



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA

**PLAN DE MEJORA DE LA OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE
DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO N°2
DEL CANTÓN BABAHOYO**

TUTOR

PhD. MARCIAL CALERO AMORES

AUTORES

MINA CHICHANDE LUIS ALBERTO

VERA CHANG JOSE DAVID

GUAYAQUIL

2023



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Plan de mejora de la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo.

AUTOR/ES:

Mina Chichande Luis Alberto
Vera Chang José David

REVISORES O TUTORES:

Phd. Marcial Calero Amores

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

3er Nivel

FACULTAD:

Ingeniería, Industrias y Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PAGS:

75

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Sistema de drenaje, Aguas pluviales, Estación de bombeo, Optimizar.

RESUMEN:

La inundación es un tema que resalta en todas las comunidades urbanas y rurales por las dificultades y aspectos de las actividades que deben realizarse si se agravan por aspectos económicos entre impactos negativos se destaca el comercio y movilidad, sumando afectaciones en la salud personal e incluso privando del goce de varios servicios básicos estos son puntos que pueden afectar a los habitantes de varios sectores, la inundación llega a producirse por un alto crecimiento y temporalidad en el nivel del agua a causa de aguas pluviales. La estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo al no contar con un correcto control operativo, sumando al mantenimiento a perdido el funcionamiento de las bombas sumergibles. Esto llevo a la implementación de bombas axiales tipo bananera que actualmente están en funcionamiento, sin tener un plan en la operatividad estas bombas no cuentan con la potencia inicial con la cual se colocaron. El proyecto presenta el diseño e implementación de nuevas bombas sumado a un plan de operatividad para el control y mantenimiento de la estación.

N. DE REGISTRO (en base de datos):**N. DE CLASIFICACIÓN:****DIRECCIÓN URL (tesis en la web):****ADJUNTO PDF:**SI NO **CONTACTO CON AUTOR/ES:**

Mina Chichande Luis Alberto

Vera Chang José David

Teléfono:

0979648257

0982264172

E-mail:

lminac@ulvr.edu.ec

jverach@ulvr.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:Mgtr. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde
(Decano)**Teléfono: 259 6500 Ext. 241**

	<p>E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgtr. Alexis Valle Benitez (Director de Carrera)</p> <p>Teléfono: 259 6500 Ext. 242</p> <p>E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>
--	--

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

PRUEBA 2

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

ÍNDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES FIRMADAS

1	vsip.info Fuente de Internet	2%
2	www.compraspublicas.gob.ec Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.guayaquil.gob.ec Fuente de Internet	1%
6	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	1%
10	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%

Firma:



PhD. Marcial Calero Amores

PhD. Marcial Calero Amores

C.C.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **Mina Chichande Luis Alberto** y **Vera Chang José David**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, “**Plan de mejora de la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo**”, corresponde totalmente a los suscritos y me nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

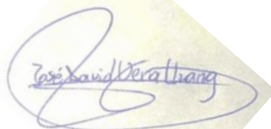
Firma:



Mina Chichande Luis Alberto

C.I. 1003776968

Firma:



Vera Chang José David

C.I. 1206754606

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **“Plan de mejora de la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo”**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industrias y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **“Plan de mejora de la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo”**, presentado por los estudiantes **Mina Chichande Luis Alberto** y **Vera Chang José David** como requisito previo, para optar al Título de Ingeniería Civil, encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

PhD. Marcial Calero Amores

C.C.

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo agradezco a Dios, mis padres, tíos, hermanos y maestro por ayudarme y guiarme en el transcurso de la vida y resolución del proyecto presente, gracias a ello se cumplirá uno de mis objetivos, con el deseo de seguir creciendo como persona y adquirir conocimiento en el sendero de la vida.

Estoy agradecido por las distintas experiencias obtenidas en la formación de la carrera pese a tener inconvenientes siempre he estado respaldado por personas que impulsaron de a seguir con el cumplimiento de mi objetivo tanto de forma directa como indirecta.

Mina Chichande Luis Alberto

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de titulación, refleja la constancia, esfuerzo, trabajo y aprendizaje generado en muchos años de estudio. Una labor en dónde existieron seres promotores y actualmente participes de este logro alcanzado.

Quiero expresar mi absoluto agradecimiento a Dios, por la salud, el conocimiento y fortaleza que me ha proporcionado. Posteriormente, con mucho orgullo menciono a dos seres inigualables mi padre, Vera Avilés José Félix, sus enseñanzas, amor incondicional, esfuerzo, apoyo y carácter han formado a este ser que hoy les agradece infinitamente por ser los mejores. Mis Hermanos Guillermo y Andrés, por alentarme, acompañarme y motivarme a seguir adelante y no claudicar, me siento absolutamente bendecido por Dios al tener una hermosa familia.

Manifiesto mi agradecimiento a mi novia, amiga y compañera de vida Stephania. Por el amor, apoyo incondicional, comprensión, consejos, momentos compartidos y ayuda prestada, gracias por enseñarme a vencer obstáculos y ser la motivación e impulso a seguir cumpliendo metas y alcanzar objetivos propuestos.

Quiero agradecer también al tutor de tesis Ing. PhD. Marcial Calero Amores, por el aporte científico, orientación, y proporción de conocimientos, por las ideas paciencia, responsabilidad y profesionalismo en la labor realizada para el desarrollo en la presente tesis.

Agradecimiento eterno a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, autoridades principales, personal docente, administrativo, compañeros y amistades en general, por el aporte científico en la formación de mi carrera de ingeniería civil.

Vera Chang José David

DEDICATORIA

A Dios, mi familia, amigos y a la Universidad Laica Vicente Roca fuerte, les dedico y agradezco por estar presente en la formación de mi carrera y en el proceso de ser mejor persona cada día.

Mina Chichande Luis Alberto

Este trabajo de titulación esta dedico a Dios por guiar mi sendero en el camino del bien, concederme las fortalezas necesarias para seguir adelante.

A mi familia quienes de manera muy acertada. A mis padres por las enseñanzas de vida, comprensión, amor, valores, principios, y darme a conocer el valor de la perseverancia, carácter y por su aporte en lo económico moral y social. A mis hermanos por permanecer conmigo, y ser la motivación de seguir adelante, compañía y ayuda en el desarrollo de la tesis a todos los seres que he mencionado les dedico este trabajo por ser mi inspiración y felicidad.

Vera Chang José David

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Idea a defender	3
1.6. Línea de investigación institucional/facultad.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEORICO	5
2.1. Marco Teórico	5
2.1.1. Estación de bombeo.....	6
2.1.1.1. Elementos de las estaciones de bombeo.....	6
2.1.2. Funcionamiento principal del bombeo	7
Inundación	8
Drenaje.....	8
2.1.2.1. Tipos de bombas.....	8
2.1.2.2. Bombas centrifugas verticales.....	9
2.1.2.3. Bombas centrifugas horizontales	11
2.1.2.4. Bombas sumergibles	12
2.1.3. Cisterna de bombeo	13
2.1.4. Panel de control	15

2.1.5.	Gestión técnica	16
2.1.6.	Descripción actual de componentes de la estación de bombeo.....	16
2.1.6.1.	Mantenimiento correctivo	18
2.1.6.2.	Mantenimiento preventivo	18
2.1.6.3.	Mantenimiento predictivo	18
2.2.	Marco Legal	18
2.2.1.	Constitución de la república del Ecuador	18
2.2.2.	Código orgánico integral penal.....	19
2.2.3.	Ley de Gestión Ambiental	19
2.2.4.	Ley orgánica de recursos hídricos, uso aprovechamiento del agua.....	20
2.2.5.	Normas.....	21
CAPÍTULO III.....		23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		23
3.1.	Enfoque de la investigación	23
3.2.	Alcance de la investigación.....	23
3.3.	Técnicas e instrumentos	23
3.4.	Población y muestra	23
3.5.	Presentación y análisis de resultados	24
3.5.1.	Entrevista	29
3.6.	Propuesta	29
3.6.1.	Cálculo de caudal.....	29
3.6.2.	Diagnóstico de la estación de bombeo.....	31
3.6.3.	Manual de operatividad y mantenimiento de estación de bombeo	32
CONCLUSIONES.....		42
RECOMENDACIONES		43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		44

ANEXOS.....	48
-------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Línea de investigación</i>	4
Tabla 2. <i>Elementos de las estaciones de bombeo</i>	6
Tabla 3. <i>Tipos de inundación</i>	8
Tabla 4. <i>Partes de bomba centrífuga vertical</i>	9
Tabla 5. <i>Cuadro de expresión del focus group</i>	29
Tabla 6. <i>Resumen de gestión operativo y mantenimiento de la estación de bombeo</i>	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Estación de bombeo N^o2 del cantón Babahoyo</i>	6
Figura 2. <i>Esquema de estación de bombeo</i>	7
Figura 3. <i>Bomba centrífuga vertical</i>	10
Figura 4. <i>Bomba centrífuga horizontal</i>	11
Figura 5. <i>Bomba sumergible de rodete axial</i>	12
Figura 6. <i>Cisterna de bombeo</i>	14
Figura 7. <i>Panel de control, bomba tipo bananera</i>	15
Figura 8. <i>Panel de control, bombas sumergibles</i>	15
Figura 9. <i>Bomba vertical axial, Motor estacionario</i>	17
Figura 10. <i>Pregunta #1</i>	24
Figura 11. <i>Pregunta #2</i>	25
Figura 12. <i>Pregunta #3</i>	26
Figura 13. <i>Pregunta #4</i>	27
Figura 14. <i>Pregunta #5</i>	28
Figura 15. <i>Cronograma de mantenimiento</i>	33

Figura 16. Tablero de control, con visualizador.....	34
Figura 17. Teclé móvil.	36
Figura 18. Juego de llaves.	36
Figura 19. Bomba de achique.	37
Figura 20. Inspección de bombas para la operatividad.	37
Figura 21. Esquema de mantenimiento correctivo.....	40
Figura 22. Esquema de mantenimiento preventivo.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Solicitud de permiso para observación en la estación de bombeo.	48
Anexo 2. Documento informativo de instalación de nuevas bombas.	49
Anexo 3. Intensidades de la estación de Babahoyo COD. M0051.	50
Anexo 4. Datos de pluviómetro de EMSABA EP, año 2018 y 2019.	51
Anexo 5. Datos de pluviómetro de EMSABA EP, año 2020 y 2021.	52
Anexo 6. Datos de pluviómetro de EMSABA EP, año 2022.	53
Anexo 7. Cuestionario de preguntas.	54
Anexo 8. Bomba sumergible MS-251.....	55
Anexo 9. Piezas de repuestos recomendadas para bomba sumergible MS-251.	56
Anexo 10. Bomba sumergible MS-300.....	57
Anexo 11. Piezas de repuestos recomendadas para bomba sumergible MS-300.	58
Anexo 12. Presupuesto general de las bombas sumergibles.	59
Anexo 13. Análisis de presupuesto unitario 1 bombas sumergibles 350HP.	60
Anexo 14. Análisis de presupuesto unitario 2 bombas sumergibles 250HP.	61

INTRODUCCIÓN

La existencia de las bombas de aguas se presenta desde el siglo VII a.C. la cual fue utilizado por Senaqueridb, rey de Asiria. No obstante, se le atribuyo el nombre de tornillo de Arquímedes en el siglo II a.C. Anteriormente para el funcionamiento de las bombas utilizaban animales para ejecución de su función. No fue hasta finales del siglo XVII que se construyó la primera bomba de uso industrial a vapor de la mano de Thomas Savery, esta era usada para la extracción de agua de la minería.

Las bombas son el principal componente para el funcionamiento de las estaciones de bombeo, que en conjunto con la red de alcantarillado históricamente y en los que son vertientes ha ejecutado la acción de evacuar el nivel de agua excedente provocado por episodios de lluvia, en zonas donde normalmente debería estar seca. Cabe resaltar que el desarrollo urbano lleva consigo una alteración a los sistemas hidráulicos.

La presencia de planes de control y operatividad en sistemas hidráulicos son de gran importancia para el óptimo funcionamiento de infraestructuras como son la estación de bombeo. Con ello se puede prevenir el colapso de componentes evitando fallos imprevistos al momento de ejecutar su acción de elevar el fluido desde una cota inferior a una cota superior, así como monitorear eficiencia y durabilidad de los diferentes elementos, lo cual, ayudara en beneficios económicos, social y ambiental.

El proyecto expone un plan de mejora en la operatividad de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo con la finalidad de contribuir a la mejora del sistema de drenaje de un sector del cantón, cuidar las inundaciones existentes dentro del sector provocadas por los episodios de lluvia intensos mayormente producidas en épocas de humedad.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Tema

Plan de mejora de la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo.

1.2.Planteamiento del problema.

El (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2016) detalla que “Babahoyo es caracterizada por su extensa red fluvial que es un elemento fundamental para el ámbito de la producción en los campos agrícola y ganadero. En su territorio, se presentan los ríos Caracol y San Pablo que conforman el río Babahoyo, con una extensión de 40km que desembocan en el río Guayas”.

Debido a su ubicación geográfica, varios sectores del cantón han llegado a tener problemas de inundaciones provocadas por la lluvia. Esto se debe a una mala operatividad de las estaciones de bombeo en algunos sectores. Por ende, debe realizarse un plan para mejora de la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales en la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo.

La estación de bombeo pese a contar con tres bombas las cuales cuentan con una capacidad para evacuar 1000lts/s por cada bomba teniendo un total de 3000lts/s y con su correspondiente pozo de bombeo, tuberías de succión y descarga no cumple adecuadamente con su función cuya finalidad es proveer al líquido, la energía necesaria para transportarse por conducto a presión desde un punto con menor cota hacia un punto de mayor cota.

(Valdivielso, s.f.) afirma que “las aguas lluvias de precipitación natural son reconocidas en áreas urbanas, como aguas pluviales urbanas que el suelo no absorbe y escurriéndose por edificios, calles, estacionamientos y otras superficies llegando a fluir por el sistema de drenaje de cada ciudad”.

No obstante, el periodo hidrológico ecuatoriano responde a la estación seca la cual coincide con los meses más frescos de junio a noviembre, mientras que la época lluviosa responde a un clima cálido se presentan de diciembre a mayo. Además, su cercanía al océano Pacífico involucra corrientes de Humboldt y de El Niño las cuales determinan dos periodos

climáticos que se encuentran bien diferenciados como son: lluvioso y cálido, que van de noviembre a mayo, y un verano seco y ligeramente más fresco, entre junio y octubre.

Cabe resaltar que el plan de mejora se fundamente en el diagnóstico y rediseño de la estación para optimizar la operatividad en la estación de bombeo de aguas lluvias con el objetivo de controlar el nivel del agua que cubre o llena zonas que normalmente son secas obteniendo como resultado la circulación de tránsito vehicular sumado a la reactivación del comercio y cuidar los periodos de inundaciones.

1.3. Formulación del problema.

¿Cómo se mejorará la operatividad del sistema de drenaje de aguas pluviales de la estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo con el plan de mejora?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. *Objetivo general.*

Proponer un plan para mejorar el sistema de aguas pluvial de la estación de bombeo N°2 ubicada al norte de Babahoyo.

1.4.2. *Objetivos específicos.*

- Definir el estado actual de la estación de bombeo.
- Establecer una metodología para el desarrollo de la gestión técnica.
- Elaborar un esquema de los procedimientos y programas operativos básicos.

1.5. Idea a defender

El plan de mejora contribuirá al sistema de alcantarillado pluvial de este sector evitando las inundaciones y cuasi optimizar la estación de bombeo con plan operativo.

1.6.Línea de investigación institucional/facultad.

Línea 3. Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.

Tabla 1. *Línea de investigación*

Dominio	Línea institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Territorio

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1.Marco Teórico

(Ramírez, 2016), en su tesis titulada “Auditoria ambiental de los efectos generados por la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Babahoyo y planteamiento de soluciones a los efectos negativos encontrados” expone que, Babahoyo tiene un clima cálido y húmedo debido a su ubicación geográfica, también cuenta con gran cantidad de vegetación que rodea la ciudad, adicional se presentan las distintas estaciones entre ellas las siguientes: la temporada de lluvias es de enero a mayo, a diferencia de la temporada de verano de junio a diciembre.

La temporada de lluvia al contrario que el periodo seco presenta un clima relativamente seco, desde principios de julio hasta principios de diciembre en promedio, lo que define la estación seca en el estado de Babahoyo entre 154 y 161 días. Adicionalmente la fuente de los datos expuestos son información recopilada de anuarios de la Estación Meteorológica Babahoyo (M051) – (Coordenadas geográficas: 663146,49 Este – 9799134,31 Norte – WGS84). Estos datos tienen relación con los registrados por la estación del Ingenio Isabel María (código M036). (Ramírez, 2016)

(Pérez, 2017), en su tesis titulada “Diseño de un sistema de alerta temprana para la prevención de la población frente a inundaciones en el cantón Babahoyo” afirma que el cantón Babahoyo es afectado por inundaciones debido a una interrelación de condiciones entre amenaza y vulnerabilidad. Ya que, está ubicada en una extensa llanura la cual está sujeta a inundaciones asociadas a las lluvias en época de humedad, y sumado al desbordamiento de los ríos Babahoyo, San Pablo y Caracol.

La construcción de estaciones de bombeo permite el control de los fluidos, llevando a impulsar el agua de la red de alcantarillado con el fin de elevar el fluido a una determinada cota de desfogue. Hoy en día, la atención en actividades que estimulan el crecimiento industrial de los países actualmente es de mayor relevancia. No obstante, el crecimiento no se basa solo en la construcción e inversión de nuevas infraestructuras, es importante utilizar de manera efectiva las instalaciones existentes empleando un plan de mejora en su operatividad. Con el fin de

mantener las instalaciones en condiciones óptimas para lograr un funcionamiento efectivo de todos los equipos de la respectiva organización.

2.1.1. Estación de bombeo

Son estructuras cuyo objetivo es proporcionar energía hidráulica para una red de alcantarillado o una red de distribución para drenaje y transporte a presión. Todo dependerá de la necesidad que se requiera para el manejo del agua, ya que las estaciones de bombeo son soluciones para orientar el fluido por todo el espacio que se desee. (SFA España, 2018)



Figura 1. Estación de bombeo N°2 del cantón Babahoyo

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

2.1.1.1. Elementos de las estaciones de bombeo

Los componentes básicos de una estación de bombeo son los siguientes:

Tabla 2. Elementos de las estaciones de bombeo

-
- Caseta de bombeo.
 - Cárcamo de bombeo.
 - Cisterna de bombeo.
 - Grupo generador de energía y fuerza motriz.
 - Tubería de succión.
 - Tubería de impulsión.
 - Válvulas de regulación y control.
 - Interruptores de máximo y mínimo nivel.
 - Tableros de protección y control eléctrico.
 - Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
 - Área para el personal de operación.
 - Cerco de protección para la caseta de bombeo.
 - Equipos de control, medición y regulación.
-

Fuente: (Abril Alcázar, 2015)

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

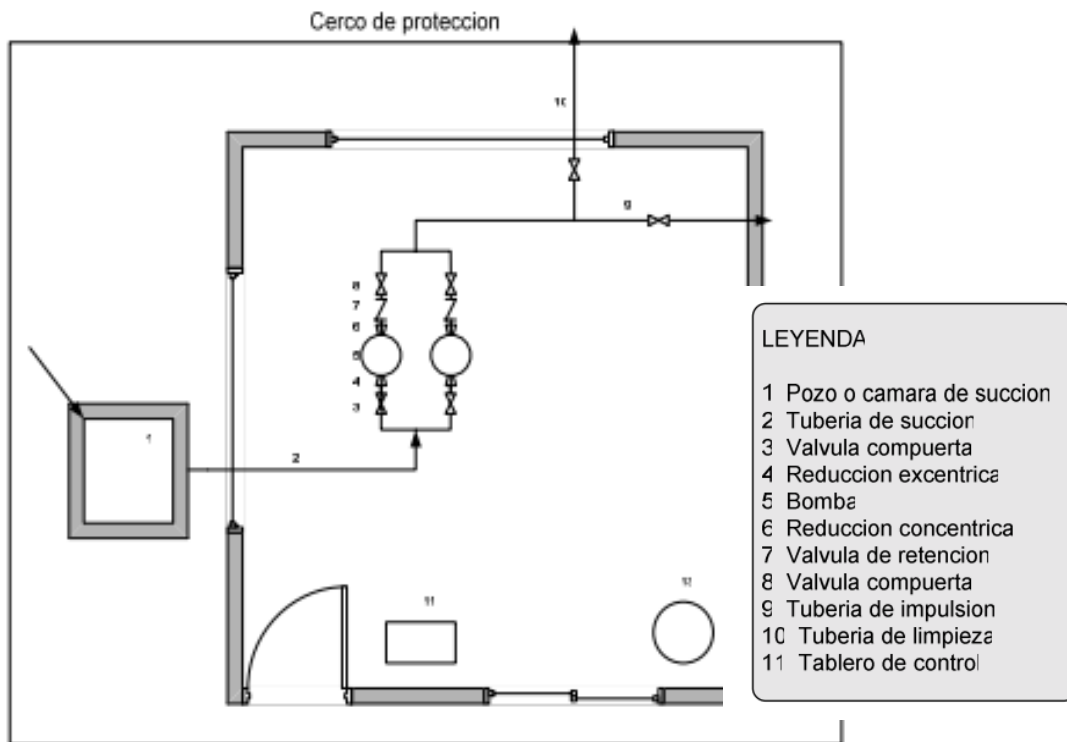


Figura 2. Esquema de estación de bombeo.

Fuente: (Organizacion Panamericana de la Salud [OPS], 2005)

2.1.2. Funcionamiento principal del bombeo

El sistema cuenta con varios componentes que facilitan el recorrido del fluido por medio de las tuberías, de esta forma recolectan el líquido para cumplir con las especificaciones que presenta el caudal y la presión en los procesos. El equilibrio hídrico está relacionado al balance de energía el cual esta relacionado a la energía potencial, cinética y las pérdidas de energía.

La acción principal de bombeo esta derivada en dos partes las cuales son el accionador y la bomba. El botón de encendido, toma el rol de convertir la energía mecánica transformando la bomba en energía cinética, de esta forma el líquido podrá ser extraído en tres formas: velocidad, presión y posición. (GEOHidráulica, 2021)

Con ello se previene posibles inundaciones logrando optimizar el drenaje en superficies con un nivel de agua excedente.

Inundación

Es la elevación inusual del agua en áreas normalmente secas la cual es superior al agua que en condiciones normales podría ser drenada por el propio cauce del río.

Tipos de inundación.

Tabla 3. *Tipos de inundación.*

Inundaciones repentinas	Se relacionan a los intensos y consecutivos episodios de lluvias.
Inundaciones fluviales	Producido por el resultado de aguas de escorrentía superficial.
Inundaciones costeras	Se originan por el mar, las cuales son provocadas maremotos.

Fuente: (Zarza, 2020)

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Drenaje

El drenaje es un sistema por el cual los recursos hídricos son evacuados o descargados para evitar la acumulación de agua en áreas sujetas a daños físicos y otras consideraciones de ingeniería. El drenaje puede ser natural o artificial y puede implementarse en diferentes cauces dependiendo de las condiciones de la superficie del cauce o afluente de su vertiente, desbordamiento o estuario. Existen diferentes tipos de sistemas de drenaje, incluso se pueden implementar con sistemas de bombeo mediante estudios de ingeniería. (Martínez, 2022)

2.1.2.1. Tipos de bombas.

Formula general para potencia de bomba. La potencia hidráulica se establece mediante la siguiente ecuación:

Donde se establece que:

$$P_H = \frac{Q * H * \gamma}{\eta}$$

Q: caudal de bombeo $\left[\frac{m^3}{s} \right]$

H: altura dinamica [m]

γ : peso específico del fluido $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

η : eficiencia (Depende de la curva de operación)

2.1.2.2. Bombas centrifugas verticales

Estos equipos (ver figura 3) son conocidos por su ubicación sobre el punto de captación, debido a esto su uso es limitando. No obstante, cuentan con una alineación vertical en el cual el motor esta sobre el eje transmisión de la bomba por lo tanto sobre la misma descansa un determinado número de impulsores el cual se encarga de elevar el agua por etapas. (DEBEM, 2022)

Tabla 4. *Partes de bomba centrifuga vertical.*

- Máquina motriz
 - Cabezal de transmisión
 - Eje de transmisión
 - Columna o tubería de impulsión
 - Bomba
 - Tubería de succión.
-

Fuente: (Cedillo, 2011)

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

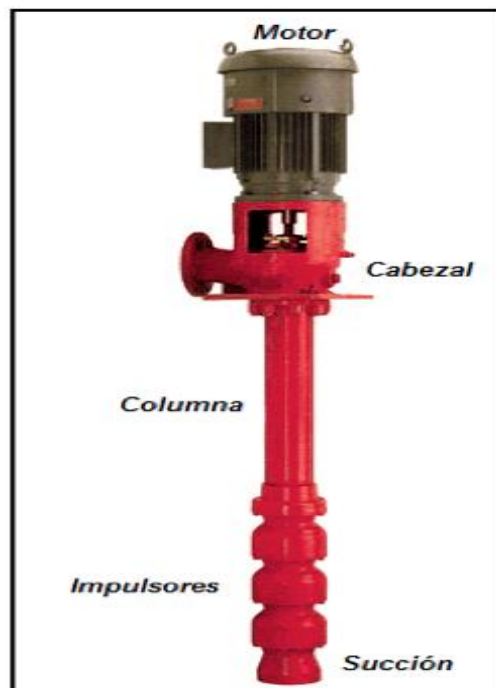


Figura 3. *Bomba centrífuga vertical.*

Fuente: (Predictiva21, s.f)

El tipo de lubricación para el eje de transmisión de este tipo de bombas (ver figura 3), otros pueden llegar a considerarse dos tipos: podría ser lubricada con el fluido que se bombea o ser lubricada con aceite. Para accionar este tipo de bombas se utilizan motores eléctricos para ensamblado vertical y los especiales llamados de eje hueco, estos son los más usados para accionar este tipo de bombas. Se destaca por su ejecución en un extenso rango de velocidades. No obstante, son ruidosas y se exigen una estricta verticalidad para su instalación dentro de los pozos.

Uso y servicio. La bomba vertical (ver figura 3) es reconocida por su estructura compacta y por su alta eficiencia relacionada al ahorro de energía, además de contar con un mantenimiento simple. Su función principal es transferir fluidos de baja viscosidad, no inflamables y que no contengan partículas sólidas.

Usos de la bomba centrífuga vertical

- Transferencia de aguas y drenaje en obras hidráulicas.
- Industrias: sistema de carga y limpieza, circulación de agua refrigerante, sistema de tratamiento de agua.

- Tratamiento de agua: sistema de ultrafiltración, sistema de destilación, separadores, piletas de natación.
- Irrigación agrícola: irrigación por aspersión, irrigación por gota.
- Industrias de bebidas y alimentación.
- Sistemas contra incendios.

2.1.2.3. Bombas centrífugas horizontales

Son bombas de agua cuyo eje y motor de la bomba están situados a la misma altura, el lubricante es el líquido bombeado que pasa por el rodete, los anillos rozantes y el eje, por lo tanto, la bomba no debe trabajar en seco.

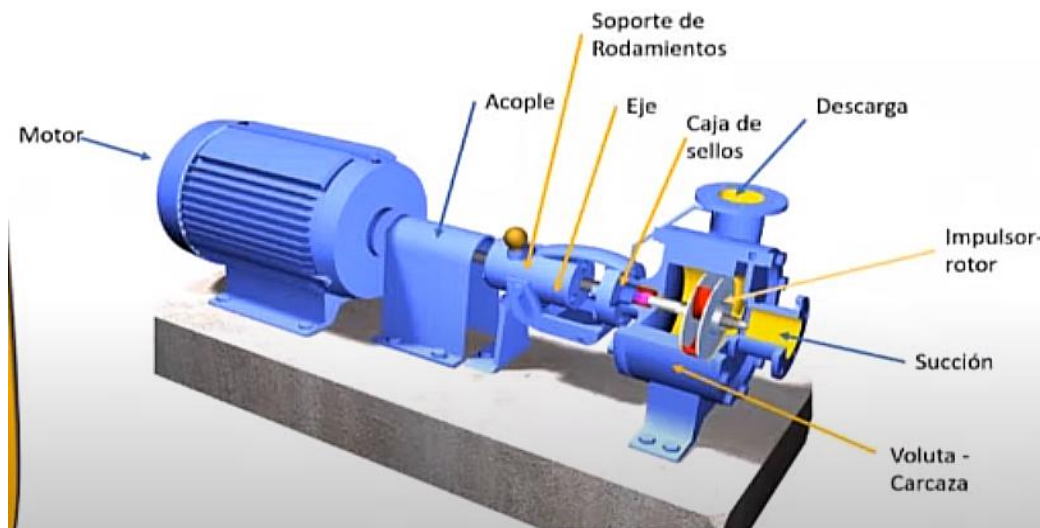


Figura 4. Bomba centrífuga horizontal.

Fuente: (Lubrirod, 2020)

Uso y servicio. La bomba horizontal (ver figura 4) tiene como función bombear de forma continua el fluido, a partir de una boquilla de succión, ubicada en el centro del impulsor, donde las palas de las mismas transmiten aceleración de este modo el líquido obtiene energía. Por otro lado, al llegar a la carcasa el fluido pierde aceleración, convirtiendo la energía cinética en energía de presión. (INOXMIN, 2021)

Usos de la bomba centrífuga horizontal

Estas bombas están construidas para accionarse en condiciones realmente duras y de modo constante. A diferencia de las bombas centrífugas verticales son más económicas, de fácil instalación y mantenimiento. (INOXMIN, 2021)

Su aplicación destaca desde los:

- Campos de desalación
- Riegos
- Abastecimiento de agua potable
- Calefacción
- Equipos contra incendios

2.1.2.4. Bombas sumergibles

Son bombas que se encuentran en contacto directo con el agua, estando sumergida en el agua. Consta con un motor el cual se cierra herméticamente y se ensambla con el cuerpo de la bomba. Su funcionamiento consta en el empuje del agua hacia la superficie de esta manera la energía rotatoria es convertida en energía de presión, de esta forma la rotación del impulsor lleva el agua a través del difusor. (Delgado, 2019)



Figura 5. *Bomba sumergible de rodete axial.*

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Actualmente, la estación de bombeo está cuenta con 2 bombas sumergibles (ver figura 5) de las 3 iniciales las cuales son accionadas en el mismo instante que se accionan las bombas verticales axiales (ver figura 9), las bombas sumergibles cuentan con un rodete axial con hélice de 3. Aspás (empresa ABS tipo VUP 0401M 170/6-33.60). El control de acción está ubicado

en un armario de control de 4 cuerpos (fabricación nacional). Tanto el encendido y apagado de la bomba sumergible está ligado a medidores del nivel de agua compuestos de flotadores los cuales también son distribuidos por la empresa ABS bombas.

De ser necesario sacar las bombas sumergibles (ver figura 5), deberán disponer de un equipo de izaje con al menos 2 ton de capacidad ya que la estación no cuenta con una, el peso aproximado de la bomba es de 400 kg y cuenta con una cadena de 8 m de longitud la cual se montará sobre un trípode móvil el cual debe garantizar una luz libre mínima de 2,5 m entre el nivel de losa y el gancho.

Uso y servicio

Su principal función es drenar agua, además puede ser aplicada para:

- Bombear aguas subterráneas, aplicándose para la extracción del agua para su comercialización, además de ser usada de forma residencial e industrial.
- Bombear aguas residuales.
- Estación depuradora de aguas residuales.
- Evacuar cámaras o habitaciones inundadas.

2.1.3. Cisterna de bombeo

Son cámaras redondas, cuadradas o rectangulares (vista en planta) cuya función es almacenar agua hasta su bombeo. Este diseño, a partir de la red de tuberías que transporta el fluido hasta la bomba, debe tener unas dimensiones específicas para facilitar la instalación de componentes, evadir turbulencias de agua y permitir un mantenimiento adecuado. (Sullcarani, 2021)



Figura 6. *Cisterna de bombeo.*

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

La cisterna de bombeo presente en la estación (ver figura 1) es una estructura de hormigón que cuenta con bombas sumergibles (ver figura 5); estas facilitan la descargar al afluente proveniente de las lagunas de pulimento en dirección al río Babahoyo siempre que el nivel del río esté sobre los 3,0 msnm, se podrá ejecutar su función correctamente.

- Carga máxima de bombeo de 4,30 m cada bomba eleva un caudal de $1 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Bomba de emergencia, esta bomba trabaja en caso de fallar o presentar algún daño en su operación en cualquiera de las dos bombas principales esta se encarga de auxiliar.
- Disponen de tableros de control que permiten la operación automática y manual.

2.1.4. Panel de control



Figura 7. *Panel de control, bomba tipo bananera.*

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)



Figura 8. *Panel de control, bombas sumergibles*

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Los paneles de control son placas de circuitos electrónicos utilizadas para controlar los sistemas conectados a su circuito con la finalidad de facilitar la productividad del trabajo, en las estaciones de bombeo están son utilizadas para controlar la presión de las bombas.

2.1.5. Gestión técnica

Es un proceso que coordina todos los recursos disponibles: mano de obra, materiales y tiempo con la finalidad de presentar un servicio. Para producir adecuadamente estos recursos o servicios, se debe seguir una secuencia ordenada de actividades tales como planificar, organizar, ejecutar, controlar y evaluar. (Gobierno de México, 2022)

Con relación a la estación se refiere a los programas, planes de mantenimiento y procedimientos que se deben utilizar en toda la estación de bombeo para la correcta operación de los equipos. (Garcia, Sánchez, & Arias, 2011)

2.1.6. Descripción actual de componentes de la estación de bombeo.

La estación de bombeo (ver figura 1) actualmente consta con los siguientes componentes esenciales para su el cumplimiento de su función:

- **Bombas**

Actualmente la estación de bombeo cuenta con:

Dos bombas sumergibles (ver figura 5).

Actualmente, las bombas sumergibles no cuentan con ningún mantenimiento desde su colocación y funcionamiento inaugural hace más de 20 años. Por la cual diagnosticamos que su deterioro es notable técnicamente y visual. También se anexa un informe que nos afirma su deterioro de parte de la secretaria nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

Dos bombas verticales axiales, las cuales cada una tiene su respectivo motor estacionario. (ver figura 9).

Las bombas verticales axiales en su diseño original no era parte de la estación, al no tener mantenimiento adecuado para las bombas sumergible esta se deterioró y adoptaron por adicionar dos bombas verticales axiales de 2m³/s. En su actualidad tampoco cumple con su mantenimiento preventivo.



Figura 9. Bomba vertical axial, Motor estacionario.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

- **Tablero de control**

La estación de bombeo (ver figura 6 - 7) cuenta con tablero de control para la operatividad de las bombas.

- **Carcamo de bombeo**

Está ubicada en la cota 3msnm, además cuenta con una capacidad de $960m^3$.

- **Cisterna de bombeo**

Cuenta con las bombas sumergible las cuales están a una cota de 2 msnm en el pozo de succión.

- **Tuberías de succión**

Estas conectan directamente con la cisterna de bombeo con la finalidad de elevar el fluido por las redes hacia un punto superior.

La estación (ver figura 1) no cuentan con un programa definido que permita un mantenimiento preventivo establecido para óptimo desempeño de los equipos, rara vez se planifican reparaciones o servicios, exclusive los que se ejecutan durante la reparación. Relacionado a la revisión general o cambio del equipo. Todas las programaciones se efectúan de manera empírica teniendo en cuenta los días transcurridos desde la última vez que se efectuó el cambio. Por lo tanto, en la bomba sumergible no se ha realizado ningún mantenimiento desde su operación. En la bomba centrífuga vertical, se puede apreciar que el óxido está desintegrando la válvula Check. En la cisterna de la estación no se encuentra en perfecto estado actualmente cuenta con lodo en la superficie y paredes fisurada.

2.1.6.1.Mantenimiento correctivo

Es un conjunto de actividades destinadas a parar la producción la cual se programa con el objetivo de impedir daños y generar gastos en la reparación, estas tareas se emplean para corregir efectos o daños que se van presentando durante la actividad en los diferentes equipos. (Velasco, 2022)

2.1.6.2.Mantenimiento preventivo

Se lo define como un detector de fallas, permite detonar con anticipación las fallas que puedan existir evitando el óptimo funcionamiento del equipo. Evitando gastos elevados en recuperaciones futuras del equipo y a su vez disminuye operaciones imprevistas en el funcionamiento del equipo. (Velasco, 2022)

2.1.6.3.Mantenimiento predictivo

Predice lo que pueda ocurrir, un evento que pueda generar una falla en la operación del equipo. Se define como la predicción de fallas futuras al momento de realizar la actividad las cuales se deben prevenir con el manteamiento correctivo. (Velasco, 2022)

2.2.Marco Legal

2.2.1. Constitución de la república del Ecuador

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 66.- Del numeral 27; La Constitución de la República del Ecuador, determina que se reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, Diseño de investigación 29 ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 83.- del numeral 6; La Constitución de la República del Ecuador, establece como uno de los deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 276.- Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: Del numeral 1; El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

2.2.2. Código orgánico integral penal

Sección tercera – Delitos contra la gestión ambiental

Artículo 254.- Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas.- La persona que, contraviniendo lo establecido en la normativa vigente, desarrolle, produzca, tenga, disponga, queme, comercialice, introduzca, importe, transporte, almacene, deposite o use, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años. (Código Orgánico Integral Penal Del Ecuador [COIP], 2018)

2.2.3. Ley de Gestión Ambiental

Capítulo II de la Evaluación de impacto ambiental y del control ambiental.

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo. (Ley de Gestión Ambiental, Codificación, 2004)

2.2.4. Ley orgánica de recursos hídricos, uso aprovechamiento del agua

Título II

Recursos hídricos

Capítulo I

Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art. 11.- Infraestructura hidráulica. Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público.

Las obras o infraestructura hidráulica podrán ser de titularidad pública, privada o comunitaria, según quien las haya construido y financiado, aunque su uso es de interés público y se rigen por esta Ley.

En caso de estado de excepción o declaratoria de emergencia, en el cual el Estado requiera del agua para garantizar su provisión, a la población afectada, la administración, mantenimiento y uso de toda infraestructura hidráulica podrá ser realizada por el Estado, con independencia de su titularidad. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, 2014)

Sección IV: Servicios Públicos

Art. 37.- Servicios públicos básicos:

Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de su uso.

La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, 2014)

2.2.5. Normas

CPE INEN 5.- normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

Objetivo

Proporcionar criterios de diseño al ingeniero civil relacionado a la ingeniería sanitaria para el desarrollo de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y de tratamiento de aguas residuales en el Ecuador. (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2019)

Consideraciones generales

El diseño de las obras deberá prevenir la succión de materiales flotantes y los sedimentos que se produzcan sean dispuestos convenientemente. Las estructuras subterráneas de la estación serán de tipo impermeable. (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2019)

Equipos de Bombeo

El tipo, capacidad y número de bombas que se emplean en la estación dependerá del caudal y sus variaciones, este tendrá la capacidad cubrir los caudales mínimos y máximos.

Para garantizar la estabilidad de la operación se debe evitar utilizar bombas con curvas características que produzcan más de un punto de corte con la curva del sistema. (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2019)

NTE INEN ISO 5198.- bombas centrífugas de flujo mixto y axial – código para las pruebas de rendimiento hidráulico - grado de precisión

Objetivo

En él se definen los términos y cantidades que se utilizan y especifica formas de medir las magnitudes características de la clase de precisión a fin de determinar el comportamiento de la bomba y proporcionar así una base para la comparación con el rendimiento especificado en el contrato. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2016)

Campo de aplicación

Esta Norma Nacional proporciona recomendaciones para las pruebas de rendimiento hidráulico, de las bombas centrífugas, de caudal axial y de caudal mixto, cuando estos ensayos tienen que cumplir con requisitos muy especiales para la investigación, el desarrollo o la aceptación de la alta tecnología industrial de bombas, o cuando el conocimiento muy preciso de las características de rendimiento es de primordial importancia. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2016)

Adicional, se aplica a toda la assembly de la bomba y de la totalidad o parte de sus accesorios de aguas bajo, que es el caso de bombas con extremos inaccesibles (bombas sumergibles, etc.). (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2016)

NTE INEN 246:2015.- cal hidráulica hidratada para construcción.

Objetivo

Esta norma establece los requisitos de la cal hidráulica hidratada la cual tiene propiedades de fraguado y endurecimiento bajo el agua y por la reacción del dióxido de carbono del aire con usos en propósitos estructurales y acabados. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2015)

Campo de aplicación

La cal hidráulica hidratada se puede utilizar en: el texturizado o los recubrimientos de revoques de cemento, estuco y mortero o en el hormigón de cemento portland, ya sea como mezcla, modificación o adición.

Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2015)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

Se determinaron enfoques cualitativo y cuantitativo para la metodología de esta investigación, es decir que es mixto. En la parte cualitativa se han elaborado algunas técnicas e instrumentos como: entrevistas y encuestas teniendo como instrumentos cuestionarios sobre el tema y la observación como guía para completar la propuesta de tesis, donde se ha elaborado una descripción de la situación actual de la estación de bombeo.

Para el enfoque cuantitativo se utilizaron métodos estadísticos o numéricos para calcular el caudal de diseño adicional a la potencia requerida para la bombear el fluido. Sumando la utilización del método estadístico para dimensionar las entrevistas y encuestas realizadas al focus group que fue seleccionado y corresponde a personas que viven en la ciudad de Babahoyo, especialmente a quienes residen entre las calles Barreiro y Mejía.

3.2. Alcance de la investigación

Descriptivo, se obtendrán datos existentes proporcionados por la estación (ver figura 1) los cuales son (datos numéricos, estado actual) que facilitara el desarrollo del estudio exponiendo la situación actual, el cual comprende la estación de bombeo N°2 que está ubicada entre las calles Barreiro y Mejía.

3.3. Técnicas e instrumentos

En base a los objetivos de la investigación y los autores directos pertinentes, las encuestas y entrevistas se direccionan a un grupo focal empleando un cuestionario de preguntas con la finalidad de llegar a una respuesta concreta. Con una respectiva guía de observación, se analizaron diferentes aspectos de la estación (ver figura 1), por este motivo la observación cumplió un rol fundamental en el cumplimiento de la investigación.

3.4. Población y muestra

La población estuvo ajustada para cumplir con el objetivo de estudio. Tomando de muestra un grupo focal de la estación de bombeo (figura 1) y moradores que residen entre las calles Barreiro y Mejía. Los cuales fueron sujetos a diversas opciones, permitieron el análisis de situaciones o documentos de estudios relacionados a la estación.

3.5. Presentación y análisis de resultados

La encuesta realizada a un determinado focus group en los cuales constan operadores y personas a cargo de la estación sumando personas que habitan las calles Barreiro y Mejía, con la finalidad de realizar la entrevista y recopilar información que determinaron la situación de la estación y del sector en el cual está trabajando.

A continuación, se presentan los siguientes datos recopilados de la entrevista al grupo focal:

Pregunta #1. ¿Usted considera que la operatividad de la estación esté funcionando adecuadamente?

SI	4	40%
NO	6	60%

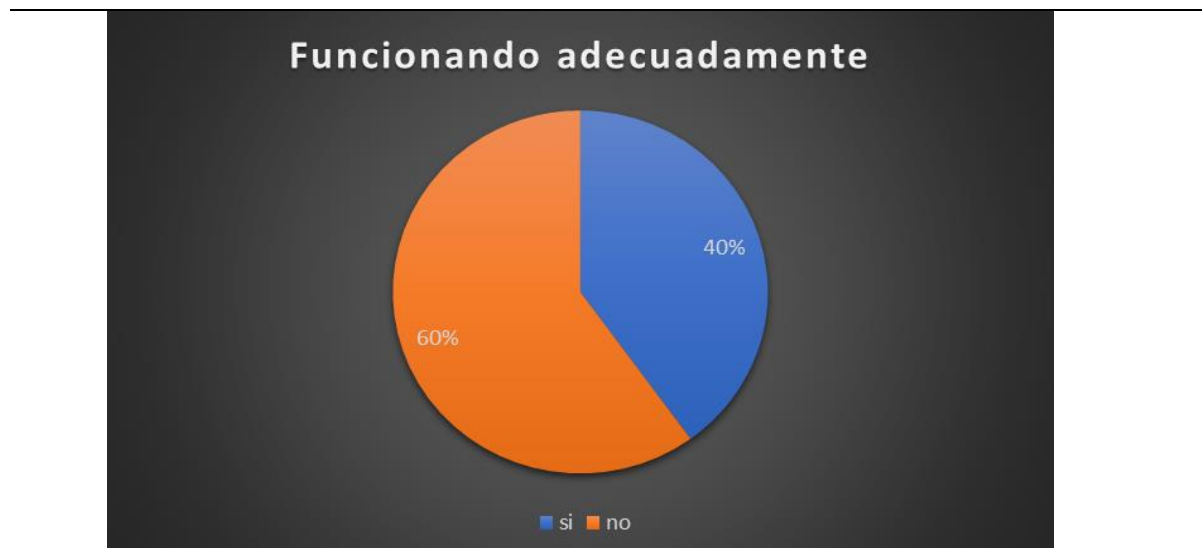


Figura 10. Pregunta #1.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Lectura: El 40% del focus group considera un adecuado funcionamiento en la estación de bombeo, mientras 60% determina que el funcionamiento no es adecuado.

Deducción: Se deduce por medio de esta información que se presenta inconformidad en el rendimiento de la estación de bombeo.

Pregunta #2. ¿Existe inundaciones en su barrio o sector a causa de la estación húmeda?

SI	6	60%
NO	4	40%

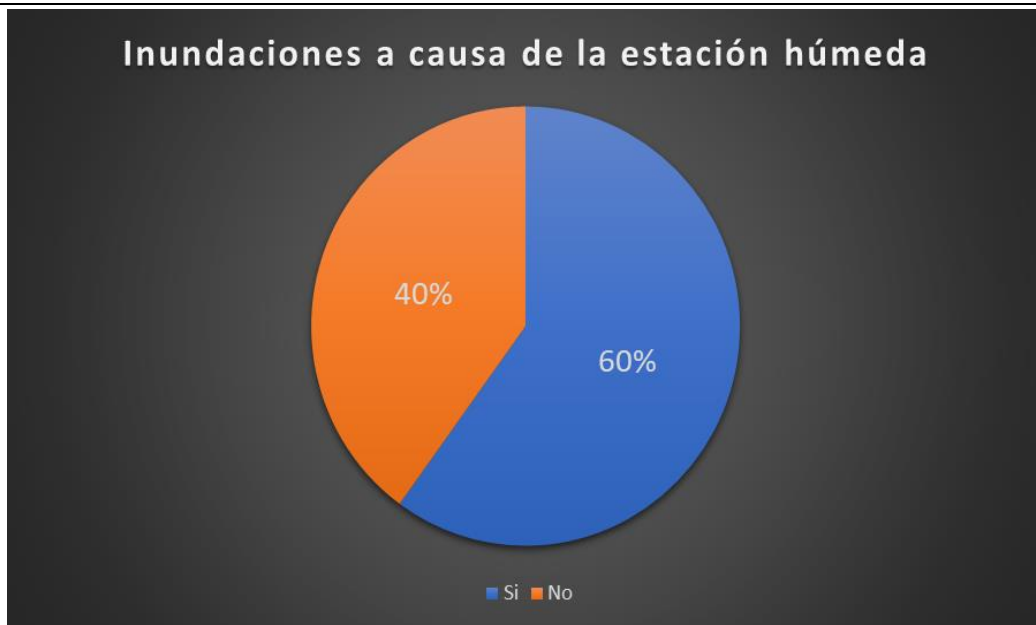


Figura 11. Pregunta #2.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Lectura: El 60% determina del grupo focal determina que existen inundaciones en el sector a causa del invierno, mientras 40% expone lo contrario.

Pregunta #3. ¿Cómo evalúa las afectaciones en el sector debido al grado de las inundaciones?

Alto	7	70%
Medio	3	30%
Bajo	0	0%



Figura 12. Pregunta #3.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Lectura: El 70% determina que las afectaciones a causa de inundaciones son de alto grado, el 30% del grupo focal considera que son afectaciones de un grado medio o regular, nadie considera que existen afectaciones bajas a causa de las inundaciones.

Deducción: Se deduce que las inundaciones tienen un alto grado de afectación ambiental y en personas que habitan las calles Barreiro y Mejía.

Pregunta #4. ¿Usted considera que cada año está siendo afectado a causas de las inundaciones?

SI	6	60%
NO	4	40%



Figura 13. Pregunta #4.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Lectura: El 40% determina que las afectaciones a causa de inundaciones no se producen cada año, mientras el 60% del grupo focal considera que son afectaciones se producen cada año.

Deducción: Se deduce que las afectaciones a causa de inundaciones se producen anualmente.

Pregunta #5. ¿Estaría de acuerdo que el sistema de la estación de bombeo debe ser cambiado para un mejor servicio a la ciudadanía del sector?

SI	6	60%
NO	4	40%

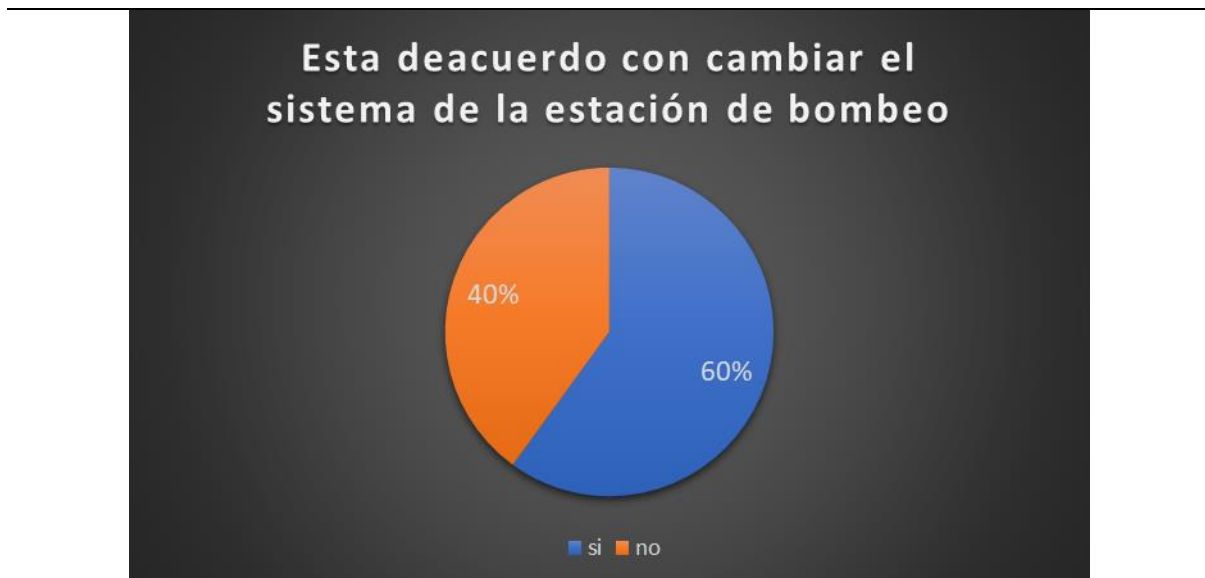


Figura 14. Pregunta #5.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Lectura: El 40% considera seguir con el mismo sistema de la estación de bombeo, mientras el 60% del grupo focal está en total acuerdo con un cambio en el sistema de la estación.

Deducción: Se deduce que el sistema actual no está funcionando adecuadamente, por lo que es pertinente realizar cambio en el sistema de la estación de bombeo.

En conclusión, general, las personas del sector en su mayoría está de acuerdo que el sistema de aguas lluvia no está operando en perfecto estado, por causa de inundaciones y daños a su propiedad.

3.5.1. Entrevista

La entrevista (ver Anexo 5) realizada al determinado focus group que acoge a moradores de las calles Barreiro y Mejía sumado a operadores y directores de la estación de bombeo determinan que:

El 60% de los entrevistados equivales a los moradores de las calles Barreiro y Mejía los cuales están en desacuerdo con que el funcionamiento actual de la estación de bombeo para el servicio del sector. Ya que, pueden producirse afectación a causa de las inundaciones, por ese motivo se considera un cambio en el sistema de ejecución de la estación de bombeo (ver figura 1).

El 40% de los entrevistados están relacionados a operadores y directores de la estación de bombeo N°2 en el cantón Babahoyo, estos consideran que existen afectaciones por inundación las cuales no se producen cada anualmente, expresando además su conformidad con el funcionamiento de la estación de bombeo (ver figura 1).

Tabla 5. Cuadro de expresión del focus group.

Descripción	Porcentaje
Cambiar sistema de la estación de bombeo	60%
Continuar con el sistema de la estación de bombeo	40%
Total	100%

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

3.6. Propuesta

3.6.1. Cálculo de caudal

Calcular el caudal actual mediante datos de la estación de bombeo y formulas.

Para obtener el caudal usaremos la formula kirpich.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal máximo (m3/s).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de la lluvia de diseño (Curva de I-D-F) [MM/H]

A: Área de la cuenca Ha.

Datos:

$$C = 0,37$$

$$I = 110 \frac{mm}{hr}$$

$$A = 55.04 \text{ Ha.}$$

$$Q = \frac{0,37 \cdot 110 \frac{mm}{hr} \cdot 55.04 \text{ Ha}}{360}$$

$$Q = 6.22 \frac{m^3}{s}$$

El caudal es de 6.22 m³/s

Una vez obtenido nuestro caudal, procedemos a realizar mediante la fórmula de potencia Hidráulica, para obtener la potencia que se necesita para evacuar el caudal.

Potencia Hidráulica.

$$P_H = \frac{Q \cdot H \cdot S}{n (75)}$$

Donde:

P_H : Potencia hidráulica (Hp)

Q: Caudal (L/s)

H: Altura (m)

S: Gravedad específica ($1000 \frac{kg}{m^3}$)

n: rendimiento.

Datos:

$$Q = 6.22 \frac{m^3}{s}$$

$$H = 6 \text{ m}$$

$$S = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

n= 0.75

$$P_H = \frac{6.22 \frac{m^3}{s} \cdot 6m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{0.75(75)}$$

$$P_H = 663.47 Hp \approx 260 \text{ watts}$$

Tenemos de resultado la potencia hidráulica, la potencia que se necesita para evacuar el caudal es de 663.47 hp.

La Carga Dinámica representa la resistencia de un sistema de bombeo mientras el fluido bombeado está en movimiento, se procede a calcular:

TDH: Altura dinámica total

TDH= 6 m

Luego de realizar nuestros cálculos de caudal y de potencia hidráulica, proponemos el cambio de bombas sumergibles, recomendado en distribuir la potencia hidráulica para dos bombas sumergibles de 340hp cada una. A su vez adicionando una Auxiliar de 250 hp.

3.6.2. Diagnóstico de la estación de bombeo

Previo investigación técnica en la estación y de los guías de observación de bombeo N°2 que está ubicada en la ciudad de Babahoyo, se detectó fallas en las bombas sumergibles debido a la falta de mantenimiento y al mismo tiempo han cumplido su vida útil, también a esto nuestra investigación y estudios nos determinan que las bombas actuales no cumplen con el diseño o el estudio actualizado que nos arrojó con los datos de intensidad duración frecuencia y área de operación de la estación que resulto un nuevo caudal. Justificando el nuevo caudal implica por variación de lluvia.

También anexamos un informe de parte Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), el cual indica que cada bomba sumergible con capacidad de evacuar 1000 litros por segundos se encuentra deterioradas. También hicieron entrega de bombas vertical axial de 2000 litros por segundos, la cual adicionaron dos en la estación de bombeo N°2.

Pero al no tener un mantenimiento adecuado, se encuentra en mal estado y su funcionamiento no es eficaz. Por lo cual, diagnosticamos que deberían ser cambiadas las bombas sumergibles, con el fin de cumplir su diseño actual y a futuro.

3.6.3. Manual de operatividad y mantenimiento de estación de bombeo

Tabla 6. Resumen de gestión operativo y mantenimiento de la estación de bombeo.

Proceso	Sub-Proceso	Ejecución
Control de operación y Recurso humano	Referencias	-
	Tablero de control	-
	Control de mantenimiento	Puesta en marcha
	Control de funcionamiento	Cisterna de bombeo
		Operación manual
		Mantenimiento preventivo
Mantenimiento correctivo		
Herramientas		
Inspección y registro de la operación y mantenimiento de la estación de bombeo	Operación	Inspecciones diarias
		Inspecciones mensuales
		Inspecciones semestrales
		Inspecciones anuales
		Mantenimiento
	Mantenimiento	Mantenimiento correctivo
		Mantenimiento preventivo

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
ESTACION DE BOMBEO N°2 SUR		TAREA A REALIZAR										
ITEM		D	S	M	T	C	A	FRECUENCIA				
1	Revisar el sistema eléctrico que se encuentre operativo - Temporada invernal	x										
2	Revisar el sistema eléctrico que se encuentre operativo - Temporada verano			x								
3	Revisar el estado de las bombas sumergibles - Temporada invernal	x										
4	Revisar el estado de las bombas sumergibles - Temporada verano			x								
5	Inspeccionary revisar que el reservorio se encuentre limpio y en perfectas conducciones - Temporada verano							x				
6	Inspeccionary revisar que el reservorio se encuentre limpio y en perfectas conducciones - Temporada invernal	x										
7	Revisar el sistema automático de potencia y boya de bomba - Temporada invernal	x										
8	Revisar el sistema automático de potencia y boya de bomba - Temporada verano			x								
9	Controlar el nivel de agua en el reservorio.											
10	Inspeccionar el estado de la cámara de válvulas:puertas, accesos, ventanas, daños, acceso ilegal, etc	x										
11	Revisar si el medidor de flujo trabaja apropiadamente (rotación del contómetro)	x										
12	Inspeccionar el cerco perimétrico: daños, acceso ilegal, etc.	x										
13	Mantobrar las válvulas de compuerta ubicadas en la entrada y salida del reservorio para mantenerlas operativas.	x										
14	Limpiai las válvulas y tuberías - Temporada verano							x				
15	Limpiai las válvulas y tuberías - Temporada invernal	x										
16	Inspeccionar la condición del concreto del reservorio (externamente) : rotura, visibilidad del refuerzo, daños. Reportar los daños encontrados.									x		
17	Accesorios: Revisar presencia de alguna pérdida de agua en todas bridas/uniones. - Temporada verano			x								
18	Accesorios: Revisar presencia de alguna pérdida de agua en todas bridas/uniones. - Temporada invernal	x										
19	Limpiai la maleza en el contorno de la estructura.							x				
20	Verificar el estado de los manubrios de la válvula y ajustar si es necesario.								x			
21	Limpiai y desinfectar el reservorio o sistema.											x
22	Verificar la estructura de la unidad en forma integral y reparación de daños											x
23	Reparación interior de tanques o cisternas.											x
24	Pintar con pintura anticorrosivo los elementos metálicos interiores.											x
NOVEDADES ENCONTRADAS:												
FRECUENCIA TAREA												
D- DIARIA												
S- SEMANAL												
T- TRIMESTRAL												
C- SEMESTRAL												
M- MENSUAL												
A- ANUAL												

Figura 15. Cronograma de mantenimiento.

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

Control de operación y Recurso humano

- Referencias

Los equipos pertinentes del control operativo y mantenimiento están basados en el manual del fabricante de los mismos, teniendo los mantenimientos preventivos como correctivo.

- Tablero de control

El tablero de control cuenta para seleccionar la operatividad manual o automática, siendo los controles manuales para la parada y arranque de las bombas. Se ubica a la intemperie en la parte superior de la bomba la cual se encuentra encima de la losa del pozo de impulsión, además debe contar con un visualizador que pueda dar información básica sobre nivel del agua y bombas que esté en funcionamiento.



Figura 16. *Tablero de control, con visualizador.*

Fuente: (Guillermo E. Becker, s.f.)

- Control de funcionamiento

Puesta en marcha: antes de accionar el funcionamiento de la bomba sea nueva o estuvo fuera de prestación de su función por mantenimiento o reparaciones, se deberá verificar si el montaje de las tuberías como las bombas están en su debido orden, verificar el lubricado

de la bomba y el motor como detalla las instrucciones del fabricante. Adicional se deberá inspeccionar la profundidad y activación de sensores para la activación de las bombas ya que el panel de control no requerirá ningún tipo de ajuste. Sumado que el tablero de control proporcionara información importante para el funcionamiento de la misma, mostrando las horas de funcionamiento de cada bomba.

- Control de mantenimiento

Cisterna de bombeo: Para ejecutar la limpieza periódica del mismo se dispone de escalerillas de acceso, para ejecutar la actividad es indispensable contar con la bomba de achique, permitirá el desalojo del agua remanente en la cisterna.

Operación manual: Es necesaria en tiempo de mantenimiento y emergencias. El tablero de mando consta con seleccionador de operación, con el cual se determinará su función de control de Manual a automático o inversamente, determinada su función de control manual se podrá operar individualmente las respectivas bombas con un botón de encendido y otro de parada para cada bomba.

Mantenimiento preventivo: Para el cumplimiento del mantenimiento las bombas que incluyan componentes mecánicos y eléctricos de las mismas se tendrán que trabajar con el manual del fabricante, gracias a las especificaciones que facilitan se conocerá a detalle los periodos de vida útil en varias piezas además del cambio periódico de aceites.

Mantenimiento correctivo: Para la aplicación de este mantenimiento se deberá contar con personal especializado, ya que se ejecutará en circunstancias emergentes en el momento que la bomba llegase a fallar se tendrá que reparar de manera inmediata.

Herramientas: Establecidas las actividades se recomienda contar con materiales de repuestas que requieran cambio periódico y disponer de las siguientes herramientas:

- Tecele móvil
- Palas
- Barreta
- Herramientas básicas (incl. llaves de varias dimensiones)
- Bomba de achique



Figura 17. *Tecele móvil.*

Fuente: (ACO Maquinaria, s.f.)



Figura 18. *Juego de llaves.*

Fuente: (Yaroslav, 2020)



Figura 19. *Bomba de achique.*

Fuente: (Terra Equipos, s.f.)

Inspección y registro de la operación y mantenimiento de la estación de bombeo



Figura 20. *Inspección de bombas para la operatividad.*

Fuente: (Alcaldía de Babahoyo, 2020)

- Operación

Dependiendo la frecuencia del uso de las bombas se determinará los niveles de operación (inspección) y las causas debidas del fallo en la estación. La frecuencia con que se

realicen las inspecciones determinara los niveles de operación, presentando inspecciones diarias las cuales realizan la observación y verificación de pocos objetos. No obstante, las operaciones anuales efectúan muchos puntos.

Para tener un régimen de archivos ordenados es indispensable contar con registro de tarjetas para cada bomba las cuales deberán ser llenadas de forma manual, en las mismas se registrarán información básica como lo son:

- Fecha y hora de la inspección.
- Descripción de la inspección realizada.
- Labores ejecutadas, además de los resultados obtenidos.
- Labor a ejecutar y repuestos a ordenar.
- Inspecciones diarias

En las inspecciones diarias incluirían las siguientes observaciones para el cumplimiento de la misma:

- Anomalías de los sonidos provenientes por cada una de las bombas, motores incluido sistema.
- Temperatura del motor.
- Temperatura de los rodamientos o cojinetes.
- Presión de aceite.
- Fugas visibles en accesorios.
- Energía eléctrica, voltajes y amperajes.
- Adicional de otros puntos que el fabricante especifique, en conjunto de la entrega del equipo de bombeo.
- Inspecciones mensuales

Esta inspección incluye lo actualmente mencionado y sumado:

- Inspección de niveles de aceite en los cojinetes
- Medidas de vibración de rodamientos y cojinetes.
- Calidad de la grasa en los rodamientos.
- Inspección Semestral

Incluye las observaciones mencionadas anteriormente y, además:

- Ejecución del cambio de aceite y grasa en todos los rodamientos y cojinetes de las bombas y motores.
 - Verificación de las condiciones de las tuercas, alineación de los acoples y condiciones de tornillos.
 - Verificación de las tolerancias entre el estator y rotor del motor eléctrico.
 - Verificación del equipo mecánico en la estación de bombeo.
- Inspección anual

Incluye lo anteriormente mencionado, adicional a estas observaciones:

- Desmontaje, limpieza, inspección y lubricación de todos los rodamientos y cojinetes.
- Inspección de los ejes, sus acoples y verificación de sus alineamientos.
- Verificación del funcionamiento de accesorios, adicional a la calibración de todos los instrumentos hidráulicos y eléctricos.
- Verificación y necesario remplazamiento de componentes es las bombas.
- Montaje de bombas y prueba de rendimiento en cada unidad.

Las irregularidades sobre inestabilidades y vibraciones significativas las cuales son producidas por las bombas y motores son reflejo de vibraciones en eje vertical y horizontal de los rodamientos y cojinetes.

- Mantenimiento

La ejecución del mantenimiento es necesaria para la productividad del equipo o estación con la finalidad de continuar con su operación.

- **Mantenimiento correctivo:** este tipo de mantenimiento no es programado, su respuesta debe ser inmediata con la finalidad de realizar la reparación en el menor tiempo posible. Con la existencia de una bomba alternativa se podrá reemplazar su funcionamiento por la dañada mientras está en reparación, para ello se usarán repuestos de fábrica o aprobados por el proveedor.



Figura 21. *Esquema de mantenimiento correctivo.*

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

- **Mantenimiento preventivo:** este tipo de mantenimiento es realizado con la finalidad de prevenir daños imprevistos en los equipos antes de su fallo. Gracias a las inspecciones anteriormente detalladas se podrán recopilar datos importantes con los cuales se podrá establecer el respectivo mantenimiento.

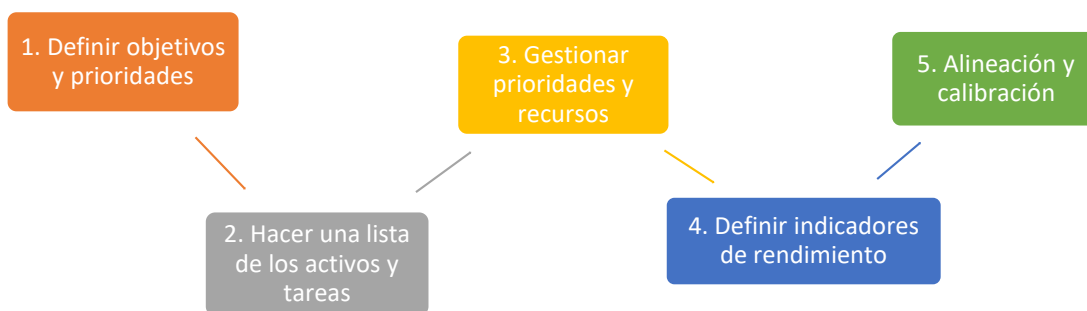


Figura 22. *Esquema de mantenimiento preventivo.*

Elaborado por: Mina, L y Vera, J (2023)

El plan de mejora genera un impacto social notable, al reducir afectaciones por inundaciones y daños materiales en las viviendas. Pero con nuestra propuesta es la solución y propósito de tener un bienestar en su hogar. El impacto ambiental, se define al ruido que genera la estación de bombeo por parte de las bombas verticales, el ruido es una de las fuertes contaminación ambiental que afecta tanto al ser humano como la vida silvestre, por eso nuestra propuesta es reemplazar por bombas sumergible para no generar ningún ruido.

CONCLUSIONES

- Con los resultados encontrados se concluye que la estación de bombeo para obtener una optimización en el servicio actual debe cambiar las bombas sumergibles y aplicar el cronograma de mantenimiento preventivo, para que su operatividad pueda llegar a su tiempo y no se deteriore antes de su vida útil.
- La población del sector estaría agradecida en la mejora del sistema de drenaje de aguas pluviales para evitar inundaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un nuevo estudio de investigación del proyecto de la estación de bombeo de la ciudad de Babahoyo ubicado en las calles Bolívar entre la calle I hasta la Juan X Marcos.
- Se recomienda el cambio de bombas sumergibles ya que estas han cumplido con su vida útil y también por la falta de mantenimiento.
- Una vez obtenido los estudios de densidad pluviométrica actualizada el cual nos indica que la densidad de los últimos 6 años es superior al diseño que se elaboró para el buen funcionamiento de la planta.
- A su vez se recomienda el cambio de la bomba sumergible debido al aumento del caudal pluviométrico.
- También se recomienda actualizar los estudios de mantenimientos y de la sistematización automática de las bombas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abril Alcázar, R. (2015). Sistema de control de bombeo agua freática Pit Dewartering CV1 de SMCV. (*Tesis de Ingeniería Electrónica*). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3307/IEabalr.pdf?cv=1&isAllowed=y&sequence=1>
- Cedillo, I. G. (2011). Diseño del sistema de bombeo de agua contraincendio para una instalación petrolera. (*Tesis de Ingeniería Petrolera*). Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Ciudad de México, México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3559/Tesis.pdf?sequence=1>
- Código Orgánico Integral Penal Del Ecuador [COIP]. (05 de Febrero de 2018). *Código Orgánico Integral Penal Del Ecuador*. Quito, Ecuador: LexisFinder. Obtenido de Defensa.gob.ec: https://defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP_feb2018.pdf
- Constitución de la república del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la república del Ecuador*. Quito. Obtenido de cosede.gob.ec: <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>
- DEBEM. (17 de Mayo de 2022). *DEBEM INDUSTRIAL PUMPS*. Obtenido de DEBEM INDUSTRIAL PUMPS: <https://www.debem.com/es/como-elegir-una-bomba-centrifuga-horizontal-o-vertical/#:~:text=¿Qué%20son%20las%20bombas%20centrífugas%20verticales%3F,actúa%20como%20soporte%20del%20motor.>
- Delgado, J. (2019). Efecto de los parametros de funcionamiento en el dimensionamiento del sistema bombeo de agua a 3960 M.S.N.M en una zona rural en puno. (*Tesis de Ingeniería en Energía*). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote. Obtenido de

<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3274/47129.pdf?sequence=1>

EMAPAD. (s.f.). *EMAPAD.GOD*. Obtenido de EMAPAD.GOD:
<https://www.emapad.gob.ec/home/9-ultimas-noticias/126-que-son-estaciones-de-bombeo>

España, S. (04 de 12 de 2018). *SFA ESPAÑA*. Obtenido de SFA ESPAÑA:
<https://www.sfa.es/blog/que-son-las-estaciones-de-bombeo-n26>

García, Sánchez, & Arias. (2011). Diseño de un sistema de gestión en control operacional para los activos de una empresa potabilizadora de agua localizada en la provincia del Guayas. (*Artículo de Ingeniería Mecánica*). Escuela Superior Politécnica de Litoral, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17082/1/Diseño%20de%20un%20Sistema%20de%20Gestión%20en%20Control%20Operacional%20para%20los%20Activos%20de%20una%20Empresa%20Potabilizadora%20de%20Agua%20Localizada%20en%20la%20Provincia%20del%20Guayas.p>

GEOHidráulica. (9 de Abril de 2021). *GEOHidráulica*. Obtenido de GEOHidráulica:
<https://www.geohidraulica.com/sistema-de-bombeo-tipos-y-sus-funciones/#:~:text=Función%20principal%20del%20sistema%20de%20bombeo&text=El%20procedimiento%20de%20acción%20es,de%20presión%2C%20velocidad%20y%20posición.>

GOD.MX. (2 de Agosto de 2022). *Gobierno de México*. Obtenido de Gobierno de México:
<https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/6941/>

INOXMIN. (15 de Diciembre de 2021). *INOXMIN*. Obtenido de INOXMIN:
<https://www.inoxmim.com/blog-c/funcionamiento-de-una-bomba-centrifuga-horizontal>

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (4 de Abril de 2019). *Normas para estudio y diseño de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (CPE INEN 5 Parte 9-1)*. Quito, Ecuador. Obtenido de

Normalizacion.gob.ec:

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf

Ley de Gestión Ambiental, Codificación. (10 de Septiembre de 2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito, Ecuador: Lexis. Obtenido de Ambiente.gob.ec: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>

Ley Orgánica de Recursos Hídricos. (05 de Agosto de 2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos*. Quito, Ecuador: Lexis. Obtenido de Regulacionagua.gob.ec: <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>

Lubrifer. (18 de Junio de 2020). *Youtube*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=bk50vIYOQb8>

Martínez, O. (2022). Infraestructura hidráulica sustentable para riego y drenaje en el cantón Babahoyo. (*Tesis en Ingeniería Civil*). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5093/1/TM-ULVR-0455.pdf>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (08 de 2016). *Babahoyo urbe de riqueza agrícola y fluvial*. Babahoyo, Ecuador. Obtenido de Obraspublicas.gob.ec: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/RE_babahoyo.pdf

Organizacion Panamericana de la Salud [OPS]. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. Lima, Peru. Obtenido de SSWM.info: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b%20Guia%20diseño%20de%20bombeo.pdf

Pérez, S. (2017). Diseño de un sistema de alerta temprana para la prevención de la población frente a inundaciones en el cantón babahoyo. (*Tesis de Ingeniería Geógrafa*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13244/DISEÑO%20DE%20UN>

%20SISTEMA%20DE%20ALERTA%20TEMPRANA%20PARA%20LA%20PREV
ENCIÓN%20DE%20LA%20POBLACIÓN%20FRENTE%20A%20INUNDACION
ES%20EN%20EL%20CANTÓN%20BABAHOYO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramírez, J. (2016). Auditoria ambiental de los efectos generados por la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Babahoyo y planteamiento de soluciones a los efectos negativos encontrados. (*Tesis de Ingeniería Civil*). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6635/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-168.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2015). *Cal hidráulica hidratada para construcción (NTE INEN 246)*. Quito, Ecuador. Obtenido de Normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_246.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2016). *Bombas centrífugas de flujo mixto y axial - Código para los ensayos de rendimiento hidráulico - Grado de precisión (NTE INEN-ISO 5198)*. Quito, Ecuador. Obtenido de Normalizacion.gob.ec: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/5198-ISO.pdf>

Sullcarani, A. (2021). Evaluación del abastecimiento de agua industrial para la zona superior de la Mina Caridad - Unidad Minera Huancapeti - ANCASH. (*Tesis de Ingeniería de Minas*). Universidad Nacional de San Antonio, Cusco, Perú. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6116/253T20210327_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valdivielso, A. (s.f.). *iAgua.es*. Obtenido de iAgua.es: <https://www.iagua.es/respuestas/question-aguas-pluviales>

Velasco, E. (2022). Sistema de gestión para la Etapa de Mantenimiento del área de Alcantarillado sanitario en la ciudadela Alborada. (*Tesis de Ingeniería Civil*). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4915/1/TM-ULVR-0430.pdf>

Zarza, L. F. (2020). *iAgua*. Obtenido de iAgua: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-inundacion>

ANEXOS

Anexo 1. Solicitud de permiso para observación en la estación de bombeo.



Universidad Laica
VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

FIIC-OFIC-162-2022
Guayaquil, 03 de octubre de 2022

Ing.

Victor Aguilera Tobar

Gerente General

Empresa Pública Municipal de Saneamiento Ambiental de Babahoyo - Emsaba EP

En su despacho. -

De mis consideraciones:

Reciba un cordial saludo de quienes conformamos la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción, de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, augurando éxitos en su gestión de administrar el área de saneamiento y ambiente de Babahoyo.

Cumpliendo con el Reglamento de Régimen Académico a nivel nacional, nuestros estudiantes de último semestre se encuentran realizando su proyecto de Investigación previo a la titulación, y entre ellos, tenemos a nuestro estudiante de Ingeniería Civil, **Vera Chang José David**, quien está investigando el proyecto: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA ESTACION DE BOMBEO No2 EN LA CALLE BARREIRO Y BY- PASS, DEL CANTÓN BABAHYO".

Para lograr el objetivo general del proyecto, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Inspeccionar características del sistema de bombeo.
- Detectar causa de inundación en la Calle Barreiro y By-Pass, del Cantón Babahoyo.
- Proponer un diseño óptimo del sistema de drenaje de aguas pluviales.

Por lo mencionado, acudo a Ud. solicitando su gentil autorización para que nuestro estudiante **Vera Chang José David**, pueda levantar, acceder y recopilar la información técnica del sistema de drenaje, así como realizar las visitas in situ.

Para cualquier información o consulta, se puede contactar con la Ing. Eliana Contreras Jordán, Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Civil, al correo electrónico econtrerasj@ulvr.edu.ec.

Me suscribo de usted, no sin antes expresarle mis más altos deseos de estima y consideración.

Atentamente,



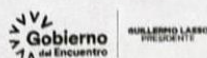
MILTON GABRIEL
ANDRADE LABORDA

Mgtr. Milton Andrade Laborda
Decano (e)

Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción



Anexo 2. Documento informativo de instalación de nuevas bombas.



(<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>)

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias



(<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/accesibilidad>)



(<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/transparencia>)



(https://twitter.com/Riesgos_Ec)



(<https://www.facebook.com/Riesgos-Ecuador-1457370977889770/>)



(<http://www.youtube.com/user/RiesgosEcuador>)



(<http://www.flickr.com/photos/RiesgosEcuador>)



Secretaría de Gestión de Riesgos (<https://www.gestionderiesgos.gob.ec>) > Comunicamos

(<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/category/comunicamos/>) > Noticias

(<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/category/comunicamos/noticias/>) > SNGR entrega 13 bombas para evitar que Babahoyo se inunde

SNGR entrega 13 bombas para evitar que Babahoyo se inunde

BABAHOYO (LOS RÍOS).- Técnicos especializados de una contratista privada y del Municipio de esta ciudad, finalizaron la colocación de las 13 bombas en las 6 estaciones de bombeo que administra EMSABA, con lo cual se espera evitar que Babahoyo se inunde, especialmente en época invernal.

Los equipos fueron adquiridos por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), a un costo de US 1.323.589, 81 dólares y entregados al Municipio de Babahoyo, en base al convenio de "Provisión e instalación de sistemas de bombas ABS para aguas lluvias" realizado entre ambas instituciones.

El Director de Gestión de Riesgos de Los Ríos, Cristian Villasagua dijo que éstas bombas reemplazarán a los equipos que llevaban más de 15 años en las seis estaciones y estaban deteriorados, lo que a su vez permitió inundaciones en las zonas periféricas de la ciudad, en los dos últimos inviernos. Diez de las bombas en referencia tienen una capacidad para evacuar 1000 litros por segundo y las tres restantes, 300 litros por segundo

Las bombas fueron instaladas en las siguientes estaciones:

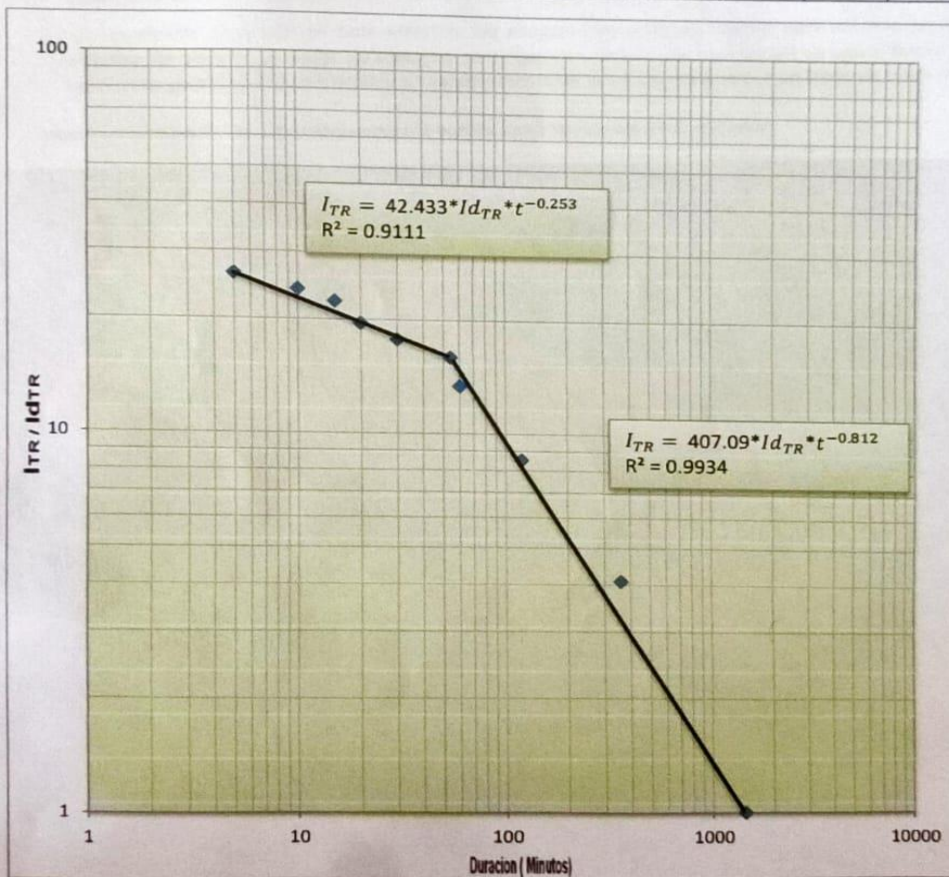
- Estación 1: Flores y Malecón
- Estación 2: Barreiro y By-Pass
- Estación 3: By-Pass y Clemente Baquerizo
- Estación 4: Avenida Universitaria, junto al colegio Eugenio Espejo.
- Estación 5: Detrás del Colegio Babahoyo
- Estación Auxiliar: Las Peñas en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Adicionalmente se colocó en cada estación, los equipos eléctricos adecuados, para en caso de un corte de energía eléctrica, las bombas no cesen su trabajo y continúen con su labor de evacuación de aguas lluvias sin interrupción. La contratista garantizará la operación y el mantenimiento de todos los equipos por un lapso de cinco años, luego de lo cual

Anexo 3. Intensidades de la estación de Babahoyo COD. M0051.

CUADRO N° 96: INTENSIDADES MAXIMAS DE LA ESTACION BABAHOYO COD. M0051

TR (Años)	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	133.2	111.77	100.88	93.8	84.65	69.1	39.36	16.13	5.23
5	180.03	151.08	136.35	126.78	114.42	93.39	53.2	21.8	7.07
10	212.76	178.54	161.13	149.82	135.21	110.37	62.87	25.76	8.36
25	254.07	213.2	192.41	178.91	161.46	131.8	75.07	30.77	9.98
50	284.76	238.95	215.66	200.52	180.97	147.72	84.14	34.48	11.19
100	315.16	264.46	238.68	221.92	200.29	163.49	93.12	38.16	12.38



INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
 Inaquito N36-14 y Corea - Teléfono: (593-2) 3971100 - Fax: (593-2) 2241874.

Anexo 4. Datos de pluviómetro de EMSABA EP, año 2018 y 2019.

2018												
PRECIPITACION (mm)												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	0	8	0	13	0							0
2	0	0	6.3	1	0							0
3	0	45	19.5	0	0							0
4	0	0	18	0	0							0
5	0	7	1	0	12.5							0
6	0	46	5	0	0							0
7	0	10	0	0	0							0
8	0	22.5	0	0	0							0
9	0	66	0	0	52							0
10	0	17.5	22.5	0	0							0
11	0	4	0	0	0							0
12	0	0	0	0	6							0
13	0	25.5	0	0	5							10
14	0	18	33	0	0							12.5
15	20	9	12.5	0	0							0
16	0	0	75	0	0							0
17	7	0.5	201	0	0							0
18	5	27.5	35	0	0							20
19	6	37.5	90	0	0							0
20	0	25	9.5	0	0							13
21	4	4	33	0	0							15.5
22	0	8	103	25	0							0
23	70	43	28	0	0							22.5
24	0	5	0	0	0							7.5
25	18	0	0	0	0							0
26	0	48	0	0	0							0
27	0	0	8	0	0							7
28	4	86	1	52	0							0
29	0	0	0	0	0							0
30	2	0	0	0	0							0
31	4	0	77	0	0							8
TOTAL	140	563	778.3	91	75.5	0	0	0	0	0	0	116

2019												
PRECIPITACION (mm)												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	5	10	0	10	0							0
2	0	0	2	0	0							0
3	0	19	2	20	0							0
4	0	40	5	18	55							0
5	0	0	35	6	0							0
6	8	6	9.5	0	0							0
7	173	6	6	0	0							0
8	60	12.5	0	0	0							0
9	0	0	5	0	0							0
10	95	30	62	0	0							0
11	17.5	15	0	0	0							0
12	0	70	15	0	0							0
13	0	27.5	157.5	0	0							0
14	20	38.5	155	0	0							0
15	100	26.5	7	6	35							0
16	4	0	85	0	0							0
17	20	32.5	70	0	66							0
18	0	45	56	0	22							0
19	0	24.5	38	20	0							0
20	22.5	0	0	0	0							0
21	4	80	38	20	0							0
22	12.5	0	90	65	0							0
23	0	55	20	48	0							0
24	13	30	25.5	8	0							0
25	0	0	0	0	0							0
26	0	107	0	0	0							0
27	0	22	8.5	45	0							0
28	4	0	15.5	50	0							12
29	20	0	0	5	0							0
30	50	0	0	0	0							0
31	4	0	0	0	0							21.5
TOTAL	632.5	697	907.5	321	178	0	0	0	0	0	0	33.5

Anexo 5. Datos de pluviómetro de EMSABA EP, año 2020 y 2021.

2020												
PRECIPITACION (mm)												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
1	45	35.3	20.0	0.00	0.00							0
2	0	0.0	0.0	0.00	0.00							0
3	0	46.0	5.0	0.00	0.00							0
4	15	14.5	20.0	0.00	0.00							0
5	0	0.0	75.0	0.00	0.00							6
6	4	0.0	27.5	0.00	0.00							0
7	4	0.0	0.0	0.00	0.00							0
8	0	65.0	30.0	0.00	0.00							2
9	5	8.0	0.0	0.00	0.00							0
10	0	5.0	15.0	0.00	0.00							103
11	0	3.0	7.0	0.00	0.00							0
12	0	0.0	17.5	0.00	0.00							0
13	0	80.0	25.0	0.00	0.00							0
14	0	63.0	28.5	0.00	0.00							0
15	0	10.0	0.0	0.00	0.00							0
16	29.5	5.0	0.0	0.00	0.00							0
17	0	25.0	0.0	0.00	0.00							0
18	0	0.0	0.0	0.00	0.00							0
19	0	0.0	0.0	0.00	0.00							5
20	0	0.0	0.0	0.00	0.00							0
21	100	0.0	0.0	0.00	0.00							0
22	34.5	25.0	0.0	0.00	0.00							0
23	0	25.0	0.0	0.00	0.00							0
24	15.5	130.0	0.0	0.00	0.00							0
25	0	0.0	0.0	0.00	0.00							0
26	0	0.0	0.0	0.00	0.00							0
27	5	5.0	0.0	0.00	0.00							27.5
28	12	5.0	0.0	0.00	0.00							6
29	0	52.0	0.0	0.00	0.00							0
30	31	0.0	0.0	0.00	0.00							0
31	35.5	0.0	0.0	0.00	0.00							0
TOTAL	336	601.8	270.5	0	0	0	0	0	0	0	0	149.5

2021												
PRECIPITACION (mm)												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
1	0.00	0.00	22.50	0.00	0.00							0
2	0.00	0.00	42.00	0.00	0.00							0
3	5.00	0.00	0.00	60.00	6.00							0
4	30.00	55.00	96.00	25.00	0.00							0
5	0.00	12.50	120.00	0.00	0.00							0
6	0.00	8.00	0.00	2.00	4.00							0
7	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00							0
8	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00							0
9	0.00	0.00	30.00	28.00	0.00							0
10	8.00	30.00	0.00	68.00	0.00							0
11	0.00	75.00	10.00	0.00	0.00							0
12	0.00	0.00	45.00	0.00	0.00							0
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							12.5
14	0.00	55.00	100.00	0.00	0.00							12.5
15	0.00	55.00	15.00	60.00	0.00							0
16	0.00	0.00	10.20	0.00	110.00							0
17	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00							0
18	16.00	0.00	65.00	15.00	0.00							0
19	40.00	0.00	0.00	3.00	0.00							0
20	0.00	15.00	45.00	0.00	0.00							25
21	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0
22	0.00	45.00	0.00	0.00	0.00							0
23	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00							0
24	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0
25	30.00	5.00	0.00	2.00	0.00							0
26	35.00	0.00	2.00	0.00	0.00							0
27	22.50	0.00	12.50	0.00	0.00							0
28	75.00	50.00	3.00	17.50	0.00							0
29	0.00	0.00	0.00	67.00	0.00							0
30	107.00	0.00	0.00	15.00	0.00							0
31	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0
TOTAL	449.50	415.50	629.20	372.50	120.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00

Anexo 6. Datos de pluviómetro de EMSABA EP, año 2022.

2022												
PRECIPITACION (mm)												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	0.00	0.00	0.00	29.30	0.00							
2	0.00	23.00	48.60	0.00	0.00							
3	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00							
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
5	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00							
6	0.00	126.99	36.30	0.00	0.00							
7	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00							
8	0.00	7.00	54.33	2.25	0.00							
9	0.00	7.50	0.00	18.30	0.00							
10	0.00	7.80	16.60	0.00	0.00							
11	7.80	13.00	133.30	0.00	0.00							
12	0.00	25.30	16.50	14.30	0.00							
13	3.00	13.00	8.00	0.00	0.00							
14	0.00	0.00	70.00	3.00	0.00							
15	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00							
16	10.80	0.00	12.00	0.00	0.00							
17	0.00	5.50	58.70	0.00	0.00							
18	6.30	0.00	42.00	0.00	0.00							
19	0.00	0.00	57.00	38.00	0.00							
20	0.00	0.00	0.00	116.00	0.00							
21	0.00	5.00	30.60	3.00	0.00							
22	0.00	0.00	5.60	0.00	0.00							
23	46.00	8.00	0.00	0.00	0.00							
24	63.00	8.30	11.00	0.00	0.00							
25	14.00	2.00	23.50	0.00	0.00							
26	21.33	0.00	60.00	0.00	0.00							
27	76.60	0.00	0.00	0.00	0.00							
28	24.33	0.00	49.60	0.00	0.00							
29	64.00	0.00	66.60	0.00	0.00							
30	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
31	13.60	0.00	0.00	0.00	0.00							
TOTAL	360.76	255.19	881.23	224.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 7. Cuestionario de preguntas.



**Universidad Laica
VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil**



**FACULTAD
INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

**ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DEL CANTÓN BABAHOYO
TRABAJO DE TITULACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL**

Señale su respuesta que cree estar de acuerdo con lo preguntado.

1. ¿Usted considera que la operatividad de la estación esté funcionando adecuadamente?

SI NO

2. ¿Existe inundaciones en su barrio o sector a causa de la estación humeda?

SI NO

2. ¿Cómo evalúa las afectaciones en el sector debido al grado de las inundaciones?

a) Alto

b) Medio

c) Bajo

3. ¿Usted considera que cada año está siendo afectado a causas de las inundaciones?

SI NO

5. Estaría de acuerdo que el sistema de la estación de bombeo debe ser cambiado para un mejor servicio a la ciudadanía del sector?

SI NO

Anexo 8. Bomba sumergible MS-251.

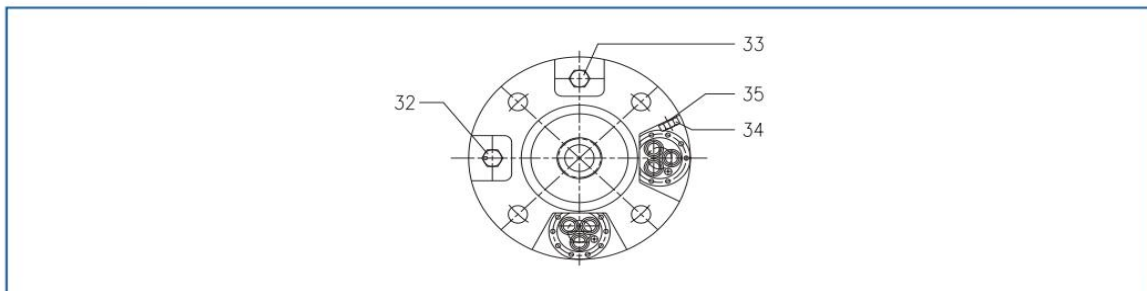
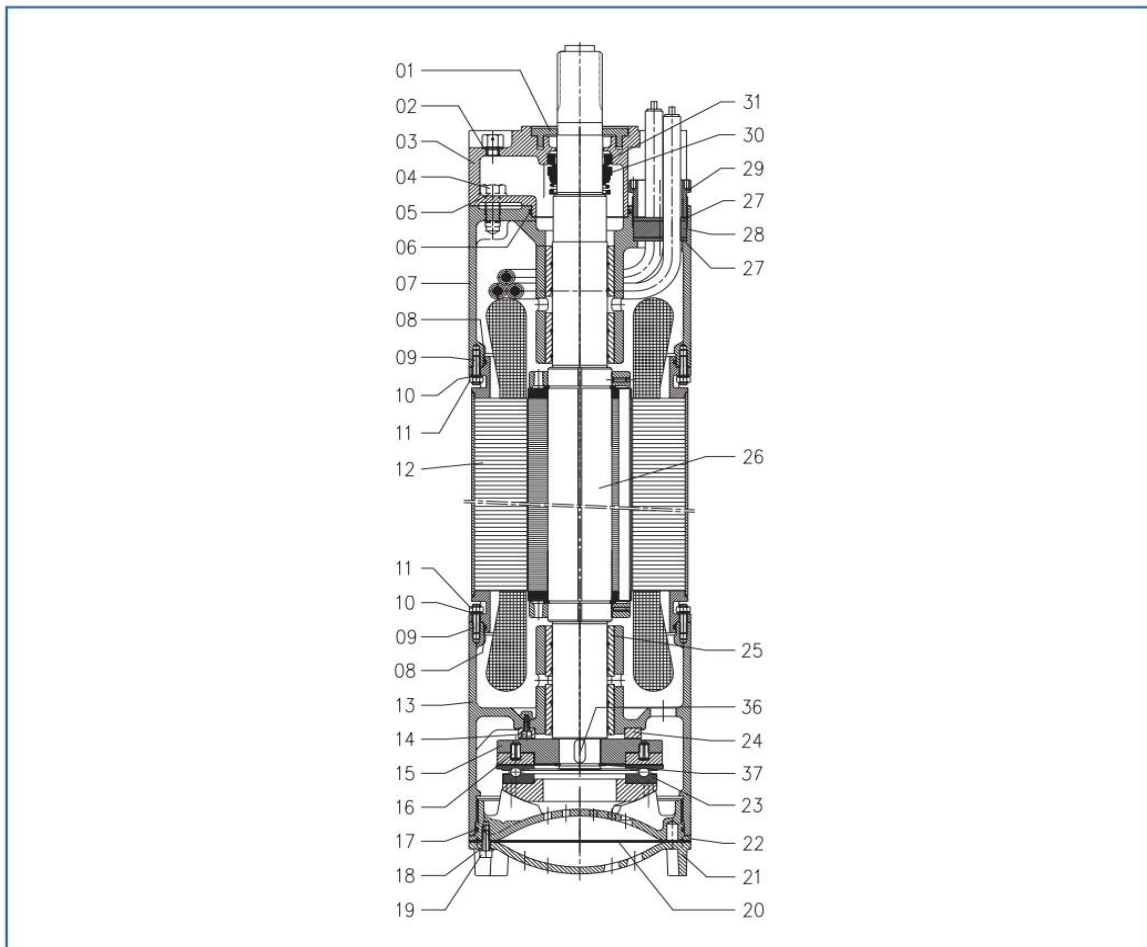
SAER[®]
ELETTROPOMPE

MS 251

NOMENCLATURA PARTI DI RICAMBIO MOTORE 10" - MS 251

SPARE PARTS LIST 10" - MS 251

NOMENCLATURA REPUESTOS MOTOR 10" - MS 251



Anexo 9. Piezas de repuestos recomendadas para bomba sumergible MS-251.

N.	ITALIANO	ENGLISH	ESPAÑOL	MATERIALE MATERIAL • MATERIAL		
	COMPONENTE	COMPONENT	COMPONENTE	VERSIONE • VERSION • VERSIÓN		
				MS251	MSB251	MSX251
° 01	Parasabbia	Sand guard	Para-arena	EP	VI	VI
02	Rondella	Washer	Arandela	CU	316	316
03	Supporto superiore	Upper support	Soporte superior	GS	BR	316
04	Vite	Screw	Tornillo	304	316	316
05	Rondella	Washer	Arandela	304	316	316
° 06	Anello OR	O-ring	Anillo OR	EP	VI	VI
07	Coperchio superiore	Upper cover	Tapa superior	GS	BR	316
° 08	Anello OR	O-ring	Anillo OR	EP	VI	VI
09	Vite prigioniera	stud bolt	Prisionero	304	316	316
10	Rondella Grower	Grower washer	Arandela Grower	304	316	316
11	Dado	Nut	Tuerca	304	316	316
12	Statore avvolto	Wound stator	Estator bobinado	-	-	-
13	Supporto inferiore	Lower support	Soporte inferior	GS	BR	316
14	Vite	Screw	Tornillo	304	316	316
15	Ralla reggispinta	Thrust bearing disc	Rodamiento cojinete de tope	AQ	AQ	AQ
16	Spina elastica	Flexible pin	Pasador de muelle	304	304	304
° 17	Anello OR	O-ring	Anillo OR	EP	VI	VI
18	Rondella Grower	Grower washer	Arandela Grower	304	316	316
19	Vite	Screw	Tornillo	304	316	316
20	Membrana di compensazione	Compensation membrane	Membrana de compensación	EP	VI	VI
21	Coperchio membrana	Membrane cover	Tapa membrana	GH	BR	316
22	Fondello reggispinta	Thrust bearing base	Fondo cojinete axial	GH	BR	316
° 23	Cuscinetto reggispinta	Thrust bearing	Cojinete axial	-	--	--
24	Disco di contropinta	Counter-thrust sliding block	Tope de contraempuje	AQ	AQ	AQ
° 25	Bronzina	Bushing	Chumacera	C	C	C
26	Albero rotore	Rotor	Eje rotor	431	DU	DU
27	Rondella pressacavo	Cable clamp ring	Arandela prensacables	316	316	316
28	Guarnizione pressacavo	Cable clamp gasket	Empaquetaduraprensacables	EP	VI	VI
29	Vite pressacavo	Cable clamp screw	Tornillo prensacables	316	316	316
° 30	Tenuta meccanica rotante	Rotating mechanical seal	Estanqueidad mecánica giratoria	SI-EP	SI-VI	SI-VI
° 31	Tenuta meccanica fissa	Fixed mechanical seal	Estanqueidad mecánica fija	WI-EP	SI-VI	SI-VI
32	Valvola di sfianto	Exhaust valve	Valvula de expulsión	OT	316	316
33	Tappo di carico	Filling cap	Tapa de carga	OT	316	316
34	Vite	Screw	Tornillo	304	316	316
35	Rondella Grower	Grower washer	Arandela Grower	304	316	316
36	Linguetta	Key	Chaveta	316	316	316
37	Anello Seeger	Seeger ring	Anillo Seeger	304	304	304

° = Parti di ricambio raccomandate • Recommended spare parts • Piezas de repuesto recomendadas

Anexo 10. Bomba sumergibile MS-300.

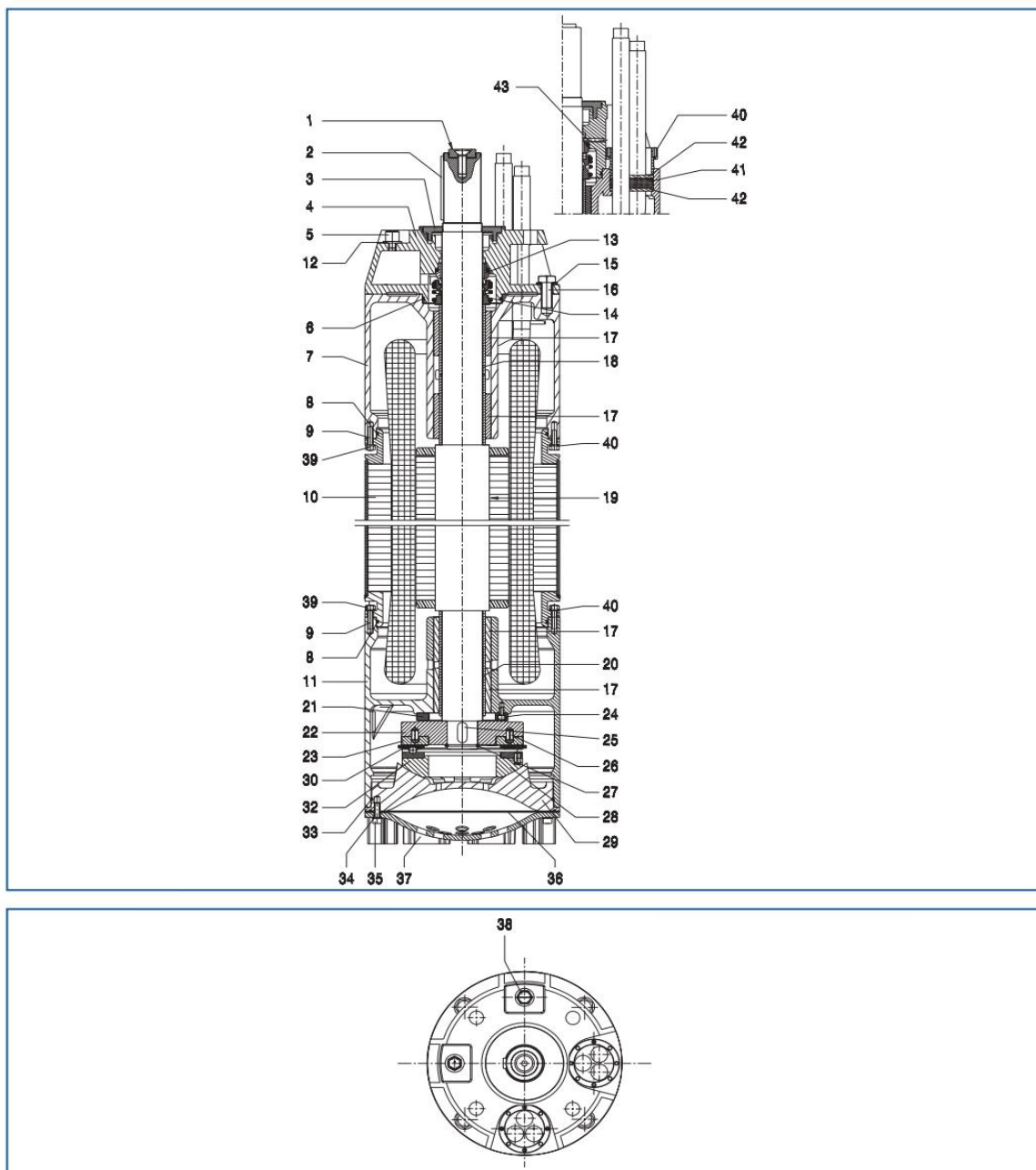
SAER[®]
ELETTROPOMPE

MS 300

NOMENCLATURA PARTI DI RICAMBIO MOTORE 12" - MS 300

SPARE PARTS LIST 12" - MS 300

NOMENCLATURA REPUESTOS MOTOR 12" - MS 300



Anexo 11. Piezas de repuestos recomendadas para bomba sumergible MS-300.

N.	ITALIANO	ENGLISH	ESPAÑOL	MATERIALE		
	COMPONENTE	COMPONENT	COMPONENTE	MATERIAL • MATERIAL		
				VERSIONE • VERSION • VERSIÓN	MS201	MSB201
01	Distanziale di regolazione	Spacer	Espaciador	431	431	431
02	Linguetta	Key	Chaveta	316	316	316
03	Parasabbia	Sand guard	Para-arena	EP	VI	VI
04	Coperchio superiore	Upper cover	Tapa superior	GS	BR	316
05	Valvola di sfogo	Exhaust valve	Valvula de expulsión	OT	316	316
° 06	Anello OR	O-ring	Anillo OR	EP	VI	VI
07	Supporto superiore	Upper support	Soporte superior	GS	BR	316
° 08	Anello OR	O-ring	Anillo OR	EP	VI	VI
09	Vite prigioniera	stud bolt	Prisionero	304	316	316
10	Statore avvolto	Wound stator	Estator bobinado	-	-	-
11	Supporto inferiore	Lower support	Soporte inferior	GH	BR	316
12	Rondella Grower	Grower washer	Arandela Grower	304	316	316
° 13	Tenuta meccanica rotante	Rotating mechanical seal	Estanqueidad mecánica giratoria	SI-EP	SI-VI	SI-VI
° 14	Tenuta meccanica fissa	Fixed mechanical seal	Estanqueidad mecánica fija	WI-EP	WI-VI	WI-VI
15	Rondella	Washer	Arandela	304	316	316
16	Vite	Screw	Tomillo	304	316	316
° 17	Bronzina	Bushing	Chumacera	C	C	C
18	Bussola	Bush	Casquillo	AQ	AQ	AQ
19	Albero rotore	Rotor	Eje rotor	431	DU	DU
21	Disco di contropinta	Counter-thrust sliding block	Tope de contraempuje	C	C	C
° 22	Ralla reggispinta	Thrust bearing disc	Rodamiento cojinete de tope	AQ	AQ	AQ
° 23	Anello reggispinta	Thrust bearing ring	Anillo cojinete de tope	-	-	-
24	Vite	Screw	Tomillo	304	316	316
25	Linguetta	Key	Chaveta	316	316	316
26	Spina elastica	Flexible pin	Pasador de muelle	304	316	316
27	Anello Seeger	Seeger ring	Anillo Seeger	304	304	304
29	Fondello reggispinta	Thrust bearing base	Fondo cojinete de tope	GH	BR	316
28/30	Cuscinetto reggispinta	Thrust bearing	Cojinete axial	-	-	-
32	Vite	Screw	Tomillo	304	316	316
° 33	Anello OR	O-ring	Anillo OR	EP	VI	VI
34	Rondella	Washer	Arandela	304	316	316
35	Vite	Screw	Tomillo	304	316	316
36	Membrana di compensazione	Compensation membrane	Membrana de compensación	EP	VI	VI
37	Coperchio membrana	Membrane cover	Tapa membrana	GS	BR	316
38	Tappo di carico	Filling cap	Tapa de carga	304	316	316
39	Dado	Nut	Tuerca	304	316	316
40	Vite pressacavo	Cable clamp screw	Tomillo pressacables	316	316	316
41	Guarnizione pressacavo	Cable clamp gasket	Empaquetadura pressacables	EP	VI	VI
42	Rondella pressacavo	Cable clamp ring	Arandela pressacables	316	316	316
43	Spina	Pin	Pasador	316	316	316

° = Parti di ricambio raccomandate • Recommended spare parts • Piezas de repuesto recomendadas

Anexo 12. *Presupuesto general de las bombas sumergibles.*

No.	Rubro	Unidad	Cantida d	Precio Unitario	Precio Total
1	Provisión de Bomba sumergible de 350HP e incluye instalación	U	2	144,088.94	288,177.88
2	Provisión de Bomba sumergible de 250HP e incluye instalación	U	1	105,477.81	105,477.81
					393,655.69

Anexo 13. Análisis de presupuesto unitario 1 bombas sumergibles 350HP.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIO							
					HOJA	1 de 2	
RUBRO :	1				UNIDAD :	U	
DETALLE :	Provision de Bomba sumergible de 350HP e incluye instalacion						
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	C/H	REND.	COSTO		
HERRAMIENTA MENORES 5% DEL COSTO DE M/O					3.02086		
SUBTOTAL M					3.02086		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANT.	JORNAL/HR	C/H	REND.	COSTO		
MAESTRO ELECTRICO	2.000	3.38000	0.59172	40.00000	23.66864		
ELECTRICISTA	1.000	3.05000	0.32787	40.00000	13.11475		
INGENIERO ELECTRICO	1.000	3.39000	0.29499	40.00000	11.79941		
OPERADOR DE EQUIPOS PESADOS	1.000	3.38000	0.29586	40.00000	11.83432		
SUBTOTAL N					60.41712		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PREC.UNIT.	COSTO		
BOMBA SUMERGIBLE DE 350 HP		U	1.00000	117,468.65000	117,468.65000		
SET FAST OUT DEVICE		U	1.00000	7,762.64000	7,762.64000		
SUBTOTAL O					125,231.29000		
TRANSPORTE							
DESCRIPCION		UNIDAD.	CANT.	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P					0.00000		
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				125,294.727979	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA		INDIRECTOS %		10%	12,529.47280		
		UTILIDADES %		5%	6,264.73640		
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				144,088.93718	
		VALOR OFERTADO				144,088.94	

Anexo 14. Análisis de presupuesto unitario 2 bombas sumergibles 250HP.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIO							
					HOJA	2 de 2	
RUBRO :	2				UNIDAD :	U	
DETALLE :	Provision de Bomba sumergible de 250HP e incluye instalacion						
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	C/H	REND.	COSTO		
HERRAMIENTA MENORES 5% DEL COSTO DE M/O					2.42914		
SUBTOTAL M					2.42914		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANT.	JORNAL/HR	C/H	REND.	COSTO		
MAESTRO ELECTRICO	2.000	3.38000	0.59172	40.00000	23.66864		
ELECTRICISTA	1.000	3.05000	0.32787	40.00000	13.11475		
INGENIERO ELECTRICO	1.000	3.39000	0.29499	40.00000	11.79941		
OPERADOR DE EQUIPOS PESADOS	1.000	3.38000	0.29586	40.00000			
SUBTOTAL N					48.58280		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PREC.UNIT.	COSTO		
BOMBA SUMERGIBLE DE 250 HP		U	1.00000	83,906.18000	83,906.18000		
SET FAST OUT DEVICE		U	1.00000	7,762.64000	7,762.64000		
SUBTOTAL O					91,668.82000		
TRANSPORTE							
DESCRIPCION		UNIDAD.	CANT.	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P					0.00000		
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				91,719.83194	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA		INDIRECTOS %			10%	9,171.98319	
		UTILIDADES %			5%	4,585.99160	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				105,477.80673	
		VALOR OFERTADO				105,477.81	