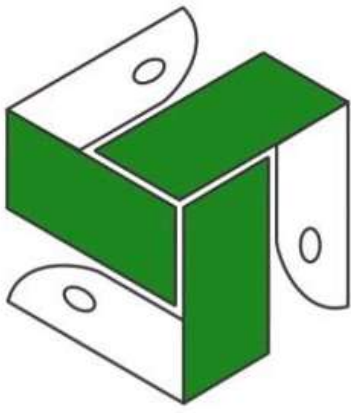




TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

DISEÑO HIDRÁULICO DE UN CARCAMO DE BOMBEO

INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

**NOMBRE DEL SUSTENTANTE:
MORALES ORDAZ FREDY**

Presidente:

MTRO. JORGE NORBERTO MENDOZA MORALES

COACALCO DE BERRIOZABAL, MÉX. MARZO, 2025

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por el gran amor y dedicación que tiene a sus hijos, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me ha proporcionado, por ayudarme a levantarme la veces que mi mundo se venía abajo, sin importar los obstáculos me demostró que el cariño y el amor de madre estará presente a lo largo de toda mi vida

.

A mi padre, el cual a su manera siempre estuvo presente en mi vida, el cual nunca dejo de esforzarse y sacrificarse por su familia, por haberme enseñado sobre responsabilidad y dedicación al trabajo, a siempre hacer más y estar dispuesto a aprender, por inculcarme el siempre intentar superarme.

A mis hermanos, ya que a pesar de ser el mayor ellos siempre han estado para mí, y dentro de su comprensión de las cosas han buscado el ayudarme y no dejarme vencer por los sentimientos negativos, por ser ese motivo por el decido seguir esforzándome a ser un mejor hermano mayor para ustedes.

Al Maestro Jorge Norberto, por darme la oportunidad de realizar este proyecto, por acompañarme en gran parte de la carrera y demostrarme que aún hay ingenieros que se preocupan por la docencia, inculcando la idea de continuar ampliando mis conocimientos y preparándome para distintas dificultades futuras.

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar hidráulicamente un cárcamo de bombeo eficiente y seguro, garantizando el desalojo continuo de aguas negras y/o pluviales. Esta infraestructura requiere una planificación cuidadosa y un diseño adecuado para asegurar su funcionamiento óptimo y minimizar los costos operativos.

La necesidad de un cárcamo de bombeo surge debido al aumento de la demanda en la población y la insuficiencia de la infraestructura existente en desalojo de aguas. Un diseño óptimo del cárcamo permitirá mejorar la eficiencia y confiabilidad del desalojo de aguas negras, reducir los costos operativos y de mantenimiento.

Se presenta el método general usado en este tipo de diseños, considerando las variables más importantes a tomar en cuenta, como son: cantidad de aguas de lluvia, la dotación para esa población en específico, para determinar los gastos de escurrimiento y aportación de aguas negras, esto con la finalidad de definir el tamaño del cárcamo más la capacidad de las bombas y el tipo de estas, así como la infraestructura necesaria para las maniobras en la instalación del equipo pudiendo adaptar el método prácticamente a cualquier necesidad donde se requiera un cárcamo de bombeo.

ÍNDICE

1.- GENERALIDADES DEL PROYECTO	6
1.1 Introducción	6
1.2 Descripción De La Empresa U Organización Y Del Puesto O Área Del Trabajo Del Estudiante	6
<i>1.2.1 Datos Generales De La Dependencia</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2 Descripción Del Departamento O Área De Trabajo</i>	<i>8</i>
1.3 Problemas a resolver	9
1.4 Objetivos	9
1.4.1 Objetivo General	9
1.4.2 Objetivos Específicos	9
1.5 Justificación	10
2. MARCO TEORICO	10
2.1 Definiciones	10
2.2 Cárcamo de bombeo	14
2.3 Clasificación	15
2.3.1 Capacidad:.....	15
2.3.2 Método De Construcción	15
2.3.3 Ubicación de las bombas	15
2.4 Características generales de los cárcamos de bombeo convencionales y prefabricados	17
2.5 Normas mexicanas	18
3.-DESARROLLO	18
3.1 Diseño hidráulico del cárcamo de bombeo.....	18
3.1.1 Ubicación del proyecto	18
3.1.2 Ejemplo de procedimiento de calculo	19
3.2 Propuesta de diseño	20
3.3 Diseño y calculo	22
3.3.1 Selección de las bombas.....	22
3.3.2 Operación automática del equipo de bombeo	24
3.4 Equipamiento del cárcamo	26

3.4.1 Bombas	26
3.4.2 Motores	28
3.4.3 Equipo de control y válvulas	28
3.4.4 Tipos de sistemas de control	29
3.4.5 Válvulas	31
3.4.6 Grúas para el manejo de equipo y rejillas	33
4. RESULTADOS	34
CONCLUSIONES	36
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	37
REFERENCIAS	38

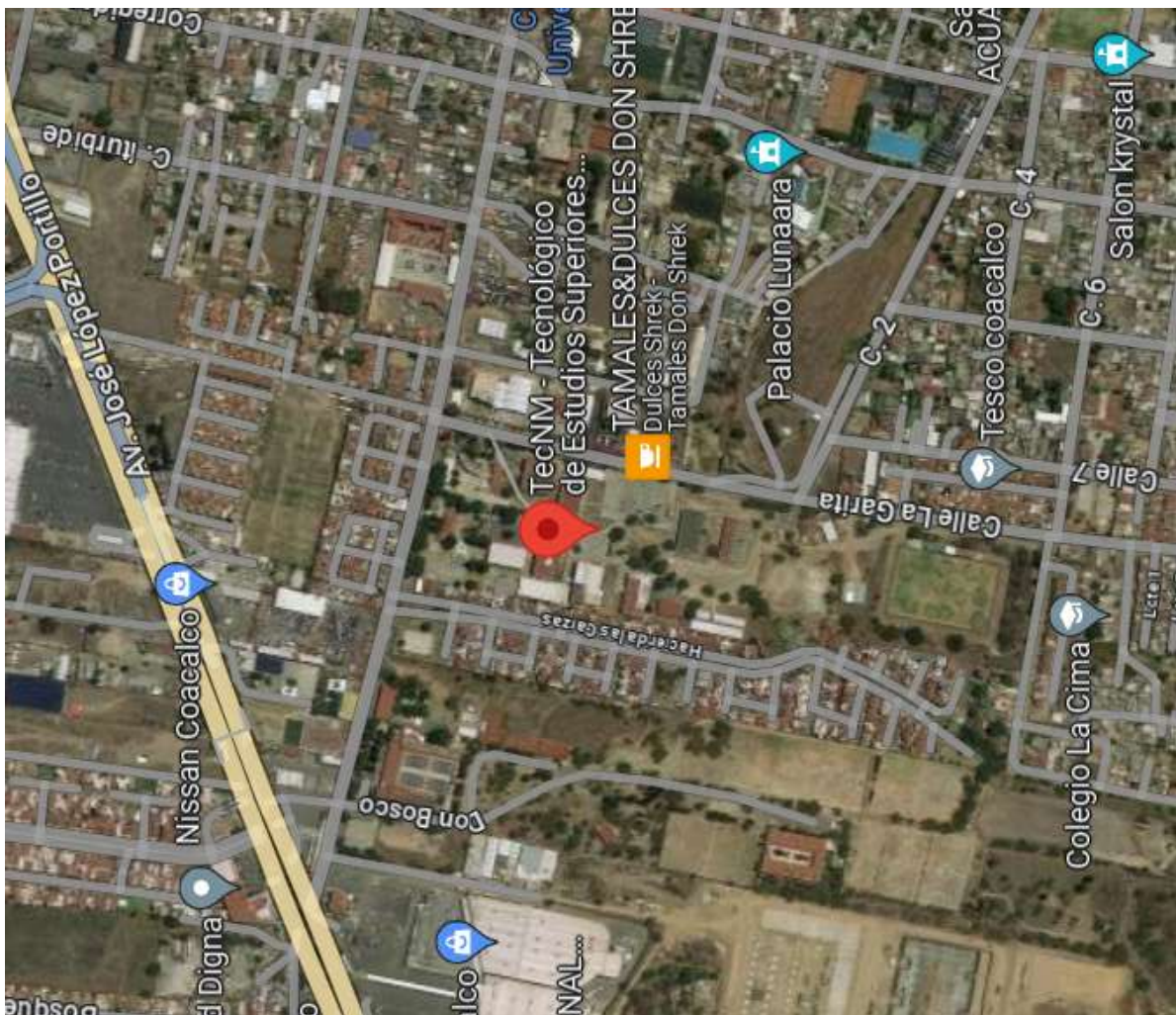
1.- GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

1.2 Descripción De La Empresa U Organización Y Del Puesto O Área Del Trabajo Del Estudiante

1.2.1 Datos Generales De La Dependencia

- **Dependencia.:** Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
- **RFC:**



- **Dirección.** Av. 16 de septiembre # 54, C.P. 55700, Col. Cabecera municipal, Coacalco de Berriozábal, Estado de México
- **Croquis de ubicación de la dependencia.**

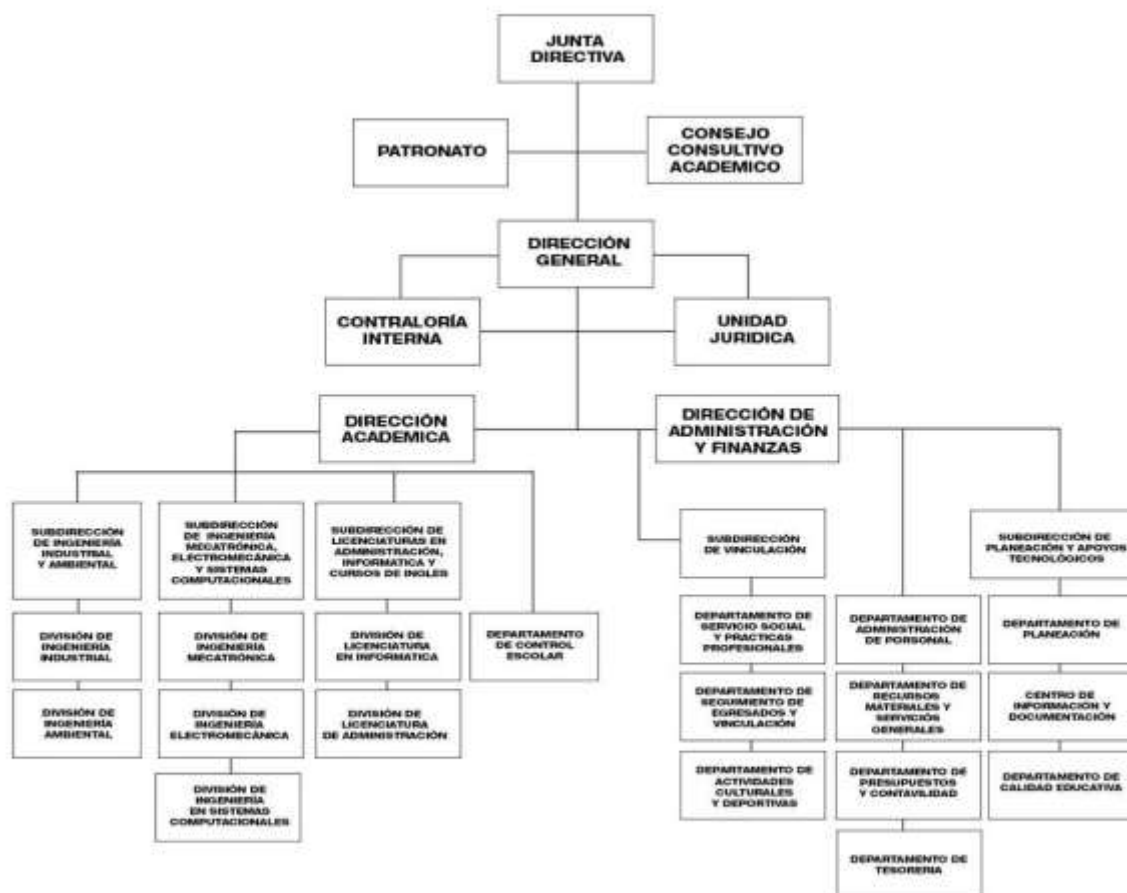
- **Teléfono.**

21594324

21594325

- **Dirección de correo electrónico.** controlescolar@tesco.edu.mx
- **Misión.** Somos una institución pública de Educación Superior Tecnológica que forma de manera integral profesionistas e investigadores, con creatividad e innovación, capaces de resolver problemas de su ámbito laboral y de apoyar el desarrollo tecnológico; a través de la oferta de programas educativos de licenciatura y posgrado reconocidos por su calidad, con un enfoque de responsabilidad social basado en valores y el respeto al medio ambiente.
- **Visión.** Consolidarse como una institución pública de Educación Superior Tecnológica que fomenta la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico vinculado con las empresas e instituciones nacionales e internacionales a través de su alumnado, egresadas y egresados, profesoras, profesores, investigadoras e investigadores con enfoque en las áreas de automatización y control, manufactura avanzada y desarrollo sustentable.
- **Objetivo.**
 - a) La formación de profesionales, investigadoras e investigadores capaces de aplicar y generar conocimientos, con habilidad crítica y analítica en la resolución de problemas, con sentido innovador para incorporar los avances científicos y tecnológicos al ejercicio responsable de la profesión.
 - b) Promover y realizar investigación científica y tecnológica que coadyuve al avance del conocimiento y al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y materiales que contribuyan a elevar la calidad de vida en la comunidad.
 - c) Participar en la consolidación del desarrollo tecnológico y social de la comunidad, colaborar con los sectores público, privado y social. Realizar el proceso enseñanza – aprendizaje con actividades curriculares debidamente planeadas y ejecutadas.
 - d) Promover la cultura nacional y universal.

- Estructura organizacional.



1.2.2 Descripción Del Departamento O Área De Trabajo

El Ingeniero José Antonio Vega González se desempeña actualmente como jefe de la División de Ingeniería Civil en el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. Con una destacada trayectoria profesional, el Ingeniero Vega González lidera y supervisa las actividades relacionadas con la carrera de ingeniería civil en la institución. Su sólido conocimiento en el campo y su dedicación al progreso académico lo convierten en un referente en su área. Para contactar con él, se puede hacer a través del número de teléfono 5530565500. Con su liderazgo, el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco continúa fortaleciendo su compromiso con la excelencia académica en el ámbito de la ingeniería civil.

1.3 Problemas a resolver

Abastecer de manera constante agua a una unidad habitacional que presenta escasez de dicho servicio, proporcionando un diseño hidráulico de un cárcamo de bombeo que pueda mantener dicho abastecimiento de manera continua, evitando problemas de higiene y salud.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar el diseño hidráulico de un cárcamo de bombeo considerando factores hidrológicos, tipo de aguas a desalojar y sistema de bombeo a implementar.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Revisar las normas para realizar un diseño del cárcamo.
- Analizar datos hidrológicos obtenidos en cualquier estación meteorológica cercana al sitio donde se instalará el cárcamo, con la finalidad de determinar la precipitación promedio y parámetros requeridos.
- Considerar las recomendaciones de los fabricantes para el diseño de equipo de bombeo y válvulas.

1.5 Justificación

Realizar un diseño hidráulico que cumpla con las características necesarias para cumplir con las necesidades de dicha unidad habitacional, de esta manera generando una distribución constante para cada uno de los usuarios.

2. MARCO TEORICO

2.1 Definiciones

En este capítulo se abordan los conceptos que ayudan a sustentar el desarrollo de este proyecto, tales como:

Estudio Hidrológico. Para lograr un correcto estudio hidrológico se han desarrollado distintas fórmulas las cuales fungen como un gran apoyo para facilitar este trabajo, por ejemplo, la fórmula de Burkli-Ziegler, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$Q = 2.788 C I^S A$$

- Donde Q; representa el gasto máximo
- C; el coeficiente de la impermeabilidad relativa de la superficie del terreno
- I; la intensidad de la lluvia medida en mm/hr.
- S; la pendiente de la superficie medida en milésimos
- A; como el área del terreno expresado en hectáreas

Burkli-Ziegler. El ingeniero suizo Burkli Ziegler fue un investigador que realizo múltiples observaciones relacionadas al fenómeno de la lluvia, por ejemplo, logro medir los gastos reales mediante las tuberías de desagüe, los relaciono con el área de la ciudad y la intensidad de lluvia, con dichos datos logro desarrollar la formula antes mencionada.

Dentro de los conceptos implementados en la fórmula de Burkli-ziegler se encuentra el coeficiente de permeabilidad, la cual es representada con la letra "C"; representa la proporción total que existe, esta dependerá de la porosidad y se obtienen considerando la naturaleza del área a utilizar, un ejemplo pueden ser las superficies de pavimento o los tejados de edificios, logran dar un escurrimiento del 100% una vez que dicha superficie este humedecida.

Superficies permeables y Superficies Impermeables



(GRAF, S/F) Superficies permeables y superficies impermeables.

Estos parámetros de permeabilidad son necesarios para el dimensionamiento del sistema; En cuanto más impermeable el suelo, menos agua de lluvia será considerada y entre más permeable más agua será considerada.

Intensidad de lluvia (I). La intensidad o gasto de la precipitación pluvial es la cantidad de agua que cae en cierto tiempo en un área determinada y se expresa normalmente en mm/hr, para determinar la intensidad de lluvia es necesario realizar una selección de los datos aportados en la información obtenida de la estación pluviométrica.

TABLA 1

[DISEÑO HIDRAULICO DE UN CARCAMO DE BOMBEO\TABLA 1.pdf](#)

TABLA 1
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
COMISION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
ESTACION PLUVIOGRAFICA DE LA PRESA DE GUADALUPE
INTENSIDADES DE LLUVIA EN MILIMETROS POR HORA

MIN.	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
Fecha										
01-may	25.2	2.1	14.8	11.1	8.8	5.9	1.5	3.5	2.8	2.3
5	8.4	4.8	3.2	2.4	1.6	1.9	1.4	0.1	0.8	0.7
7	42.0	27.0	18.4	13.8	9.2	6.1	4.6	3.5	2.8	2.3
8	12.0	7.8	7.2	5.4	3.6	2.4	1.8	1.7	1.3	1.1
17	3.6	3.0	2.8	2.1	1.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4
19	1.2	1.2	1.2	0.9	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
22	12.0	7.8	6.8	5.4	3.6	2.4	1.8	0.4	1.1	0.9
23	12.0	7.2	6.4	5.4	3.8	2.7	2.0	0.5	1.2	1.0
24	14.4	8.4	5.6	4.2	2.8	1.9	1.4	-	0.8	0.7
26	1.2	1.2	1.2	0.9	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
27	3.6	2.4	2.0	1.8	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4
07-jun	6.0	3.6	2.4	1.8	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
12	108.0	66.0	52.0	41.1	30.8	21.1	16.0	13.0	9.6	8.0
13	16.8	12.0	8.8	6.9	5.0	3.3	2.5	1.9	1.5	1.3
14	12.0	8.4	7.6	6.0	4.2	2.8	2.1	1.6	1.3	1.1
22	12.0	9.0	8.0	6.6	4.8	3.5	2.9	2.3	1.8	1.7
24	6.0	4.2	3.6	3.0	2.4	2.0	1.7	1.3	1.0	1.0
25	3.6	2.4	2.0	1.8	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5
26	12.0	7.8	5.6	4.5	3.4	2.4	1.8	1.4	1.1	0.9
27	14.4	10.8	8.0	6.6	5.0	3.5	2.6	2.0	1.6	1.8
28	3.6	1.8	1.2	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
30	3.6	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6
01-jul	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	1.2	0.6	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
3	8.4	3.0	4.0	3.9	3.8	3.5	3.1	2.9	2.6	2.4
4	3.6	3.0	3.2	3.0	2.2	1.5	1.1	0.8	0.7	0.6
6	3.6	3.0	3.6	3.3	2.4	2.0	2.0	1.7	1.4	1.3
7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8	4.8	3.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3
10	2.4	1.8	2.0	2.4	2.2	1.6	1.3	1.0	0.8	0.7
11	7.2	4.8	5.2	4.5	3.6	2.5	1.9	1.4	1.1	1.0
12	6.0	3.0	2.0	1.5	1.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4
14	18.0	1.8	8.0	6.3	4.2	2.8	2.3	1.7	1.4	1.3
16	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
17	24.0	19.8	15.2	12.9	9.6	7.6	6.5	5.1	4.3	3.8

TABLA 2

DISEÑO HIDRAULICO DE UN CARCAMO DE BOMBEO TABLA 2.pdf

TABLA 2										
FECHA										
MIN.	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
18	1.2	0.8	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
19	6.0	3.6	2.8	2.4	1.8	1.2	0.9	0.7	0.5	0.5
20	4.8	3.0	4.8	4.5	5.2	4.0	3.8	3.5	3.1	2.6
21	1.2	6.0	4.0	3.0	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
22	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
25	9.6	6.0	5.6	4.8	3.6	2.9	2.8	2.5	2.1	1.9
26	8.4	7.2	4.8	5.4	3.8	2.7	2.3	2.1	1.7	1.5
02-ago	18.0	16.2	12.0	10.5	8.8	6.7	5.0	3.8	3.0	2.6
3	13.2	8.4	6.0	4.8	3.2	2.1	1.6	1.2	1.0	0.8
4	72.0	40.2	27.6	21.0	15.6	11.7	10.0	7.7	6.1	5.1
5	120.0	76.2	52.8	42.0	36.0	26.7	22.7	17.4	13.9	11.6
6	9.6	5.4	4.0	3.6	2.6	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7
8	93.6	49.2	33.6	24.9	16.6	11.1	8.3	6.2	5.0	4.2
9	48.0	33.0	26.8	24.0	17.4	11.1	8.8	6.6	5.3	4.4
10	24.0	13.8	12.0	9.6	9.0	6.1	4.7	3.5	3.0	2.5
12	16.8	12.0	11.6	10.5	8.2	6.0	4.9	4.1	3.3	2.8
13	4.8	3.6	3.2	2.4	2.4	2.1	1.7	1.3	1.0	0.9
14	12.0	9.0	8.0	6.6	4.8	3.2	2.4	1.8	1.4	1.2
17	8.4	6.0	6.4	5.4	4.0	2.7	2.4	2.3	1.9	1.6
18	84.0	54.0	40.0	33.0	40.0	35.7	31.2	25.1	21.1	19.5
20	3.6	3.0	3.6	3.0	2.1	1.7	1.4	1.1	0.9	0.4
22	8.4	6.6	4.8	0.5	2.8	2.6	1.5	1.1	0.9	0.8
23	1.2	0.6	0.4	0.3	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
24	54.0	28.8	19.6	15.0	10.0	6.7	5.0	5.0	3.0	2.5
25	55.2	32.4	22.0	16.5	11.0	7.3	5.5	5.5	3.6	3.0
27	36.0	30.0	24.0	19.8	15.0	10.7	8.1	8.1	5.4	4.8
28	7.0	42.0	32.0	24.9	17.0	11.3	8.6	8.6	5.2	4.3
29	15.6	8.4	6.0	4.5	3.0	2.0	1.5	1.5	0.9	0.8
30	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	0.8	0.9
31	6.0	4.8	3.2	2.4	1.6	1.1	0.8	0.6	0.5	0.7
02-sep	78.0	48.0	54.0	43.2	30.8	21.7	17.2	13.9	11.4	9.9
3	4.4	4.0	7.8	6.8	5.4	4.9	3.9	3.1	2.5	0.9
6	4.8	3.0	2.8	2.4	2.4	2.0	1.5	1.4	1.4	1.4
7	3.6	3.6	3.2	2.7	2.0	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7
8	42.0	33.0	28.4	27.0	10.0	16.0	17.0	15.0	14.2	11.3
9	144.0	102.0	80.0	67.8	47.0	37.2	33.2	33.2	36.9	33.8
11	8.4	4.8	4.0	3.6	2.4	2.1	1.7	1.5	1.3	1.2
18	9.6	7.2	6.0	5.4	3.8	2.5	1.9	1.5	1.7	1.4
19	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20	3.6	2.4	1.6	1.2	0.8	0.5	0.4	0.4	0.3	0.1
26	12.0	9.0	8.0	7.2	7.0	5.7	4.7	3.6	3.0	2.5
27	4.8	3.0	2.4	2.1	1.4	1.1	0.8	0.6	0.7	0.5
28	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
29	4.8	3.0	2.4	2.4	1.8	1.2	0.9	0.7	0.3	0.1
04-oct	4.8	4.2	3.2	3.2	1.4	1.9	1.5	1.5	1.2	1.0
12	8.4	4.8	3.6	3.6	2.6	1.7	1.4	1.1	0.6	0.7
13	3.6	2.4	1.6	1.6	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
22	6.0	3.6	2.8	2.1	2.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4
24	6.0	3.6	2.4	1.8	1.2	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4
27	3.6	3.0	3.2	3.3	3.0	2.5	2.3	2.0	1.7	1.4
28	1.2	1.2	0.8	0.9	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
29	8.4	7.8	5.6	4.5	3.4	2.3	1.7	1.3	1.2	1.0
30	2.4	1.8	2.0	1.8	1.2	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4
03-nov	12.0	7.8	5.6	4.5	3.0	2.7	2.0	1.5	1.4	1.3
21	4.8	3.0	2.4	2.1	1.6	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4
22-dic	12.0	9.6	8.4	7.5	6.0	4.8	3.7	2.8	2.2	1.8
23	6.0	3.0	2.4	1.8	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
	2.4	1.2	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1

Caudal de aguas negras:

Se le conoce como caudal de aguas al volumen de agua que puede llevar una corriente o superficie en un tiempo determinado; se mide en litros por segundo, en este caso puede ser aplicado a las aguas negras.

Un caudal se calcula con la fórmula: $Q=V/t$

- Donde Q: es Caudal
- V: es Volumen
- T: es Tiempo

Tiempo de concentración. Existe un parámetro denominado tiempo de concentración que nos permite conocer el tiempo requerido máximo que se necesitara sin ningún retraso anormal para que una gota escurra desde el límite superior de un área de drenaje hasta el punto de concentración.

El tiempo de concentración se calcula tomando en cuenta el recorrido del agua; se requieren ciertos datos específicos como la longitud del colector, velocidad media en el colector que normalmente es de 1.5 m/seg, y el tiempo de recorrido que se obtiene dividiendo la longitud del colector entre 1.5 y después dividirlo por los 60 segundos.

Ejemplo:

- Longitud del colector: 1950 m
- Velocidad media en el colector: 1.5 m/seg
- Tiempo recorrido: $1950/1.5/60 = 21.6 = 22$ min

Zona de descarga.

La zona de descarga es un área destinada a recibir las aguas que vamos a desechar; en esta zona se podría presentar que dicho canal de descarga tenga una cota más alta que la plantilla de las líneas de descarga se hace uso de dos tubos en forma de cuello de garza conectados cada uno a la línea de descarga correspondiente. Estos cuellos de garza quedan arriba del nivel de aguas máximas en el canal de descarga y por ello es que se requiere el equipo de bombeo que tendrá que ser diseñado tomando en cuenta todos estos datos.

Área de afluencia:

Se le llama área de afluencia a un espacio geográfico donde habita una cierta población la cual utiliza uno o varios servicios, para posteriormente ser recopilada y/o analizada.

2.2 Cárcamo de bombeo

Los cárcamos de bombeo *“son pozos de succión cuya forma vertical permite descargar el conducto de la toma y se instalan bombas para que puedan elevar el agua al nivel deseado”*; el cárcamo es un almacén, generalmente bajo tierra donde se almacena agua y se bombea cuando es necesario a un tanque elevado que es el que se encarga de repartirlo hacia las viviendas.

(S/A, TronoRent, 2023)

Los cárcamos de bombeo se usan para almacenar todo tipo de agua (residual, pluvial, industrial, etc.) y posteriormente ser bombeada debido a que:

- La cota del área de donde se capta el agua es muy baja como para drenar por gravedad a colectores existentes o en proyecto.
- Se requiere drenar a zonas situadas fuera de la cuenca vertiente.



(TronoRent, 2023)

Función de un cárcamo de bombeo- Los cárcamos de bombeo consisten en espacios destinados al almacenamiento de agua que generalmente están bajo tierra.

Estos cárcamos son empleadas en zonas con escasez de agua y funcionan como un almacén de aguas negras; las aguas negras o también conocidas como aguas residuales hacen referencia a las aguas obtenidas después de la intervención humana, normalmente contaminadas con desechos orgánicos y en algunas ocasiones con desechos químicos que puedan alterar la composición de la misma.

¿Cuándo se utiliza un cárcamo de bombeo? Un cárcamo de bombeo es utilizado para que todo tipo de agua, ya sea residual, pluvial o industrial sea impulsada a otro sistema y ser distribuida.

Su función es bombear el agua logrando que llegue a su destino por medio de una red de drenaje, permitiendo el flujo de agua previendo la acumulación y posteriormente inundaciones que puedan llegar a ocurrir.

2.3 Clasificación

Se clasifican de diversas maneras relacionadas a:

- Capacidad
- Método de construcción
- Ubicación de las bombas
- Fuente de energía

2.3.1 Capacidad:

CAPACIDAD m ³ /s	CLASE Y/O TIPO
	Prefabricado
< 0.02	Eyectores neumáticos
0.006 - 0.03	Cámara de succión
0.006 - > 0.1	Cámara seca
	Convencional
0.02 - 0.09	Pequeño
0.06 - 0.65	Mediano
> 0.65	Grande

“Las capacidades de los cárcamos convencionales oscilan entre 0.02 y >0.65 m³/s. En otras palabras, cada uno es diseñado en forma específica para adecuarlo a las condiciones locales.” (UAZ, s.f.)

2.3.2 Método De Construcción

Los cárcamos prefabricados son suministrados por módulos que incluyen los equipos y componentes ya montados, lo cual facilita el desarrollo del mismo; en últimos años las instalaciones prefabricadas se han popularizado y han mejorado considerablemente logrando conseguir instalaciones de capacidades superiores.

2.3.3 Ubicación de las bombas

Los cárcamos de bombeo suelen poseer dos cámaras una seca, en la cual se colocan los equipos de bombeo, en la segunda se almacena el agua, gracias a esta combinación se forma un cárcamo seco. Para pequeños volúmenes se suelen usar cárcamos húmedos en los cuales el equipo de bombeo está sumergido en el agua, en tanto el eléctrico se ubica a pie del cárcamo.

- **Cárcamos secos.** se denominan así por la cámara seca ubicada próximo a la de succión donde se albergan las bombas, la tubería de succión e impulsión y sus válvulas correspondientes; a lo largo de la pared que separa las cámaras hay un canal de drenaje de las bombas y la limpieza de la cámara seca.

En cárcamos de bombeo profundos se debe contar con un piso intermedio entre la superficie del terreno y el fondo de la cámara seca, donde se colocan los motores que accionan las bombas; en los pocos profundos, los motores se colocan sobre el piso de la cámara (la cual debe ser diseñada lo suficientemente separadas para permitir la extracción de motores, bombas, tuberías y otros componentes).



(Cárcamo húmedo Emiliano, s/f)

Cárcamos húmedos: la cámara de succión o pozo de bombeo tiene como función almacenar el agua residual antes de su bombeo; su volumen depende del tipo de bombas que se emplean, ya que sean de velocidad constante o variable.

Velocidad constante: el volumen debe ser tal que evite ciclos de funcionamiento demasiado cortos pues provoca una frecuencia elevada de paros y arranques.

Dentro de las funciones de la cámara de succión son conseguir la suficiente capacidad de sumergirse de los ductos de la succión para evitar la formulación de vórtices, a su vez amortiguar la transición del caudal desde la llegada del agua a las tuberías de succión.

Básicamente la cámara de succión consiste en un pozo de dimensiones superiores a las normales. El nivel mínimo del agua se debe situar a una distancia que permita la entrada de aire a la tubería de succión por la formación de vórtices.

2.4 Características generales de los cárcamos de bombeo convencionales y prefabricados

Características	Función normal	Descripción	Prefabricado
Obra civil	Proporciona las condiciones para almacenar el agua antes de ser bombeada	Estructura de concreto reforzado con superestructura de mampostería, concreto reforzado o paneles de madera o metálicos.	Acero o fibra de vidrio.
Cámara de succión	Recibe, almacena y homogeniza el agua residual antes de bombearla. Da la carga necesaria para realizar el bombeo sin que entre aire al equipo	A menudo cuentan con rejillas y desmenuzadores para proteger a las bombas. El acceso a la cámara de succión debe ser directo desde el exterior por medio de una escalera.	Con frecuencia se emplean como cámaras de succión pozos de registro de concreto en cárcamos pequeños
Cámara seca	Almacena a las bombas	Los motores y paneles de control se instalan en el piso intermedio o en el superior, a nivel del terreno.	Los motores suelen colocarse en la cámara seca junto con el panel de control; generalmente, hay que instalar un deshumificador para proteger este último contra la corrosión.
Instrumentación	Incluye controles automáticos y manuales de las bombas, las alarmas de nivel máximo y mínimo y la medición del caudal	El panel de control de los motores se coloca a nivel del terreno en cárcamos de gran tamaño	El panel de control se coloca en la cámara seca
Equipo eléctrico	Constituyen el sistema de accionamiento común de las bombas	Los motores se colocan en el piso intermedio de la cámara seca o en el que está a nivel del terreno.	Los motores suelen acoplarse directamente a las bombas y el conjunto se coloca en la cámara seca
Fuente de energía	Suministra la energía necesaria para el funcionamiento de los equipos eléctricos	A veces se emplean motores duales en cárcamos grandes para accionar las bombas Por seguridad, el cárcamo de bombeo debe contar con un suministro de energía por duplicado. Ello se consigue con dos líneas eléctricas, o bien, con una línea y uno o más grupos electrógenos instalados en el cárcamo	Generalmente, sólo hay una línea de suministro eléctrico, aunque puede instalarse un grupo electrógeno como fuente auxiliar

(Características de los cárcamos de bombeo, 2024)

2.5 Normas mexicanas

1.-NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM 012-SSA1-1993. "REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO PUBLICOS Y PRIVADOS".

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados para preservar su calidad.

2.- **NOM-001-CONAGUA-2011** Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2012.

3.- **NOM-006-ENER-1995** Eficiencia energética de electromecánica para sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y método de prueba.

Establece los valores de eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de bombeo para pozo profundo en operación instalados en campo, y especifica el método de prueba para verificar el cumplimiento de estos valores

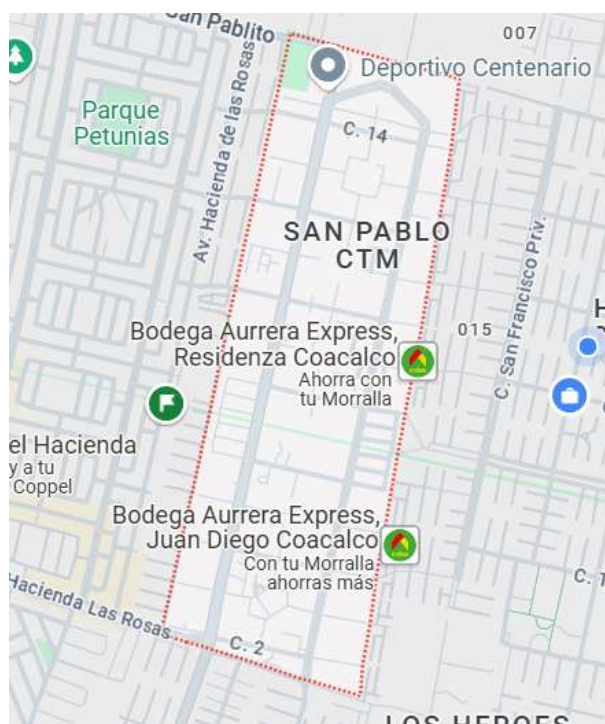
3.-DESARROLLO

3.1 Diseño hidráulico del cárcamo de bombeo

3.1.1 Ubicación del proyecto

La unidad habitacional "San Pablo CTM" es una localidad del municipio de Tultepec Estado de México y abarca un área cercana a 77 hectáreas.

Es unidad habitacional donde viven alrededor de 13500 personas.



3.1.2 Ejemplo de procedimiento de calculo

Albañal

Para el cálculo del albañal se requieren ciertos datos como la longitud, la velocidad, el tiempo de recorrido, se realiza de la siguiente manera: primeramente, se quiere el tiempo de recorrido del albañal el cual se obtiene dividiendo:

longitud del albañal/velocidad del albañal en m/seg

ejemplo:

Longitud del albañal: 116m.

Velocidad media en albañal: 1.5m/seg

Tiempo recorrido: 116 entre 1.5, cuyo resultado será dividido entre 60

$116/1.5/60 = 1.28 = 1.3$

El tiempo de concentración total es igual a Tc donde:

$T_c = 22 \text{ min} + 20 \text{ min} + 1.3 \text{ min} = 43.3 \text{ min. APROX. 45 MIN}$

El tiempo de concentración se calcula para conocer la intensidad de lluvia se determina de la siguiente manera:

De los datos obtenidos de la estación pluviográfica, (tabla 1) para cada año (periodo de 18 años) se seleccionó la intensidad máxima para cada año y para cada intervalo de tiempo; obteniéndose así la desviación estándar.

El tiempo de concentración calculado (45 min) se va a utilizar para hallar el valor de I aplicable a la fórmula de Burkli-Ziegler, el cual será igual al promedio de intensidad correspondiente a dicho tiempo de concentración. En este caso **Iprom** para 45 minutos es igual a 33.9 (anexo 1) $I = I_{prom} + 0.5 \text{ (des. estándar)}$.

$I = 33.9 + 0.5 \text{ (8.6)}$

$I = 40 \text{ mm/hr}$

Equivale a 5 años de periodo de retorno. Ver anexo 1

Con estos datos entramos a la formula

$Q = 2.278 (0.85) 40 \text{ mm/hr} (1.5)^{1/4} (80)^{3/4}$

Q= 2796 LPS

Análisis de las intensidades media, mínima y las tres intensidades más severas de las observaciones registradas en los 18 años; observándose lo siguiente.

INTENSIDAD PARA TIEMPO DE CONCETRACION 45 min (mm/hr)	AÑO	GASTO (lps)
--	-----	-------------

19.50	1972 min	1360
33.90	Med.	2364
44.00	1962	3068
45.30	1974	3159
55.30	1970 máx.	3856

Este análisis se hace con la finalidad de comparar los gastos mínimo, medio y máximo, de hecho, es otra manera de hallar el gasto de diseño (medio) que sería:

$Q_{med} = 2364$ lps. -Agua pluvial

Con base a lo anterior se deduce que:

- A) Para la máxima intensidad que es de 55.5 mm/hr se presenta el gasto de 3856 lps, el cual tiene una probabilidad de ocurrir una sola vez en 18 años; si se calcula la capacidad del sistema con este gasto implicaría adquirir equipo de bombeo de mayor capacidad o un número mayor de bombas y por lo tanto tendríamos el equipo de bombeo ocioso durante más tiempo, se gastaría más en mantenimiento y operación.
- B) Si comparamos el Q_{med} (2364 lps.) obtenido del análisis y el gasto calculado con la fórmula de Burkly-Ziegler (2796 lps) observamos que andan en un rango aproximado y elegimos el gasto de 2796 lps por ser una cifra más conservadora y da un cierto margen de seguridad.

3.2 Propuesta de diseño

Una vez estimado el gasto $Q = 2796$ lps se produce a dimensionar el cárcamo de bombeo, para lo cual se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones hechas por la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua)

- 1.- Se ahorra tiempo y costo en la construcción
- 2.- Con las bombas sumergibles para aguas negras se evacuan los lodos sedimentados del agua pluvial y no se requiere de equipo adicional para tal efecto.

Se muestra el dimensionamiento real del cárcamo en corte con la ubicación del equipo de bombeo.

Para determinar la profundidad del cárcamo se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- 1.- Tamaño o longitud de la tubería de succión que es 4.7 metros.
- 2.- La profundidad "c" que es igual a 30 cm.
- 3.- La losa reguladora de niveles cuyo peralte es de 80 cm y se muestra en la figura.

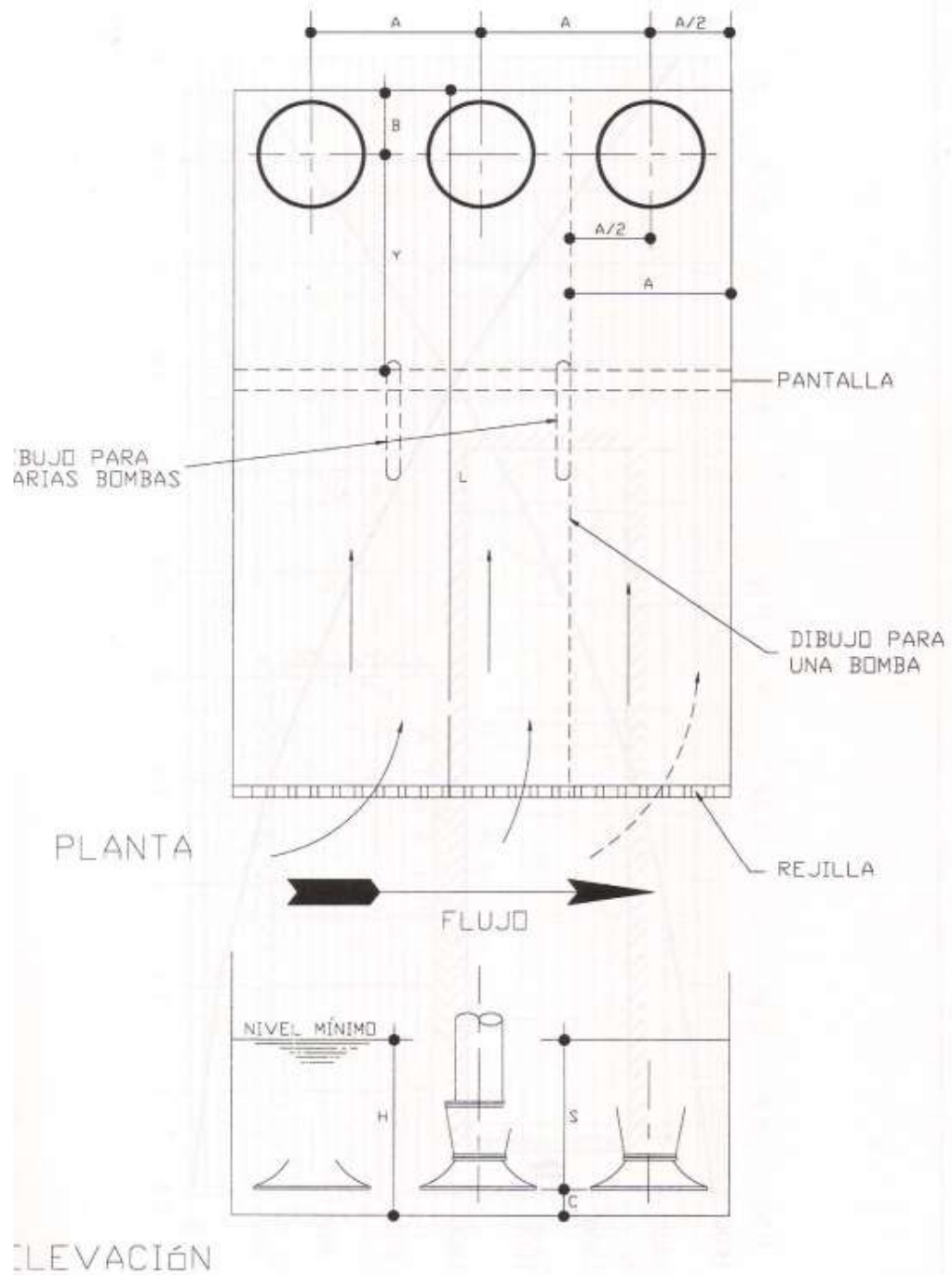


Figura 5.10 Dimensiones del cárcamo-Instituto de Hidráulica de los E.U.A.

(Dimensiones del cárcamo del Instituto de Hidráulica de los E.U.A., 2007)

3.3 Diseño y calculo

3.3.1 Selección de las bombas

Al iniciar la selección de las bombas para un sistema de aguas combinadas de desecho se consultan catálogos de fabricantes de bombas para este uso y con base a eso se hacen propuestas como las que se mencionan a continuación:

A) Primera propuesta (Fabricante EVANS)

MARCA	EVANS	FLUJO	275 lpm
MODELO	SSXH60MEO300	PRECIO	\$ 12,549.00
POTENCIA	3 HP		
PESO	18 KG		
ALTURA	26 m		



(EVANS, 2024) Fotografía Bomba Centrífuga marca EVANS

B) Segunda propuesta (Fabricante ROTOPLAS)

MARCA	ROTOPLAS	FLUJO	/
MODELO	320003	PRECIO	\$ 1,748.00
POTENCIA	5HP	PROFUNDIDAD	26 cm
PESO	5 KG	AGUAS SUCIAS	No
ALTURA	45 m		



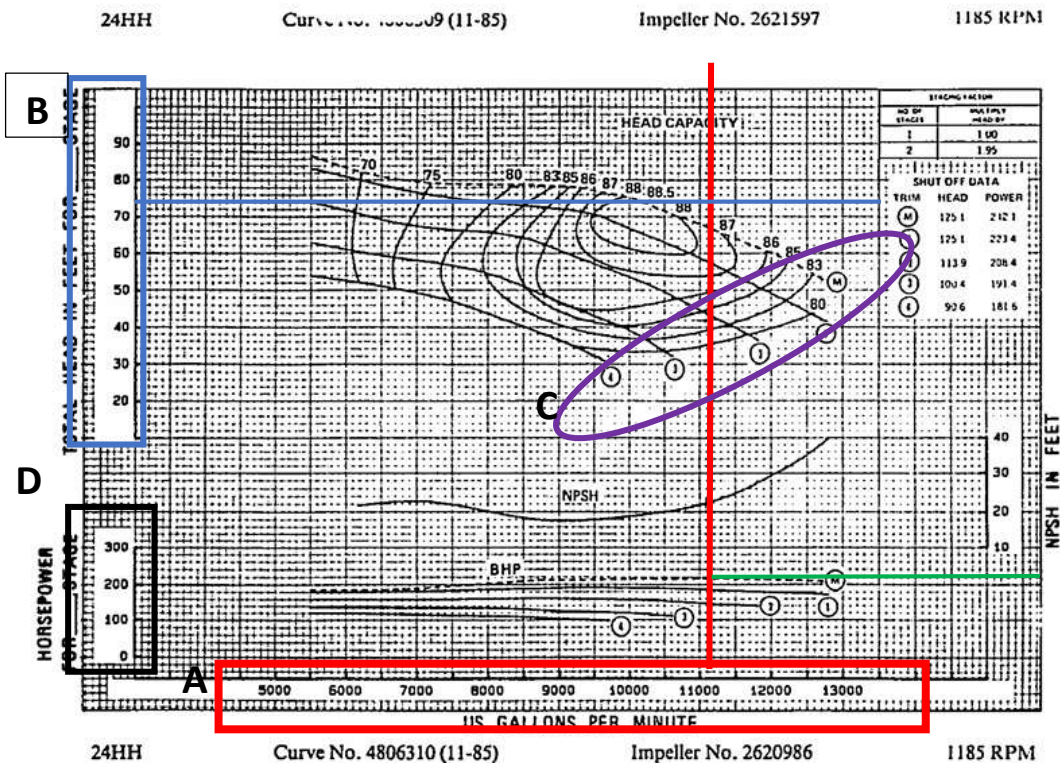
(Rotoplas, 2024) Fotografía Bomba Centrífuga marca Rotoplas

C) Tercera propuesta (Fabricante MP PUMBS)

MARCA	MP PUMPS	CAPACIDAD	900 gpm
MODELO	700		
POTENCIA	40 HP		
PESO			
ALTURA	170 pies		



(PUMPS, 2024) Fotografía Bomba Centrífuga marca MP PUMPS



(Norberto, 1995)

Estas graficas proporcionadas por los fabricantes de las bombas centrifugas sirven como un gran apoyo para identificar que bomba estas obteniendo y las características principales que posee.

1.- Se tiene que considerar el gasto obtenido, en este caso $Q=2,796$, se dividirá entre 4 debido a que es un gasto muy grande para una bomba de modelo comercial. $2,796/4= 700$ lps.

2.- Convertir los litros por segundo (lps) a galones por minuto (gpm) ya que esa unidad es la proporcionada por los fabricantes.

700 lps = 11095 gpm

3.- Se traza una línea vertical (roja) ubicada en el gasto sección A

4.- Se procede a obtener la altura dinámica la cual es: Perdidas menores + Perdidas mayores + NPSH + Altura estática.

$$2.72 + 13 + 3 + 3 = 21.72 \text{ mts}$$

Esta distancia se convertirá en pies, ya que esta es la unidad de medida que utiliza la gráfica. **21.72 mts = 71.2 pies**

Trazamos una línea horizontal (azul) que cruce con la línea roja previamente trazada en la sección B

Con estos datos obtenemos la eficiencia de la bomba: **87%**

5.- Localizamos donde se cruzan ambas líneas y cuál es la que más se aproxima al cruce de ambas en la sección C.

6.- Inmediatamente después en la sección D trazar otra línea (verde) que cruce con la línea roja para obtener la NPSH en pies y posteriormente convertirlo a metros.

Con estos resultados obtenemos los datos para buscar una bomba adecuada a nuestras necesidades.

3.3.2 Operación automática del equipo de bombeo

Una vez elegido el tipo de bombas más adecuado es necesario establecer la forma en que van a operar para evitar ciclos muy frecuentes de la unidad y el consecuente desgaste de la misma, con este fin se establece un tiempo mínimo de bombeo en función del volumen acumulado tanto en el cárcamo como en las tuberías basándonos en los niveles del agua en el cárcamo. A continuación, se describe la determinación de estos niveles:

a) Niveles de aguas negras: el volumen de aguas negras necesario para controlar el bombeo será almacenado íntegramente en el cárcamo y variará de 28 m³ hasta 88 m³ que es el volumen para un tiempo máximo de retención de 20 minutos.

b) Niveles de aguas pluviales: se proponen tirantes o niveles de operación de las bombas a partir del NHS el cual se encuentra en la cota 43.64 mts. El objeto de estos niveles es el de establecer el volumen a bombear el cual debe ser tal que la bomba opere un tiempo mínimo adecuado.

Se propone el nivel 44.39 para el arranque de la bomba 1 y el nivel 43.64 para el paro de la misma la diferencia entre ambos niveles es de 75 cm, entre estos niveles los volúmenes que se manejarán son:

- En el cárcamo.

$$V = 0.75 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 67.5 \text{ m}^3$$

- En las tuberías

Colector bajo: embalse de la cota 43.64 a la cota 43.86 igual a volumen de tubo ahogado menos volumen del tubo parcialmente ahogado.

Volumen de tubo ahogado

$$V = 3.1416 \times r^2 \times L$$

$$R = 0.61 \text{ m} \quad L = 244 \text{ m}$$

$$V = 3.1416 \times r^2 \times L$$

$$V = 285.2 \text{ m}^3$$

Volumen tubo parcialmente ahogado de la cota 42.64 a la 43.64

$$V = (R^3 L / B) (\text{Sen} 0 - (\text{Sen} 03/3) - \text{Cos} 0)$$

Donde:

$$= 129^\circ 44'$$

$$R = 0.61 \text{ M}$$

$$L = 200 \text{ m}$$

$$B=1 \text{ m}$$

$$= 2.26 \text{ rad}$$

$$V= (0.61) \frac{3 \cdot 200}{1} (\sin 129' 44' - \sin 3 \frac{129' 44'}{3} - 2.26 \cos 129' 44')$$

$$V= (0.2269 \cdot 200) (0.769 - 0.1516 + 1.4446)$$

$$V= 93.6 \text{ m}^3$$

Embalse de la cota 43.86 a la cota 44.39

$$V= 3.1416 \cdot r^2 \cdot L$$

$$L= 106 \text{ m}$$

$$r= 0.61 \text{ m}$$

$$v = 3.1416 (0.61)^2 \cdot 106$$

$$v = 123.91 \text{ m}^3$$

Colector alto de la cota 43.54 a la cota 44.39

$$V= (R^3 L / B) (\sin \emptyset - (\sin \emptyset / 3) - \emptyset \cos \emptyset)$$

donde: $e= 113' 10'$

$$R=0.61 \text{ m}$$

$$L=170 \text{ M}$$

$$b=0.85 \text{ M}$$

$$e= 1.9751 \text{ rad}$$

$$V=65.2 \text{ m}^3$$

VOLUMEN TOTAL

$$vt= (285.2 - 93.6) + 123.91 + 62.2 + 67.5$$

$$vt= 448.21 \text{ m}^3$$

Tiempo de bombeo

$$T= 448210 / (174 + 700)$$

$$T= 512.83 \text{ seg.}$$

$$T= 8.55 \text{ min}$$

Donde:

Capacidad de la bomba sumergible para aguas negras:

$$Q= 174 \text{ lps}$$

Capacidad de la bomba centrífuga para aguas pluviales:

$$Q= 700 \text{ lps}$$

Este es el tiempo que trabajan las bombas del nivel 43.64 al nivel 44.39; ya que las bombas sumergibles tienen ya aproximadamente más de una hora trabajando. Este tiempo es adecuado ya que según experimentaciones el tiempo mínimo de bombeo debe ser mayor o igual a 5 minutos.

3.4 Equipamiento del cárcamo

3.4.1 Bombas

El número y capacidades de los equipos se eligieron basándose en los cálculos y análisis hechos tomando en cuenta las especificaciones de los fabricantes y criterios de los proyectistas, auxiliándonos de textos especializados en la materia.

En cualquier estación de bombeo deben existir por lo menos 2 bombas con una capacidad cada una de $\frac{2}{3}$ partes del gasto total por bombear. La operación de estas bombas se realizará en forma alternada para evitar un desgaste excesivo de cualquiera de las unidades. Se recomienda un mínimo de dos bombas para el caso de que se presente una descompostura de una de ellas y la otra unidad tenga la capacidad para desalojar el gasto demandado. En este caso en particular que la demanda total de gasto a desalojar 2796 lps, prácticamente 2,800 lps no se eligieron dos bombas porque equivaldría a tener dos unidades de 1,400 lps cada una y las desventajas de estas serían: unidades muy grandes y con una NPSH que resultaría muy grande lo que originaría mayor profundidad en el cárcamo y por lo tanto mayor costo en su construcción y en el equipo adicional.

La posibilidad de usar 4 unidades fue la más adecuada porque equivale a tener bombas de 700 lps cada una, con una NPSH: adecuada al proyecto y al presupuesto. La bomba usada tiene las siguientes características, es una bomba Mod. 20 PO Mca. Ocelco centrífuga vertical tipo propela (hélice) para manejar aguas pluviales sin tratar a temperatura ambiente e instalarse en cárcamo húmedo con capacidad para bombear 700 lts/seg con una carga dinámica de diseño de 13.04 mca y 880 RPM y dos pasos.

El tipo de bomba utilizado para desalojarlas aguas negras es una bomba sumergible marca Impel de la serie LG 30-4-200 con motor eléctrico de 30 hp, 440 volts, 3 fases, 4 polos, 1800 rpm, 60 Hz con sello mecánico para proporcionar un gasto de 58 lps contra 17.2 m. de carga, de: este tipo de bomba se necesitaron 3 para cumplir la demanda del gasto de aguas negras.

Estas bombas tienen varias ventajas, entre ellas, son fáciles de transportar, instalar y además son propias para manejar aguas sucias con lodos y arenas; requieren de un tirante muy pequeño para su funcionamiento. La limitante de estas bombas es su capacidad, baja eficiencia y costo relativamente alto.

Para el manejo de las bombas se recomienda lo siguiente: la bomba no deberá tirarse de los cables eléctricos para esto se utiliza una cadena sujeta a un asa.

Para la conexión de esta bomba su arrancador magnético existe dos cables uno de corriente (4 polos) y otro de control (2 polos). El cable de corriente deberá conectarse al suministro asegurándose que el polo blanco sea el neutro (tierra efectiva no de compañía suministradora) y los otros a las tres fases respectivamente.

El cable de control está conectado a un circuito termopar que desconecta a 125 grados y restablece a 75 grado centígrados colocado en los devanados del motor; debe conectarse en serie con la bobina del arrancador magnético para que al abrirse en caso de sobre temperatura corte el suministro de energía, esta falla puede presentarse por:

- a) Trabajo en seco
- b) Falla de corriente de alimentación
- c) Bloqueo del impulsor
- d) Bombeo de líquidos demasiado densos o viscosos

Para la operación de la bomba es importante que trabaje sumergida completamente evitando así calentamientos anormales. Verificar que la rotación del impulsor sea la correcta indicada en la etiqueta de características o en la espiral de la carcasa, de lo contrario disminuirá el rendimiento notablemente y sufrirá daños importantes.

Para instalar esta bomba se debe anclar el codo de descarga al fondo del cárcamo colocando tubos guía del codo a la parte superior del cárcamo para poder sacar o introducir la bomba sin necesidad de descender al interior del FIG 8 MANUAL IMPEL.

El mantenimiento de esta bomba se hace tomando en cuenta que trabaja y en forma continua y se recomienda extraerla cada 4 meses y revisar lo siguiente:

- 1.- Nivel de aceite, 1a bomba deberá estar en posición vertical, cerciorándose que el nivel de aceite no esté más abajo del tornillo rebosadero de aceite; añadir de ser necesario. Los aceites recomendados son DTE OIL No. 25 (Mobil Oil), TURBINE OIL MEDIUM (Quaker State).
- 2.- Desgaste del impulsor.
- 3.- Verificar si se ha introducido agua o aceite en el motor, de ser así, remitirla al fabricante o distribuidor autorizado.
- 4.- Hacer pruebas de presión y revisar fugas. Es necesario cambiar todo el aceite una vez por año.

3.4.2 Motores

Las bombas de velocidad constante pueden accionarse por motores de inducción con rotor bobinado, de jaula de ardilla o motores síncronos.

Los motores polifásicos de jaula de ardilla son de corriente alterna y se usan mucho debido a su construcción resistente y a la ausencia de contactos eléctricos móviles, lo cual lo hace adecuados para trabajar en lugares en que hay polvos o gases inflamables. Este tipo de motores se seleccionan debido a su sencillez, fiabilidad y economía, a menos que las limitaciones de intensidad de arranque de la compañía eléctrica obliguen a la elección de los motores de rotor bobinado.

Lo que le da el nombre a este motor es básicamente su tipo de rotor el cual consiste en barra gruesas de cobre, puestas en corto circuito por anillos de extremo o las barras y los anillos de extremo pueden ser una sola pieza fundida de aluminio, de ahí el nombre de jaula de ardilla.

Ventajas del motor jaula de ardilla:

- 1.- Posibilidad de obtener un par de arranque adaptado a la máquina o equipo movido.
- 2.- Reducción máxima de la demanda de corriente durante el arranque.
- 3.- Permite arranques de gran duración o frecuentes con la ayuda de resistencias apropiadas.
- 4.- Posibilidad de controlar dentro de ciertos límites la velocidad para diferentes cargas.

El motor eléctrico utilizado en este proyecto es un motor eléctrico vertical tipo jaula de ardilla con flecha hueca de 200 Hp, 440 volts, 3 fases, 8 polos, 60 cps y 880 rpm.

Los motores diésel o de encendido por chispa pueden utilizarse para impulsar bombas de aguas residuales como una opción durante los cortes de energía eléctrica. En estos casos se instalan una o más unidades de accionamiento dual. En esta disposición se monta un motor eléctrico encima del engranaje en Angulo recto y se acopla directamente a árbol de la bomba. El motor de combustión interna se conecta al árbol horizontal del engranaje en ángulo recto por medio de un embrague o acoplamiento de desconexión rápida. si este motor a de funcionar automáticamente el embrague será de tipo rueda libre. El motor de combustión interna utilizado en el cárcamo tiene las siguientes características: es marca Cummins Mod. NTA- 855-P su potencia es de 360 Hp a 2100 rpm y de 280 Hp a 1800 rpm.

3.4.3 Equipo de control y válvulas

El equipo de control para una bomba, en el sentido más amplio, da al usuario: 1) El flujo, presión o el nivel del líquido deseado; 2) Protección para el equipo de bombeo y al sistema en general de los danos o riesgos que pueda ocasionar líquido que se

maneja; 3) Libertad administrativa en decisiones que hay que tomar durante la operación y mantenimiento del sistema.

3.4.4 Tipos de sistemas de control

Los sistemas de control que se utilizan para la operación del equipo de bombeo varían en complejidad, desde una válvula sencilla operada manualmente, hasta un control automático del flujo o bien el control de la velocidad de la bomba en un equipo de diseño avanzado. El tipo de bomba y de su equipo son factores en la selección del sistema de control. Para las bombas centrífugas, tanto el cambio de velocidad como el cambio de posición de la válvula pueden controlar la variable deseada.

Los sistemas de control que se utilizan para las bombas se pueden clasificar básicamente en sistemas del tipo " de dos posiciones " y de modulación. El primero opera solamente bajo dos condiciones que son: aun valor determinado de flujo (o de presión) o aun valor cero. Por lo tanto, la válvula estará ya sea abierta o cerrada y el motor de la bomba puede estar funcionando o estar parado. El sistema de modulación ajusta la posición de la válvula o la velocidad del motor a las necesidades del momento.

Cualquiera de estos puede ser automáticos o manuales.

Todos los sistemas de control deben tener:

- 1.- Un elemento de medición o sensor.
- 2.- Un medio de comparación entre el valor de la variable y el valor deseado.
- 3.- Un elemento de control final (una válvula) para producir el cambio necesario en la variable medida del flujo que se maneja.
- 4.- Un actuador para mover el elemento de control final a la posición deseada.
- 5.- Un medio multiplicador de fuerza, que permita que una señal débil genere la suficiente fuerza para mover el actuador.

Los elementos sensores y de medición en el equipo de control automático de una bomba detectan valores de algunas variables, o miden los cambios en nivel de líquido, presión, flujo, concentración química y temperatura.

La señal emitida por un elemento de medición frecuentemente necesita someterse a un proceso de amplificación o a una conversión de señal en otro medio de transmisión, lo que se logra con un "convertidor de señal".

Las conversiones de señal más comunes son las que cambian una señal de presión de aire a un voltaje eléctrico, o bien un movimiento de rotación puede ser la señal que genere un voltaje eléctrico.

En este caso para controlar el nivel de líquido en el cárcamo se utiliza un interruptor sumergible con cápsula de mercurio que está fabricado exteriormente con PVC lo que lo hace altamente resistente a los materiales contenidos en las aguas residuales. Estos interruptores cuentan con una cápsula de mercurio con un contacto normalmente abierto, el cual se cierra cuando el interruptor se inclina al subir el nivel de líquido.

3.4.5 Válvulas

Elementos fundamentales de una válvula. Esta consiste en:

- 1.- Un cuerpo o carcasa capaz de: a) resistir la presión interna; b) conducir al fluido por una trayectoria adecuada, que no es siempre la de menor resistencia; c) resistir las fuerzas externas que repercuten sobre la válvula originados por bienes adyacentes o bien generadas por los actuadores mismos de las válvulas) actuar como apoyo de otros componentes de la válvula.
- 2.- Un elemento de cierre móvil que puede restringir o detener la magnitud del flujo a través de la válvula.
- 3.- Medios capaces de mover el elemento de cierre y bloquearlo en determinada posición; ya que esta operación generalmente debe efectuarse desde el exterior del cuerpo de la válvula. Esto se logra a través de un orificio sellado adecuadamente y valiéndose de un "vástago" o varilla que puede girar y mover al elemento de cierre sin que se presente fuga alguna.

La operación de las válvulas en sistemas de control de dos posiciones que se instalan en equipos de bombeo tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Aislamiento de la bomba: tiene la finalidad de dar protección, o cuando se requiere de mantenimiento de la bomba o por razones administrativas.
- 2.- Desfogue de presiones: tiene la finalidad de dar protección.
- 3.- Venteo: eliminación de gases o vapores del interior de la carga de la bomba.
- 4.- Drenado: eliminación de líquidos de la carcasa.

Las válvulas utilizadas en este sistema de bombeo son:

- 1.- Válvula de retención DUO-CHECK de 762 mm de diámetro. Esta válvula se usa con el objeto de detener la masa de agua que se encuentra en la tubería cuando la bomba suspende su operación y con el fin de evitar esfuerzos excesivos en las bombas debido al fenómeno de golpe de ariete; esto no quiere decir que estas válvulas eliminen el efecto del fenómeno, sino que únicamente lo atenúan; existen varios tipos en el mercado.

La primera representa la válvula check tradicional y comúnmente empleada llamada de columpio. La segunda se denomina duo-check y consta esencialmente de dos medias lunas conectadas a un eje vertical, que se abren y se cierran según el sentido del escurrimiento; esta válvula frente a la tradicional es más liviana, de menor tamaño y consecuentemente tiene menor costo, pero las pérdidas de carga son relativamente mayores que en la anterior. La tercera válvula es llamada válvula check cuya principal característica es efectuar un cierre más o menos lento con lo cual se consigue incrementar la vida de la válvula y casi eliminar el ruido que

producen los otros tipos. Esto último es ventajoso para ciertos casos dada la ubicación de la obra; se le llama también check silenciosa.

La selección del tipo de check para una determinada instalación dependerá del diámetro de la válvula a emplear, de las presiones a las que operará y de su costo en el mercado. Aunque también el tiempo de entrega que ofrecen sus fabricantes puede ser determinante en el tipo elegido.

2.- Válvula de seccionamiento tipo mariposa de 762 mm de diámetro. Las válvulas de mariposa, puede sustituir a la de compuerta cuando se requieren diámetros grandes y para presiones bajas en la línea; tiene la ventaja de ser más ligeras, son de menor tamaño y más baratas, estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco haciéndolo girar centrado en el cuerpo de la válvula; la operación puede ser manual, semiautomática o automática mediante dispositivos neumáticos, hidráulicos o eléctricos. El diseño de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto.

3.- Válvula de compuerta de 304 mm de diámetro. La válvula de compuerta se emplea con el objeto de aislar en un momento dado algún elemento o sección de la instalación para poder efectuar una reparación, inspección o dar mantenimiento, sin que interrumpa totalmente el servicio de bombeo. También se evita con esta válvula el regreso del agua por alguna bomba que no esté operando debido a la operación parcial del equipo de acuerdo las necesidades de descarga. El tipo de válvula de compuerta más empleado y se caracteriza por ser bridada y con vástago saliente es decir que este se desplaza según su eje vertical:

4.-Valvula para golpe de ariete. Las válvulas aliviadoras de presión son empleadas para proteger al equipo de bombeo, tuberías y demás elementos de la conexión de los cambios bruscos de presión que se producen por el arranque o para del equipo de bombeo. La válvula está diseñada de tal manera que puede abrirse automáticamente y descargar al exterior, cuando la presión en el sistema es mayor que aquella con la que fue calibrada, lográndose con ello el abatimiento de la línea piezométrica el cierre de esta válvula también es automático y se logra cuando la presión en la línea llega a ser menor que la de ajuste o calibración. La ubicación de esta válvula se elige después de los elementos de control o al principio de la tubería de descarga común.

5.- Válvulas de admisión y expulsión de aire. Algunas se instalan con el objeto de expulsar aire retenido en la succión cuando la bomba no trabaja. Esta expulsión se efectúa luego de iniciarse la operación de la bomba. Se ubica inmediatamente a la descarga de la bomba, generalmente después de la junta flexible. Uno de los tipos más usados, a la cual puede acoplársele una válvula check con el objeto de amortiguar el golpe de agua para prolongar su vida útil y evitar ruidos desagradables; la instalación de esta check optativa pero recomendable.

3.4.6 Grúas para el manejo de equipo y rejillas

Para el manejo del equipo de bombeo se utiliza una grúa sobre un puente monorriel IPR-12X8 con un claro de 6.5m y una longitud de 15 m con polipasto suspendido, con una velocidad de transporte sobre el monorriel. de 30:m/min" y una velocidad de transporte de polipasto de 20 m/min, Con una capacidad de 2 ton, control eléctrico de 6 pasos marca Endor Stahl mod. R-20/8 con motor de 2.6 hp.

Para el manejo de las rejillas se utiliza una grúa sobre un puente monorriel IPR-8x4 con longitud de 2.5 m con polipasto suspendido marca Endor Stahl de cadena mod. RE-6/6 con capacidad de 600 kg, con control eléctrico de 6 pasos, con motor de 0.75: hp.

4. RESULTADOS

Con los datos recopilados anteriormente podemos deducir los siguientes pasos para poder realizar nuestra propuesta del cárcamo.

Iniciando por el área de afluencia que es de 77 hectáreas, tomando la longitud del albañal la cual es de 116m y el tiempo de concentración previamente calculado es aproximadamente de 45 min, posteriormente aplicar la fórmula de Burkli-Ziegler que nos proporcionara un gasto más exacto el cual es 2796 LPS (litros por segundo).

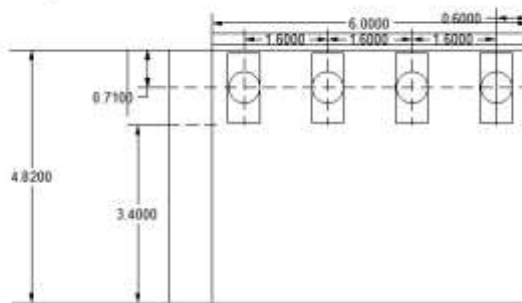
Ya estimado el gasto $Q = 2796$ lps se procede a dimensionar el cárcamo de bombeo, tomando en cuenta las recomendaciones hechas por la CONAGUA, que a su vez están basadas en el Instituto de Hidráulica de los Estados Unidos.

PLANO 1

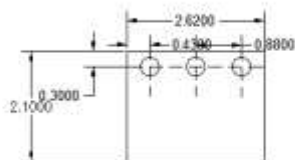
[DISEÑO HIDRAULICO DE UN CARCAMO DE BOMBEO\PLANO 1.pdf](#)

Recomendaciones para el dimensionamiento del cárcamo según:
STANDARD OF THE HIDRAULIC INSTITUTE

a.-) AGUAS PLUVIALES:

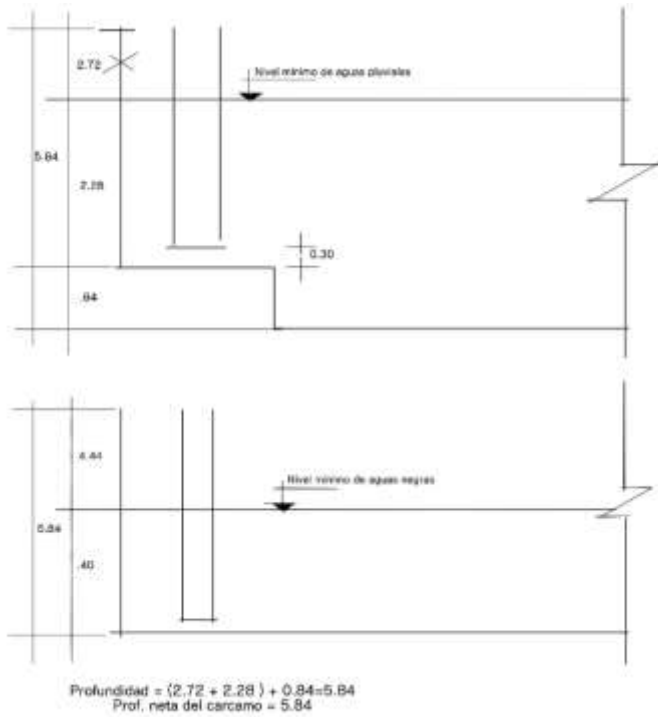


b.-) AGUAS NEGRAS:



PLANO 2

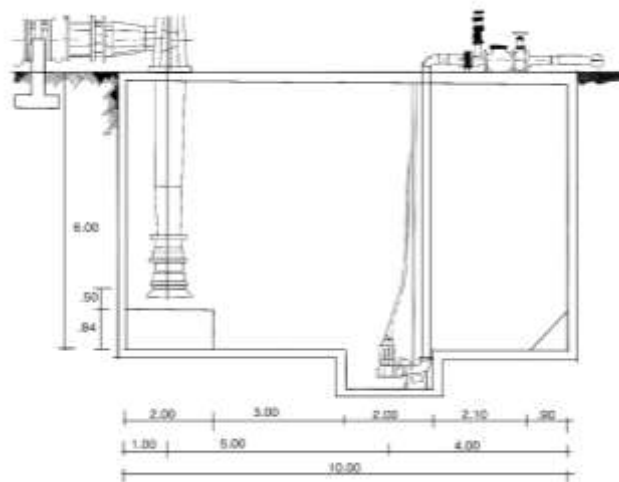
[DISEÑO HIDRAULICO DE UN CARCAMO DE BOMBEO\PLANO 2.pdf](#)



Para poder determinar la profundidad del cárcamo se toma en cuenta el tamaño o la longitud de la tubería de succión que es de 4.7 metros.

PLANO 3

[DISEÑO HIDRAULICO DE UN CARCAMO DE BOMBEO\PLANO 3.pdf](#)



CONCLUSIONES

Este proyecto presenta una complejidad bastante extensa ya que se requiere de una gran planificación e investigación para que este funcione de manera óptima, el revisar las normas adecuadas para que cumpla con las necesidades estipuladas, tener cuidado con los datos recogidos de la estación meteorológica, siempre teniendo extremo cuidado y detalle como cualquier estructura.

Los beneficios que ofrece este proyecto aseguran una inversión rentable a futuro para cualquier unidad habitacional, asegurando el suministro continuo y eficiente de agua para los habitantes de dicha unidad.

El diseño de dicha estructura depende específicamente de la zona en donde se requiera realizar dicho proyecto ya que las características influyen fuertemente en las dimensiones del cárcamo, así mismo las necesidades de cada una de las zonas, todo esto provoca que no podrá implementarse el mismo diseño en locaciones distintas, de esta manera se implementará esta “guía” para que pueda servir de base para futuros proyectos.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Dibujo en Ingeniería civil

- ✓ Utiliza equipo de cómputo y software para el desarrollo de planos y diagramas.

Software de Ingeniera Civil.

Aplica Software para agilizar proceso y cálculos matemáticos.

Taller de investigación

- ✓ Formulación y evaluación de proyectos.

Hidráulica

- ✓ Desarrollar, analizar y crear procesos de diseño en ingeniería que cumplan los requerimientos de organizaciones a nivel nacional e internacional.
- ✓ Identificar nuevos conocimientos y habilidades requeridos para el desempeño de sus tareas que le ayude a movilizarse y adaptarse a los requerimientos del medio con una actitud de superación constante.
- ✓ Trabajar en equipos responsables y proactivos que identifiquen áreas de oportunidad, analicen riesgos y valoren la incertidumbre mediante la aplicación de herramientas de ingeniería civil.

REFERENCIAS

- Bomba centrífuga industrial para líquidos | 700 HYDRAULIC. (s. f.). <https://www.mppumps.com/es-cl/industrial-liquid-pumps/series-700>
- Bomba Multietapas Evans Trifásica 3 HP Acero Inox 60Gpm color negro y plata. (s. f.). https://www.evansonline.com.mx/bomba-multietapas-evans-trifasica-3-hp-acero-inox-60gpm-color-negro-y-plata/p/MLM22893158?pdp_filters=seller_id%3A443657643#polycard_client=search-nordic-mshops&position=6&search_layout=grid&type=item&tracking_id=8c17019f-85
- Bomba periferica de 1/2 HP 320003 rotoplas color verde - \$ 1,748.86. (s. f.-b). https://www.ferrekasa.com.mx/bomba-periferica-de-12-hp-320003-rotoplas-color-verde/p/MLM22936895?pdp_filters=seller_id%3A267637816#polycard_client=search-nordic-mshops&position=23&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4293a0e4-bc08-45b7-a752-c1587ed2fb
- Comisión Nacional del Agua (2007) Manual de agua potable, alcantarillado y Saneamiento. <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/09DisenoDeInstalacionesMecanicas.pdf>
- De la Energía, C. N. P. E. U. E. (s. f.). Normas de sistemas de bombeo - Normas de eficiencia energética de bombeo de agua-Estados y Municipios.gob.mx. <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-de-sistemas-de-bombeo-normas-de-eficiencia-energetica-de-bombeo-de-agua-estados-y-municipios?state=published>
- Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. (2007, diciembre). conagua.gob.mx. <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/03CarcamosDeBombeoParaAlcantarilladoFuncionaleHidraulico.pdf>
- Mendoza. J. (1995) Análisis y diseño del cárcamo de bombeo de aguas negras y pluviales de la unidad San Pablo C.T.M <https://ru.dgb.unam.mx/jspui/bitstream/20.500.14330/TES01000225791/3/0225791.pdf>
- S/A, (s/f), Criterios para diseño estructural de cárcamos de bombeo enterrados. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/430/A4.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Tipos de superficies - drenaje GRAF. (s. f.). GRAF Website. <https://www.graf.info/es-es/suds-drenaje-sostenible/infiltracion-y-drenaje/tipos-de-superficies.html>
-