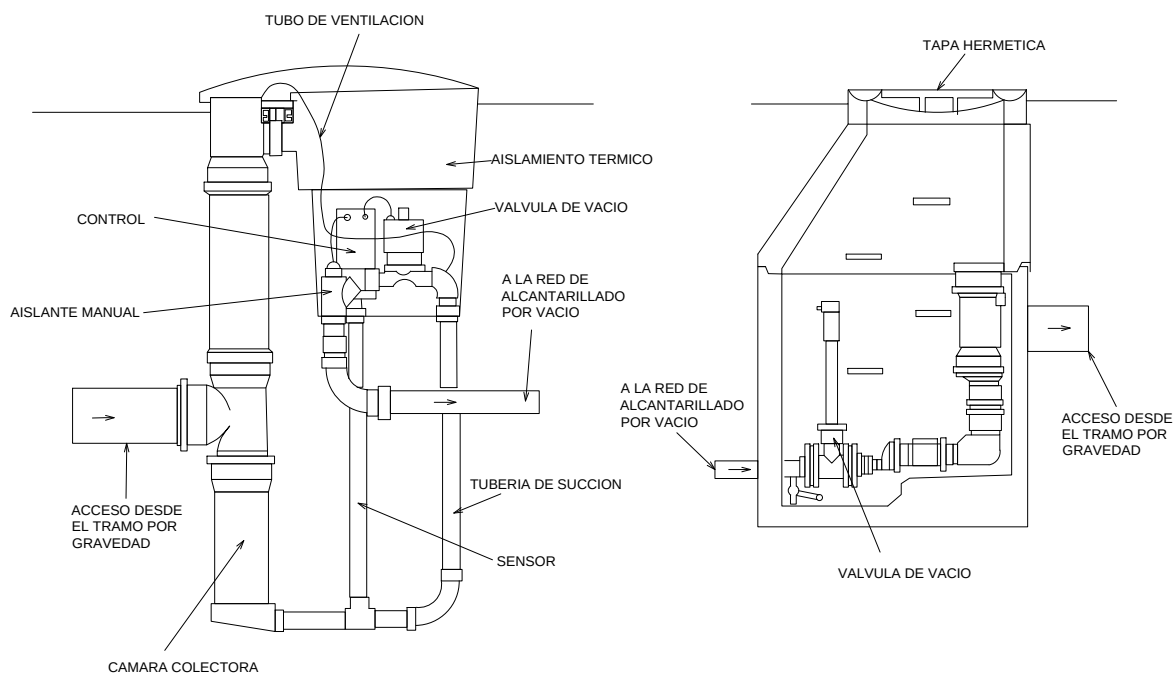


CAMARA COLECTORAS CON FOSO SEPARADO PARA LA VALVULA
ESCALA 1/250

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE. DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANO DE DETALLES - ESTACION AL VACIO		N° PLANO: 03
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: EV-1
FECHA:	ESCALA	
14/12/2016	1/100	

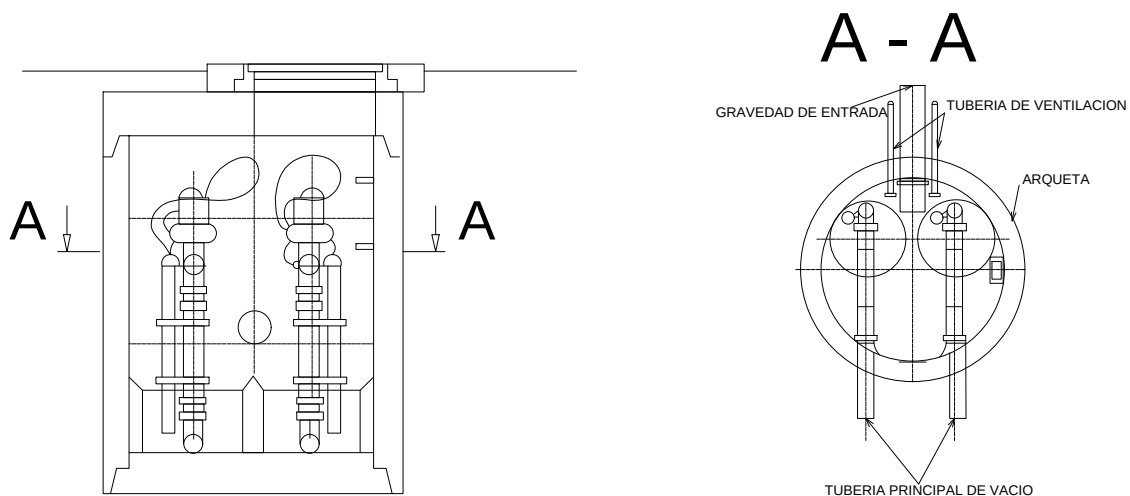


CAMARA COLECTORAS CON VALVULAS DE VACIO VENTILADAS POR RESPIRADEROS
ESCALA 1/250



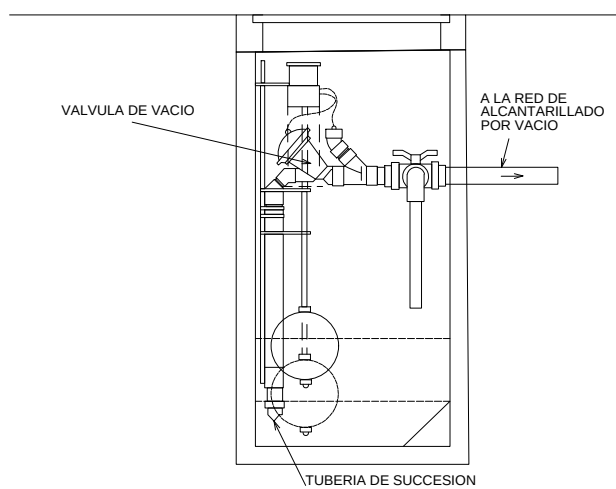
CAMARA COLECTORA CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN LA PROPIA TUBERIA
ESCALA 1/250

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE. DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO	
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANO DE DETALLES - ARQUETA	N° PLANO: 01
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL	N° CODIGO: AV-1
FECHA: 14/12/2016	ESCALA 1/100



CAMARA COLECTORA MULTIVALVULA

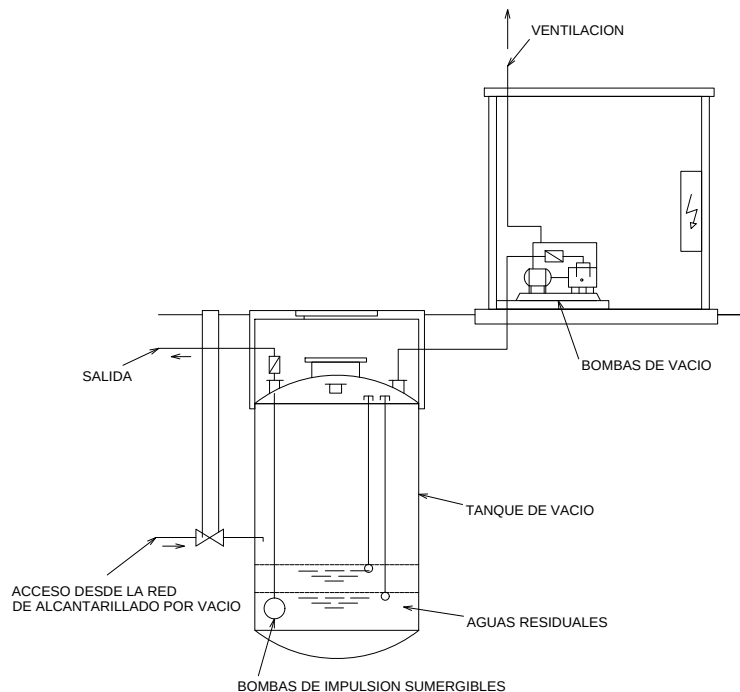
ESCALA 1/250



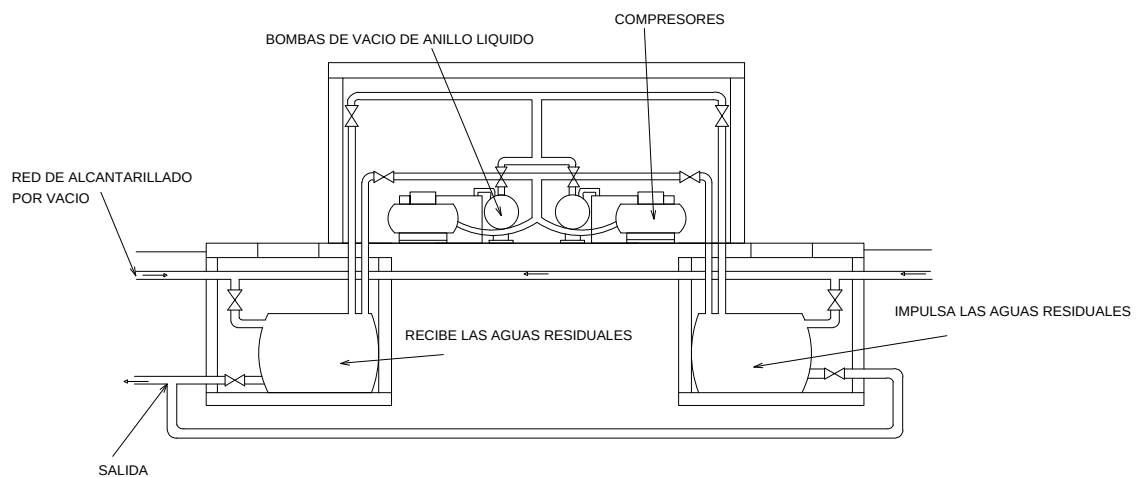
CAMARA COLECTORA CON VALVULA DE VACIO ACTIVA POR UN FLOTADOR

ESCALA 1/250

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANO DE DETALLES - ARQUETA		N° PLANO: 02
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: AV-1
FECHA:	ESCALA	
14/12/2016	1/100	



ESTACION DE VACIO CON TANQUE EXTERNO VERTICAL
ESCALA 1/250



ESTACION DE VACIO QUE EMPLEA TANQUE DE PRESION EN VEZ DE BOMBAS DE IMPULSION
ESCALA 1/250

EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACIO EN LA CALLE GAROTE. DISTRITO DE BELEN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO		
ALCANTARILLADO AL VACIO PLANO DE DETALLES - ARQUETA		N° PLANO: 03
ALUMNOS: GIANINA M. VILLACORTA MANUEL A. CARBAJAL		N° CODIGO: AV-1
FECHA:	ESCALA	
14/12/2016	1/100	