

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y  
APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

**“ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”**

**Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero en Electromecánica**

**Autores:**

Herrera Yáñez Juan Carlos

Noboa Escobar Fausto Daniel

**Director de Tesis:**

Ing. Mg.C. Edwin Moreano

**Asesor de Tesis:**

Dr. Samuel Laverde

LATACUNGA-ECUADOR

JULIO 2015



## AVAL DEL TRIBUNAL DE TESIS

En nuestra calidad de Miembros de Tribunal de la Defensa de Tesis Titulada **“ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”** de la autoría de los postulantes Herrera Yáñez Juan Carlos y Noboa Escobar Fausto Daniel, estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica CIYA-UTC. Certificamos que se puede continuar con el trámite correspondiente.

Es todo cuanto podemos certificar en honor a la verdad.

-----  
**Ing. Msc. Álvaro Mullo**  
**Presidente**

-----  
**Lcda. Susana Pallasco**  
**Miembro**

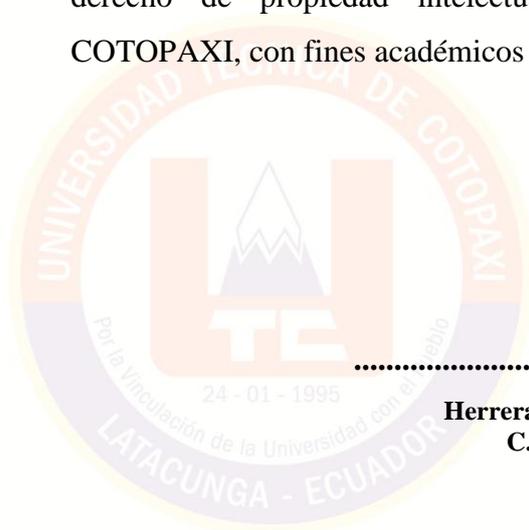
-----  
**Ing. Cristian Gallardo**  
**Opositor**

-----  
**Ing. Msc. Edwin Moreano**  
**Tutor (Director)**



## AUTORÍA

El actual informe es el resultado de la investigación de los autores, quienes basados en sus nociones, exploración documental e investigación científica han llegado a la determinación de los criterios, opiniones, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en el presente trabajo son de absoluta responsabilidad de sus autores. Por la presente se cede el derecho de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, con fines académicos o de investigación.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

.....  
**Herrera Yáñez Juan Carlos**  
**C.I. 050307096-3**

.....  
**Noboa Escobar Fausto Daniel**  
**C.I. 171503411-0**



## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de trabajo de investigación sobre el tema: **“ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”**.

De los señores estudiantes; Herrera Yáñez Juan Carlos y Noboa Escobar Fausto Daniel postulantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### **CERTIFICO QUE:**

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio 2015

EL DIRECTOR

.....  
Ing. Mg.C. Edwin Moreano Martínez.

C.I. 050260750-0

**DIRECTOR DE TESIS**



## AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de Asesor Metodológico del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”.**

De los señores estudiantes; Herrera Yáñez Juan Carlos y Noboa Escobar Fausto Daniel postulantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio 2015

.....  
Dr. Samuel Laverde Albán.

C.I. 050067699-4

**ASESOR METODOLÓGICO**

## **CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN**

Yo, Francisca Elizabeth Peñaherrera Zambrano, en el cumplimiento de mis funciones como administrador del edificio “Alejandros” CERTIFICO que, los egresados de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Sr. Herrera Yánez Juan Carlos y Sr. Noboa Escobar Fausto Daniel, han desarrollado su tesis de forma práctica generando para el edificio UNA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE.

Latacunga, Julio 2015

.....  
Francisca Peñaherrera Z.

CI 050079389-8

**ADMINISTRADORA EDIF. ALEJANDROS**

## AGRADECIMIENTO

De manera muy especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi por a verme acogido y abierto sus puertas de igual forma a todos los docentes por impartir sus conocimientos, permitiéndome así formarme como profesional.

Al Ing. Edwin Moreano

Por su apoyo incondicional, su paciencia su espíritu de enseñanza y su participación en la realización de este trabajo.

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en la realización de este trabajo.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

**Carlos Herrera**

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Al director de tesis, Ing. Edwin Moreano por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A todos mis maestros ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, también agradezco a toda mi familia porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante.

Estoy seguro que mis metas planteadas darán fruto en el futuro y por ende me debo esforzar cada día para ser mejor en todo lugar sin olvidar el respeto que engrandece a la persona.

**Daniel Noboa**



## DEDICATORIA

Este trabajo primeramente va dedicado a Dios quien guía mi vida, me llena de salud y fuerza para cumplir con este objetivo.

A mis queridísimos padres Carlos Herrera y Aida Yáñez, por creer en mí siempre brindándome todo su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos Adriana, Verónica, Mariela, Gabriel y Víctor por compartir este sueño conmigo.

A mí querida esposa Ana quien confió en mí y me brindó su apoyo.

A mi hija Alejandra que es el motivo más grande que tengo para crecer día a día y darle lo mejor que esté a mi alcance.

A toda mi familia gracias por sus ánimos me alentaron a continuar y no decaer.

**Carlos Herrera**



## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

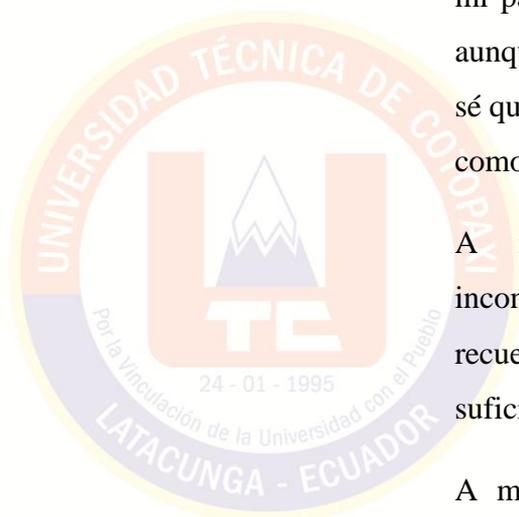
Especialmente a mi querida madrecita, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional en todo momento, A mi padre, a pesar de todo, siento que está conmigo aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. Los amo

A mis hermanos que me han brindado incondicionalmente un abrazo que me motiva y recuerda que detrás de cada detalle existe el suficiente alivio para empezar nuevas búsquedas.

A mis familiares, amigos y a quienes recién se sumaron a mi vida para hacerme compañía gracias, con su apoyo moral me han incentivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi vida.

Ahora puedo decir que todo lo que soy es gracias a todos ustedes.

**Daniel Noboa**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA DE LA TESIS</b> .....	i
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	ii
<b>PÁGINA DE AUTORÍA</b> .....	iii
<b>AVAL DEL DIRECTOR DE LA TESIS</b> .....	iv
<b>AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO</b> .....	v
<b>CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>DEDICATORIA</b> .....	ix
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>ÍNDICE GRÁFICOS</b> .....	xv
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xvi
<b>RESUMEN</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>CERTIFICACIÓN DE LA TRADUCCIÓN DEL IDIOMA INGLÉS</b> .....	xix
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xx
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	1
1.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA .....	4
1.2.1 Fundamentación Legal.....	4
1.3 SISTEMAS DE BOMBEO .....	5
1.3.1. Variables en un sistema de bombeo.....	5
1.3.1.1 Capacidad o caudal de bombeo .....	6
1.3.1.2 Potencia de bombeo .....	7
1.3.1.3 Cavitación .....	7
1.3.2. Elementos de control en un sistema de bombeo .....	7
1.4. CLASIFICACIÓN DE BOMBAS .....	8
1.4.1 Clasificación .....	9
1.5. AGUA POTABLE.....	18
1.5.1. Consumo urbano .....	19

1.5.2. Demanda de agua potable .....	21
1.6. CONSUMO ENERGÉTICO .....	21
1.6.1. Eficiencia energética.....	22
1.6.2. Consumo de energía en sistemas de bombeo.....	23
1.7. SISTEMAS INFORMÁTICOS.....	24
1.7.1. Tipos de software.....	24
1.7.2. Programa WinPSP .....	25
1.8. MARCO CONCEPTUAL .....	27
<b>CAPÍTULO II</b> .....	29
2. ENTORNO DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN .....	29
2.1. RESEÑA HISTÓRICA .....	29
2.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
2.2.1. Tipo de investigación.....	30
2.2.2 Técnicas e Instrumentos.....	30
2.3. UNIDAD DE ESTUDIO.....	30
2.3.1. Población de estudio.....	31
2.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	31
2.4.1. Entrevista aplicada a los condóminos y administrador del edificio.....	32
2.4.2. Análisis de los resultados de la entrevista aplicada a los condóminos y administrador del edificio Alejandro.....	32
2.5. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	44
<b>CAPÍTULO III</b> .....	45
3. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	45
3.1 TEMA.....	45
3.2 OBJETIVO GENERAL .....	45
3.2.1 Objetivos Específicos .....	45
3.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	46
3.4 IMPACTO .....	46
3.5 FACTIBILIDAD .....	47
3.5.1 Desarrollo técnico de la propuesta.....	47
3.6 DEMANDA DEL EDIFICIO ALEJANDROS .....	47
3.6.1 Sistema de bombeo utilizado en el edificio Alejandro.....	48

3.6.2 Resumen comparativo, demanda vs oferta .....	48
3.7. SELECCIÓN DE BOMBA MARCA DESMI .....	49
3.8 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO. ...	53
3.9 CONCLUSIONES.....	59
3.10 RECOMENDACIONES. ....	60
BIBLIOGRAFÍA .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: CONJUNTO MOTOR-BOMBA.....	2
FIGURA 1.2: CAUDAL DE BOMBEO.....	6
FIGURA 1.3: SISTEMA DE BOMBEO-ELEMENTOS DE CONTROL.....	8
FIGURA 1.4: TORNILLO DE ARQUÍMEDES.....	8
FIGURA 1.5: BOMBA HIDRÁULICA.....	9
FIGURA 1.6: BOMBA CENTRIFUGA.....	14
FIGURA 1.7: BOMBA CENTRÍFUGA AUTOCEBANTE.....	14
FIGURA 1.8: BOMBA DE TORILLO.....	16
FIGURA 1.9: BOMBA RECIPROCANTE.....	17
FIGURA 1.10: AGUA POTABLE.....	18
FIGURA 1.11: INICIO DEL PROGRAMA WinPSP.....	25
FIGURA 1.12: VENTANA DE INICIO DE TRABAJO.....	26
FIGURA 3.1: INICIO DEL PROGRAMA WinPSP. ....	49
FIGURA 3.2: VENTANA INICIO DE TRABAJO.....	50
FIGURA 3.3: PRIMEROS RESULTADOS SEGÚN REQUERIMIENTOS INICIALES.....	51
FIGURA 3.4: ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA.....	52
FIGURA 3.5: INFORMACIÓN GENERAL.....	53
FIGURA 3.6: BOMBA HORIZONTAL AUTOCEBANTE MODELO SA.....	56
FIGURA 3.7: CURVAS REFERENCIALES (P vs Q).....	57
FIGURA 3.8: CURVA REFERENCIAL (H vs Q).....	57
FIGURA 3.9: CURVA REFERENCIAL (NPSH vs Q).....	57
FIGURA 3.10: ESQUEMA DEL CONJUNTO MOTOR-BOMBA.....	58

## INDICE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 1.....	33
GRÁFICO 2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 2.....	34
GRÁFICO 3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 3.....	35
GRÁFICO 4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 4.....	36
GRÁFICO 5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 5.....	37
GRÁFICO 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 6.....	38
GRÁFICO 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 7.....	39
GRÁFICO 8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 8.....	40
GRÁFICO 9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 9.....	41
GRÁFICO 10. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 10.....	42
GRÁFICO 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 11.....	43

## ÍNDICE TABLAS

TABLA N°1.1 CLASIFICACIÓN DE BOMBAS HIDRÁULICAS.....	10
TABLA N°1.2 ÍNDICE DE AGUA DISTRIBUIDA Y NO FACTURADA.....	20
TABLA N°2.1 POBLACIÓN A SER ENTREVISTADOS.....	31
TABLA N°2.2 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1.....	33
TABLA N° 2.3 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 2.....	34
TABLA N°2.4 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3.....	35
TABLA N° 2.5 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4.....	36
TABLA N° 2.6 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 5.....	37
TABLA N°2.7 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 6.....	38
TABLA N°2.8 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 7.....	39
TABLA N°2.9 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 8.....	40
TABLA N°2.10 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 9.....	41
TABLA N°2.11 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 10.....	42
TABLA N°2.12 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 11.....	43
TABLA N°3.1 COMPARATIVA DEMANDA ACTUAL Y EXISTENTE.....	49
TABLA N°3.2 PRECIO TOTAL DE EQUIPOS.....	56

**TEMA:** “ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”.

## **RESUMEN**

El presente proyecto está orientado a realizar un estudio en un sistema de bombeo para agua potable, logrando estructurar una propuesta hacia el mejoramiento del proceso operativo de dicho sistema y aprovechar la capacidad operacional de las bombas y motores que se utilizan, todo esto usando el software WINPSP del fabricante de bombas DESMI de origen danés.

Se planteó la metodología investigativa partiendo desde la comprobación de la hipótesis, demostración del problema, utilizando las técnicas aplicadas como son: la entrevista y el cuestionario que nos ayudan a la factibilidad del proyecto de investigación.

El lugar de aplicación de este trabajo es el edificio “Alejandros” ubicado en la ciudad de Quito, en este lugar se aplicaron las técnicas investigativas y la propuesta de mejoramiento será entregada al administrador del edificio para que quede a consideración de los condóminos.

El proyecto de investigación es una herramienta para los estudiantes, profesionales o personas con un conocimiento técnico básico, ya que podrán manipular el Software WinPSP y así analizar el proceso operativo de su sistema de bombeo para poder mejorarlo o actualizarlo a una forma más eficiente.

Palabras clave: Sistema de bombeo, software WinPSP.

**TOPIC:** “STUDY OF AN AUTOMATIC SYSTEM FOR WATER PUMPING USING THE SOFTWARE WINPSP AS A TOOL FOR A PROPOSAL TO IMPROVE THE OPERATING PROCESS IN THE BUILDING ALEJANDROS LOCATED IN THE CITY OF QUITO, 2015”

### **ABSTRACT**

This project aims to conduct a study in a pumping system for drinking water, structuring a proposal to improve the operating process of the system and take advantage of the operational capacity of the pumps and motors used; this will be done by using the software WINPSP from the pumps manufacturer DESMI, which is a Danish factory.

The research methodology started from the hypothesis testing, demonstration of the problem, using the applicative following techniques: interviews and questionnaires to help us see the feasibility of the research project.

The application site of this work is the "Alejandros" building located in the city of Quito, the investigative techniques were applied and the improvement proposal will be given to the building manager to put it into consideration for the owners to decide, whether to implement it or not.

The research project is a tool for students, professionals and people with basic technical knowledge, since they can manipulate WinPSP Software in order to analyze the operating process of pumping systems to improve or upgrade them to make them more efficient.

**Key words:** Pumping systems, WinPSP Software.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: Herrera Yáñez Juan Carlos y Noboa Escobar Fausto Daniel cuyo título versa **“ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio 2015

Atentamente,

.....  
**Lic. M. Sc. Edgar Encalada Trujillo**

**C.C. 050182417-1**

**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS UTC**

## INTRODUCCIÓN

El Edificio Alejandros ubicado en la ciudad de Quito es netamente residencial y actualmente posee 9 departamentos; para el suministro de agua potable, el edificio cuenta con un sistema de bombeo para el abastecimiento del líquido vital.

El estudio se realizó sobre el mencionado sistema de bombeo de agua potable para estructurar una propuesta de mejoramiento que pueda ser tomada en consideración por los condóminos del edificio.

El contenido de la presente tesis está estructurado en 3 capítulos:

En el capítulo I, se realiza una recopilación de toda la información técnica en función al tema de estudio, para lograr una comprensión concisa de cómo se realizará la estructuración del plan de mejoramiento, se incluye temas sobresalientes como clasificación de bombas, consumo energético y sistemas informáticos.

En el capítulo II, se aplican técnicas de investigación así como se detalla y exponen los resultados adquiridos para su análisis e interpretación, y de esta manera obtener las conclusiones y recomendaciones del caso de estudio.

En el capítulo III, se estructura una propuesta de mejoramiento en el sistema de bombeo para agua potable basándose en la información provista por el software WINPSP, para llegar al final del desarrollo del presente proyecto.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Desde el principio de los tiempos el hombre, ha ingeniado diversas formas para mover agua de un lugar a otro, se han logrado mejoras para aprovechar el agua de manera eficiente, evitando desperdicios del líquido vital. Por lo tanto no es sorprendente que las bombas ocupen un lugar preponderante dentro del sistema de bombeo como elemento principal del mismo, este componente es una máquina que transforma la energía mecánica con la que es accionada en energía hidráulica.

Según BASTIDAS K. (2011)

**Las bombas de agua han existido desde el año 3000 A.C. Las primeras bombas se hicieron con ruedas de agua y rampas y usaban animales para darles la energía necesaria para mover las ruedas. Al paso del tiempo la tecnología ha avanzado y es así que la ahora un sistema de bombeo lo podemos encontrar en cualquier edificio, ya sea domiciliario, oficinas o empresas.**

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

En cuanto a la conversión de la energía eléctrica en trabajo mecánico para el funcionamiento de la bomba, hay una asombrosa variedad de motores que tienen la capacidad necesaria de suministrar potencia requerida para elevar o mover determinados líquidos a diferentes alturas.

Entonces se puede decir que, el motor proporciona la fuerza necesaria a la bomba, para abastecer todo el sistema.

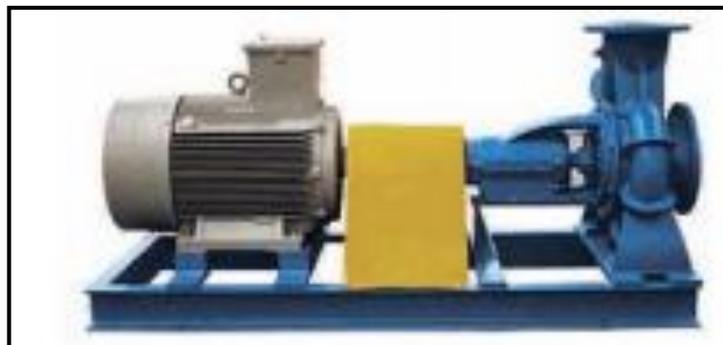
Según SOBREVILA M. y FARINA A. (2014)

**Una bomba es una máquina destinada a impulsar un fluido en un sentido determinado. Las mismas deben ser provistas de otra máquina que le suministre la energía mecánica necesaria para poder cumplir con esa función. Fundamentalmente se impulsan mediante el empleo de motores eléctricos aunque existen otros medios como motores de combustión interna, turbinas de vapor, etc.**

Motores, son los elementos eléctricos que proporcionan la fuerza necesaria a la bomba para que pueda impulsar un líquido independientemente del tipo que sea (agua, pasta, hidrocarburos, etc), desde un punto inicial a un punto final.

Para que el conjunto motor-bomba, posea un correcto funcionamiento del sistema de bombeo, tiene los siguientes elementos como se muestra en la figura 1.1:

**FIGURA 1.1: CONJUNTO MOTOR - BOMBA.**



**Fuente:** Bombas Ideal, S.A

Con el pasar del tiempo, aumento poblacional y el avance de la tecnología cada vez se hacía más necesario el contar con un sistema de bombeo en los edificios, ya que el suministro proporcionado por las entidades de gobierno no era suficiente para abastecer todo el edificio, en tal virtud se fueron implementando estos sistemas para cubrir toda la demanda que requería el edificio.

El principal componente de un sistema de bombeo es la bomba, este componente es el que crea el movimiento del agua para alcanzar diferentes alturas.

Desde entonces y hasta la actualidad la mayoría de edificios se ayudan de bombas para abastecer de agua todos los departamentos existentes, pero no todos los edificios que tienen un sistema de bombeo poseen bombas adecuadas, esto se debe a que no son elegidas técnicamente. Una bomba se elige por su sencillez, confiabilidad y bajo costo.

Las características antes mencionadas se combinan con buena eficiencia, aceptable capacidad para succión y descarga con un requerimiento mínimo o nulo de mantenimiento.

Según McNAUGHTON K. (1984).

**Los líquidos volátiles, calientes, viscosos, las pastas aguadas y las soluciones cristalinas requieren métodos más cuidadosos para la selección. Se deben tener en cuenta bombas de eje (flecha) horizontal o vertical junto con el tipo: centrífuga, rotatoria, de turbina, alta velocidad o baja velocidad.**

Los cambios y avances en el procesamiento digital de señales y en técnicas de recolección de datos, junto al aumento de velocidad para procesar de las computadoras, han llevado al hombre a expandir el uso de programas computarizados en todas las áreas.

Los programas o software creados por el hombre permiten obtener al usuario final diversas opciones dónde se puede elegir de acuerdo a las necesidades o condiciones requeridas, sin la necesidad de equipos adicionales de medición.

Los instrumentos que ayudan a selección de equipos se han convertido en avanzadas herramientas de software que permiten medir parámetros, analizarlos en tiempo real y luego almacenarlos para su uso posterior; como por ejemplo el monitoreo, control y supervisión de sistemas de bombeo de agua potable.

## **1.2 Fundamentación Filosófica**

La tesis se fundamenta en el paradigma cuantitativo porque pertenece a las ciencias mecánicas y eléctricas.

Según COOK T. (2005).

**El paradigma cuantitativo emplea un modelo cerrado, de razonamiento lógico-deductivo desde la teoría a las proposiciones, la formación de concepto, la definición operacional, la medición de las definiciones operacionales, la recogida de datos, la comprobación de hipótesis y el análisis.**

El paradigma cuantitativo, básicamente persigue la descripción más exacta de lo que ocurre en la realidad. Para ello se apoya en las técnicas estadísticas, sobre todo la encuesta y el análisis estadístico de datos secundarios. Aquí lo importante es construir un conocimiento lo más objetivo posible.

### ***1.2.1 Fundamentación Legal***

Actualmente el Ecuador está pasando por un gobierno que se enfoca mucho en el medio ambiente, en fomentar el uso adecuado de los recursos naturales así mismo como el uso eficiente de la energía, es así que este trabajo de tesis se fundamenta en la nueva “Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua”, específicamente en el Artículo 12 que habla sobre la Protección, Recuperación y Conservación de Fuentes, llegando al análisis de este artículo cada persona es responsable de la administración del agua, es por esto que al

estructurar un plan de mejoramiento de un sistema de bombeo, se aporta para la buena administración del líquido vital.

### **1.3 Sistemas De Bombeo**

Desde la antigüedad se le presento al ser humano la necesidad de transportar agua de un nivel a otro, por lo que empezó a idear diversos mecanismos para su solución, iniciando así el desarrollo tecnológico en sistemas de bombeo.

**Según McNAUGHTON K. (1984). “Una bomba sirve para producir una ganancia en carga estática de un fluido procedente de una energía mecánica que se transmite en su eje por medio de un motor”.**

Hay una diversidad de mecanismos de bombeo (bombas), cuya capacidad, diseño y aplicación cubren un amplio rango que va desde pequeñas unidades utilizadas para dosificación de cantidades mínimas, hasta bombas centrifugas que son capaces de manejar grandes volúmenes para surtir de agua a las grandes concentraciones urbanas.

La variedad en diseños cubren desde diferentes principios de operación, hasta bombas especiales para manejo de sustancias tan diversas como el agua, metales fundidos, concreto, etc., además de gastos diferentes en consumos y materiales de elaboración.

#### ***1.3.1 Variables en un Sistema de Bombeo***

Como variables presentes en un sistema de bombeo o componentes principales del mismo se puede citar sistemas de control, motores, bombas, tuberías y válvulas.

Estos elementos en conjunto ayudan a constituir, controlar y abastecer todo el sistema de bombeo, todos sus componentes tendrán que estar controlados y monitoreados, además se realizaran respectivos mantenimientos preventivos, para

así encontrarse operativos siempre en niveles aceptables de tal forma que los desperdicios y sobre consumos se minimicen al máximo.

También se considera como variables de un sistema de bombeo, el caudal, potencia, cavitación, que serán explicados con mayor profundidad a continuación, ya que estas variables siempre van a estar presentes en el sistema.

### ***1.3.1.1 Capacidad o Caudal de Bombeo***

Según MATAIX C. (1982)

**Caudal es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente. Así por ejemplo, en una tubería de agua los litros por hora que circulan a través de un plano transversal a la tubería.**

Entonces se puede decir que caudal, es el volumen por unidad de tiempo, real que atraviesa por el conducto o tubería de descarga de una bomba, como se muestra en la figura 1.2:

**FIGURA 1.2: CAUDAL DE BOMBEO**



**Fuente:** ARMADRILL Ingeniería en Perforación

El caudal siempre dependerá de la capacidad de la bomba, instalada en el sistema de abastecimiento del fluido.

### ***1.3.1.2 Potencia Bombeo***

La potencia que se debe suministrar en el eje de la bomba es mayor a la potencia suministrada por la bomba al fluido que la atraviesa ( $Pot_i$ ), debido a las pérdidas que se producen en la bomba que generalmente son de tres tipos:

- ***Pérdidas volumétricas:*** debidas a corrientes secundarias, falta de hermeticidad, regreso de fluido, etc.
- ***Pérdidas hidráulicas:*** debidas a choques, estrangulamientos, cambios de dirección, fricción, etc.
- ***Pérdidas mecánicas:*** Este tipo se debe al rozamiento entre elementos mecánicos.

La eficiencia de una bomba hidráulica es un coeficiente adimensional que evalúa la potencia disipada en estas pérdidas.

### ***1.3.1.3 Cavitación***

Según VIEDMA A. y ZAMORA B. (1997)

**La cavitación se produce por la vaporización localizada de líquido a causa de la reducción local de la presión por efectos dinámicos. El fenómeno se caracteriza por la formación de burbujas de vapor en el interior del flujo o sobre las superficies sólidas en contacto con él.**

### ***1.3.2 Elementos de Control en un Sistema de Bombeo***

Dentro de los elementos que ayudan al control en un sistema de bombeo se tiene los siguientes: válvulas, medidores de caudal, manómetros, etc. Estos elementos ayudan a visualizar y controlar presión, caudal, etc., para que el sistema de bombeo se encuentre trabajando en parámetros normales. La siguiente figura 1.3, muestra un sistema de bombeo con sus respectivos elementos de medición y control.

**FIGURA 1.3: SISTEMA DE BOMBEO-ELEMENTOS DE CONTROL**



Fuente: CICOSAS.COM

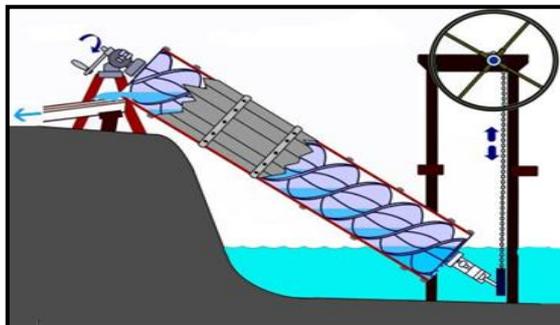
## 1.4 Clasificación de Bombas

Según CORCHO F. y DUQUE J. (2005)

**La bomba hidráulica es la maquina más remota de la que puede dar cuenta la historia de la humanidad; sus primeras versiones fueron las ruedas prensas, las ruedas de agua o norias y el tornillo de Arquímedes, las que sustituyeron la energía natural por el esfuerzo muscular. Aún persiste su uso en los tiempos actuales.**

El tornillo de Arquímedes, es el elemento que se lo utilizó como herramienta para elevar agua de un lugar a otro en la antigüedad, como se muestra en la figura 1.4:

**FIGURA 1.4: TORNILLO DE ARQUÍMEDES**



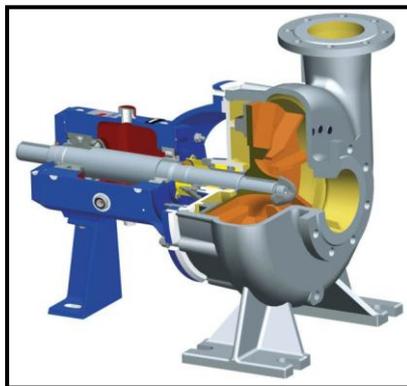
Fuente: <https://echino.wordpress.com/tag/tornillo-de-arquimedes/>

Las bombas hidráulicas son dispositivo que recibe energía mecánica de un motor impulsor y transfiere esta energía a un fluido que la atraviesa. Como motores impulsores se utilizan: motores eléctricos. Motores de combustión interna, turbinas de vapor, etc.

Las bombas son máquinas usadas para mover fluidos a través de tuberías mediante diferentes transformaciones de energía, ya que no puede ser solo energía eléctrica sino también energía química como en el caso de motores que utilizan combustible fósil. La rotación del impulsor en el interior de la bomba crea un vacío dando lugar a una fuerza de succión que favorece la entrada de fluido en la bomba; dentro de la bomba se incrementa la velocidad del fluido, logrando así su movimiento.

El fluido que trae velocidad y por tanto energía cinética es expandido en el difusor o en la voluta de la bomba transformando la energía cinética en energía de presión al reducirse la velocidad del líquido. A continuación se presenta una bomba hidráulica con un corte interior, como lo muestra la figura 1.5:

**FIGURA 1.5: BOMBA HIDRÁULICA**



**Fuente:** <https://temariosformativosprofesionales.wordpress.com/category/monograficos/page/3/>

#### ***1.4.1 Clasificación***

Según McNAUGHTON K. (1984).

**En la actualidad se puede decir que existen muchos o diferentes tipos de bombas y diferentes maneras de clasificarlas. La clasificación más difundida es la que reúne a**

los grupos principales de bomba: las bombas rotodinámicas (desplazamientos negativo) y las volumétricas (de desplazamiento positivo).

Según VIEJO M. (2005) “Las bombas rotodinámicas, centrifugas (radiales y radioaxiales) y axiales desarrollan grandes presiones si se aumenta el número de pasos; pero si el número de éstos es excesivo, la eficiencia disminuye mucho”.

Según McNAUGHTON K. (1984). “En las bombas de desplazamiento positivo la energía es periódicamente suministrada al fluido por la aplicación de fuerza directa sobre un volumen de líquido el cual incrementa su presión al valor requerido para moverse en la tubería de descarga”.

Las bombas de desplazamiento positivo más usadas en la industria son las reciprocantes y rotativas, en la siguiente tabla se muestra una clasificación de los diferentes tipos de bombas hidráulicas existentes en el mercado, como se muestra en la tabla 1.1:

**TABLA 1.1: CLASIFICACIÓN DE BOMBAS HIDRÁULICAS**

<b>Bombas</b>	<b>Tipos</b>	<b>División</b>
Bombas Rotodinámicas (Desplazamiento Negativo)	Centrifugas	-
	Diagonales	-
	Axiales	-
Bombas Volumétricas (Desplazamiento Positivo)	Reciprocantes	De Pistón
		De Diafragma
	Rotativas	De Engranajes
		De Tornillo
		De Paletas
		Multipistón

Fuente: Aguinaga A 2010.

La clasificación anterior, nos permite apreciar la gran diversidad en tipos de bombas que existen, y sí a ello agregamos los materiales de fabricación, una infinidad en tamaños de acuerdo al uso para el que se requiera el equipo, como puede ser, para manejo de presiones sumamente variables, diferentes líquidos, pastas de papel, concreto y en fin para el elemento que se desee manipular, entenderemos la importancia de este tipo de maquinaria.

Dentro de ésta clasificación los tres tipos de bombas más comúnmente utilizadas son:

- ✓ Centrífugas.
- ✓ Rotatorias.
- ✓ Reciprocantes.

Este tipo de bombas van a ser detalladas más afondo por ser las más utilizadas y comunes para bombear de líquidos.

- ***Bombas centrífugas***

Según SOTO J. (1996)

**Una bomba centrífuga es una máquina que tiene un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una coraza. Las paletas proporcionan energía al fluido el cual es impulsado por la fuerza centrífuga hacia la coraza en donde gran parte de la energía de movimiento es transformada a presión.**

Si se tiene un cubo lleno de agua atado al extremo de una cuerda, y se lo pone a girar, el agua contenida en el cubo permanecerá ahí, pegándose al extremo del cubo con una fuerza originada por la velocidad rotacional. Esa es la fuerza centrífuga, y es la base del principio de operación de las bombas centrífugas.

Imaginando un impulsor en reposo dentro del agua. Si dicho impulsor se pone a girar, el agua saldrá impulsada por entre los álabes del mismo. A medida que el agua es arrojada fuera de los álabes, más agua llega al centro del impulsor, por ser ésta la zona de menor presión; por ello es ahí donde generalmente se coloca la solución que alimenta el sistema.

Al continuar girando el impulsor, más agua es expulsada y más agua llega al centro del impulsor, manteniéndose así un flujo continuo, sin variaciones de presión; estas son las características principales de las bombas centrífugas.

Si el impulsor se coloca dentro de un envolvente o carcasa, el flujo es dirigido a donde se lo requiera, para lograr de ésta manera el objetivo deseado.

Algunas características de estas bombas son las siguientes:

- ✓ Descarga de flujo continuo, sin pulsaciones.
- ✓ Puede bombear todo tipo de líquidos, sucios abrasivos, con sólidos, etc.
- ✓ Altura de succión máxima del orden de 4.5 metros de columna de agua.
- ✓ Rangos de presión de descarga hasta de 150 kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Rangos de volúmenes a manejar hasta de 20,000 m<sup>3</sup>/hr.

El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga, pues es el componente que imprime la velocidad al fluido; consiste en un cierto número de aspas o álabes curvados con una forma tal que permite un flujo continuo del fluido a través de ella. El diseño de los impulsores se hace en función del fluido a bombear, pudiendo ser abiertos, semi-cerrados y cerrados.

La carcasa de una bomba centrífuga, también con la posibilidad de ser de diferentes diseños, tiene la función de hacer la conversión de energía cinética o de velocidad que se imparte al fluido por el impulsor, en energía de presión o potencial. Existen dos tipos básicos de carcasas: de tipo espiral y de tipo difusor.

En las carcasas de tipo espiral, el impulsor descarga el fluido en un área que se expande gradualmente, disminuyendo así la velocidad para irse convirtiendo en energía de presión.

La carcasa de tipo difusor, se basa en unas guías estacionarias con una trayectoria definida, que va ampliando el área desde el impulsor hacia la propia carcasa, haciendo también la conversión de energía cinética (velocidad) a energía potencial en el flujo (presión).

Si la combinación de carga (presión que tiene que vencer con la bomba), que se requiere es mayor de la que se puede desarrollar con un solo impulsor, se puede hacer una combinación de ellos, con el flujo en serie donde el primer impulsor descarga a la succión del segundo, y así sucesivamente.

Por lo general siempre se trata que el sistema posea una presión constante y ya depende de la persona a cargo tomar la decisión de comprar una bomba de mayor tamaño que cumpla con la presión que necesita el sistema o a la vez realizar la combinación antes mencionada para mantener un flujo constante a lo largo de todo el sistema. En éstos casos el gasto se mantiene constante a lo largo de los distintos impulsores, pero la presión va adicionándose de impulsor en impulsor. Estas bombas se conocen como multi-etapas o de varias etapas.

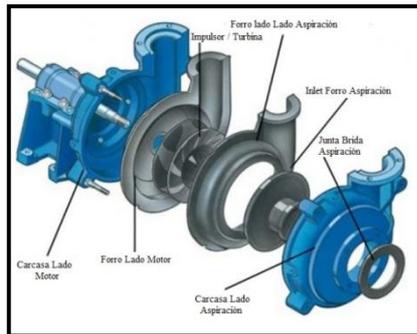
A diferencia de otros tipos de bombas, las centrífugas, operando a velocidad constante proporcionan un flujo desde cero hasta su valor máximo, en función de las siguientes condiciones:

- ✓ Carga.
- ✓ Diseño propio.
- ✓ Condiciones de succión.

Existen curvas características, típicas, de bombas centrífugas, donde se puede interrelacionar la presión de descarga (carga), capacidad, potencia requerida y eficiencia de operación de la bomba.

La presión requerida del sistema se obtiene de la combinación de la carga estática más la presión diferencial del sistema. La curva de pérdidas de fricción es la suma de las pérdidas producidas en tuberías, conexiones y válvulas. Ya que la carga por fricción varía en proporción cuadrática al flujo, la curva característica es generalmente una parábola. Analizando en forma sobrepuesta las curvas de capacidad-carga de la bomba con la carga del sistema, se obtienen los puntos de capacidad y carga en las cuales la bomba podrá operar para ese sistema en particular. La siguiente figura 1.6 muestra una bomba centrífuga y las partes que la conforman.

**FIGURA 1.6: BOMBA CENTRÍFUGA**

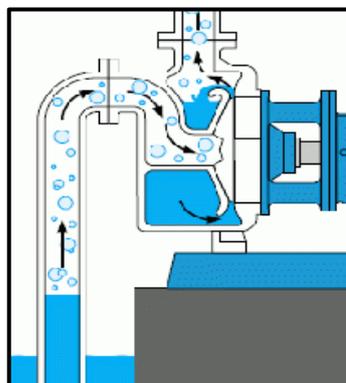


**Fuente:** <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/18583520/Te-gusta-la-mecanica-Te-regalo-mis-documentos-Parte-2.html>

Dentro de este tipo de bombas se encuentra las bombas centrifugas autocebantes, mismas que poseen un pequeño reservorio de agua incorporado al cuerpo de la bomba, hay que tener en cuenta que si una bomba es autocebante esta no puede realizar la succión completamente descebada, sin nada de líquido en su interior o que su poder de succión sea infinito.

Con lo que respecta al cebado, la cámara donde trabaja el impulsor debe estar lleno de líquido, ya que su condición de autocebante se refiere a la capacidad de autocebar la cañería de succión, por lo que son excelentes para suministro de agua en edificios, en cuanto a la capacidad de aspirar que posea la bomba dependerá de las características, del trayecto de la succión, entre otros parámetros. La siguiente figura 1.6, muestra una bomba autocebante en funcionamiento.

**FIGURA 1.7: BOMBA CENTRÍFUGA AUTOCEBANTE**



**Fuente:** [http://www.la-llave.com/bo/news4/cuando-y-por-que-elegir-una-bomba-centrifuga-autocebante.html&m=\[Email\]](http://www.la-llave.com/bo/news4/cuando-y-por-que-elegir-una-bomba-centrifuga-autocebante.html&m=[Email])

- ***Bombas rotatorias***

**Según AGUINAGA A. (2010). “Las bombas rotatorias, en sus diferentes variedades, se consideran de desplazamiento positivo, pues su principio de operación está basado en un transporte directo del fluido de un lugar a otro”.**

Los elementos rotatorios de la bomba crean una disminución de presión en el lado de succión, permitiendo así que una fuerza externa (en ocasiones la presión atmosférica) empuje al fluido hacia el interior de una cavidad; una vez llena ésta, los elementos rotatorios, en su propia rotación, arrastran o llevan el fluido que quedó atrapado en la mencionada cavidad, formada por la parte rotatoria de la bomba y la carcasa (estacionaria), siendo empujado hacia la descarga, forzándose a salir.

En este tipo de bombas entonces el fluido es prácticamente desplazado de la entrada hacia la salida en un movimiento físico de traslación.

Los tipos de bombas rotatorias más comunes son las llamadas de engranes, tanto externos como internos, bombas de lóbulos y bombas de tornillo. Algunas de las características de las bombas rotatorias son las siguientes:

- ✓ Producen flujo continuo, sin pulsaciones.
- ✓ Su capacidad de succión es de 0.65 atmósferas.
- ✓ Su capacidad de flujo es generalmente de bajo rango.
- ✓ Su rango de presión de descarga es medio, del orden de 20 kg/cm<sup>2</sup> máximo.

Por sus características de operación, la capacidad de manejo de flujo en una bomba rotatoria, está en función de los siguientes aspectos.

- ✓ Tamaño.
- ✓ Velocidad de rotación.

Pueden usarse para líquidos con cualquier índice de viscosidad, pero son bombas sensibles a la presencia de abrasivos, por la gran fricción que hay entre los engranes o lóbulos y el fluido. En particular su rango de fluidos más adecuado, son los de alta viscosidad como grasas, mezclas, pinturas, etc.

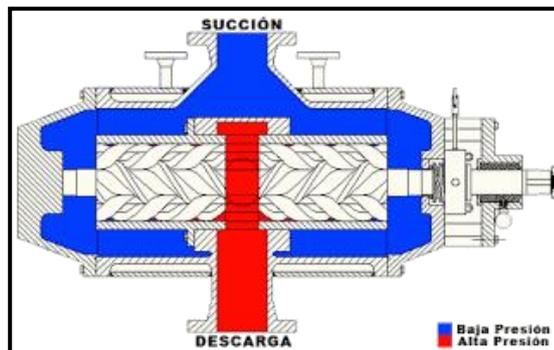
También, por su adecuado control de volúmenes en función de la velocidad, son adecuadas para usarse como bombas dosificadoras de productos que deben ser medidos con precisión.

De los diferentes tipos de bombas rotatorias, las más conocidas y simples son las llamadas de engranes.

Otra variedad, son las llamadas de tornillo, que pueden tener 1, 2 o hasta 3 tornillos, dependiendo de la capacidad y presión requerida. Existen modificaciones como las llamadas de “cavidad viajera”, consistente en un rotor con forma de tornillo helicoidal, mientras que el estator tiene un espiral doble opuesto al espiral del rotor. Los espacios entre rotor y estator atrapan el material, y en cada revolución lo mueven continuamente hacia la descarga.

La siguiente figura 1.7, muestra la bomba de tornillo con un corte superior dónde se puede observar sus elementos internos.

**FIGURA 1.8: BOMBA DE TORNILLO**



Fuente: <http://www.dibyasa.com/dost.php>

- ***Bombas Reciprocantes***

Según MOTT R. (2006)

**Las características de operación de las bombas de desplazamiento positivo las hacen muy útiles en el manejo de fluidos tales como agua, aceites hidráulicos en sistemas de alimentación de fluidos, químicos, pinturas, gasolinas, grasas,**

**adhesivos y en algunos productos alimenticios. Puesto que la entrega es proporcional a la velocidad de rotación de motor, estas bombas pueden utilizarse para medición.**

Como su nombre lo indica, producen el bombeo de fluidos con base a un movimiento reciprocante de uno o varios pistones, siendo por ello también bombas de desplazamiento positivo.

La bomba reciprocante tiene la particularidad de producir un flujo pulsante en función del movimiento de su(s) pistón(es). Su capacidad máxima de succión recomendada es de 0.65 atmósferas (6.5 metros de columna de agua) (aunque teóricamente pueden succionar a 1 atmósfera), y pueden construirse para trabajar a presiones hasta de 1,000 kg/cm<sup>2</sup>.

Por sus características, su aplicación es amplia donde se requieren altas presiones, o volúmenes controlados de fluido, por lo que se usan mucho en líquidos de alta viscosidad y en el campo de medición y dosificación.

Las bombas reciprocantes no hacen succión en los fluidos a manejarse. Al avanzar el pistón se hace una reducción de presión en la cámara de succión, requiriéndose de una fuerza externa (generalmente la presión atmosférica) que empuja el fluido a la cámara.

La capacidad o flujo a manejarse por la bomba está en función de la velocidad, y existe una interrelación entre la temperatura y la viscosidad del fluido, que afectan también la capacidad en el manejo del fluido. La siguiente figura 1.8, muestra una bomba reciprocante con un corte lateral dónde se observa el funcionamiento.

**FIGURA 1.9: BOMBA RECIPROCANTE**



Fuente: <http://ary-martinez17.blogspot.com/>

Cada tipo de bomba que existe se utiliza para determinado líquido o elemento, generalmente ya especificado por el fabricante, porque no se puede utilizar o no es recomendable que una misma clase de bomba abastezca una diversidad de posibles flujos de bombeo, ya que al realizar ese procedimiento se afecta directamente el correcto funcionamiento del equipo e inclusive se puede llegar al daño parcial o en el peor de los casos total de la bomba de una forma prematura ya que el desgaste será muy vertiginoso.

## 1.5 Agua Potable

Se puede denominar como agua potable, aquella que se encuentra apta para el consumo humano, ya que esta puede ser consumida sin restricción alguna gracias a un proceso de purificación a la que se somete con anterioridad, por lo que no representa ningún riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

El agua potable será tratada de la manera más higiénica posible con el fin de garantizar su pureza, tanto en la captación, almacenamiento y distribución del líquido vital, además tendrá que enmarcarse en normas vigentes para encontrarse apta para el consumo humano sin riesgo para la salud. Como se muestra en la figura 1.9:

**FIGURA 1.10: AGUA POTABLE**



**Fuente:** <http://www.24bares.com/sociedad/49407-falta-agua-en-capital-y-el-conurbano-por-la-bajante-del-rio-de-la-plata/>

El agua es un derecho que todos los seres humanos poseen, por ser una de las principales fuentes de vida, pero de igual manera se tiene la obligación de cuidarla y mantenerla siempre limpia y libre de contaminantes, es obligación de todos no mal gastar o dañar las reservas de agua dulce que se encuentran en el mundo ya que es un recurso finito, y con el paso del tiempo se irá perdiendo poco a poco si no se toma conciencia hoy, y se empieza a dar un mejor uso y cuidar el líquido vital de todos los seres vivos.

### ***1.5.1 Consumo Urbano***

Se puede llamar consumo urbano de agua potable, a toda el agua que es consumida por los habitantes de los edificios dentro de una zona urbana, está a la vez sea suministrada por una empresa ya sea pública o municipio local, y que haya recibido un tratamiento previo de potabilización antes de ser consumida por los humanos.

El consumo de agua a nivel urbano es constante y crece de acuerdo al clima, podemos notar que en la ciudad de Quito el consumo de agua aumento en un 12% durante el presente verano según lo informó Jaime Garzón, subgerente de la empresa metropolitana de agua potable.

Otro de los factores que aumenta el consumo del líquido vital es la constante creciente de la población, y más aún en una ciudad capital como lo es Quito.

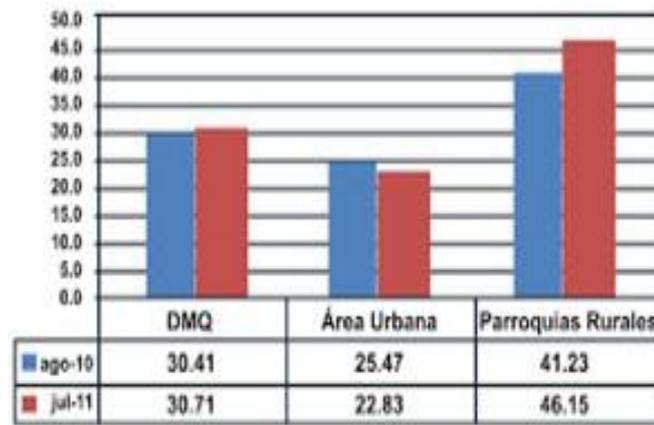
La ciudad de Quito, tiene una cobertura de agua potable del 97,88% en el área urbana y 90,67% en el área rural. El total de agua que la ciudad consume cada día de promedio es de 639 millones de litros de agua, con esa cantidad de agua se puede llenar un total de 255.600 piscinas de tamaño olímpico (50 metros ancho x 25 metros de ancho y 2 metros de profundidad). Esto equivale a un consumo de 7400 litros por segundo (7,4m<sup>3</sup>). Esto significa que cada habitante de Quito (2,4 millones personas) consume de promedio 266 litros diarios, si consideramos que el 30% del agua producida no se factura, el consumo promedio sería de 186 litros/persona/día. Los valores de consumo diarios pueden variar de acuerdo a la época del año, y la cantidad de agua distribuida en la ciudad que varía entre 7,1 y

7,6 m<sup>3</sup>/seg. Quito consume 639 millones de litros de agua por día, y su demanda va en aumento.

De acuerdo a datos de la Empresa Pública de Agua y Saneamiento de Quito, a julio de 2011, el 30,71% del agua corresponde a agua no contabilizada, es decir el agua que a pesar de haber sido potabilizada y distribuida no ha sido facturada. Esto representa un volumen de 2,27 m<sup>3</sup>/seg de agua, que equivale a un total de 196 millones de litros de agua al día que se pierden, ya sea por fugas, robo, o conexiones clandestinas. Los 2,27 m<sup>3</sup>/seg pueden satisfacer las necesidades de alrededor de 1,3 millones de personas con un consumo de 150 litros de agua al día.

La siguiente tabla 1.2, muestra el índice de agua potable que se distribuye en el distrito metropolitano de Quito.

**TABLA 1.2: ÍNDICE DE AGUA DISTRIBUIDA Y NO FACTURADA**



Fuente: EPMAPS, 2012

De acuerdo a la información disponible el consumo de agua por habitante para algunas ciudades del Ecuador es la siguiente:

- Quito 190-266 litros/habitante/día
- Guayaquil 166 litros/habitante/día
- Cuenca 220 litros/habitante/día

### ***1.5.2 Demanda de Agua Potable***

Podemos destacar que no todas las ciudades del Ecuador cuentan con agua potabilizada por lo que la demanda a nivel nacional será constante y en aumento, considerando que para obtener agua potable, este fluido debe atravesar por un proceso de filtrado y purificación es evidente que este recurso potable tiene un costo adicional que lo hace no asequible para otras ciudades fuera del distrito metropolitano Quito.

Todas las autoridades y gobernantes del país deben encaminar esfuerzos para lograr que el agua potable pueda llegar a todos los rincones del Ecuador garantizando así una mejor calidad de vida de las personas, porque el consumir agua potable ayuda obtener mejorar la salud.

## **1.6 Consumo Energético**

La energía es un recurso escaso que cada día tiene un precio mayor, aunque no se lo pueda notar tan grande económicamente hablando, pero sí en cuanto daños al ambiente ya que generar energía siempre producirá contaminación ambiental ya sea de una forma directa o indirectamente.

Es por eso que la reducción del consumo de energía siempre tendrá un impacto favorable en el no aumento de efecto invernadero e implica una reducción en la emisión de CO<sub>2</sub>.

Según ZUGARRAMURDI A. y PARÍN M. (1999)

**El consumo real de energía de cualquier tipo depende, en la práctica, del tipo de tecnología usada, de la eficiencia con la cual es utilizada. En países en vías de desarrollo dónde la mano de obra especializada para la operación y mantenimiento, es escasa o con falta de capacitación, o dónde los equipos deben**

**seguir utilizándose más allá de su vida útil, por falta de capital para renovarlos, no es difícil encontrar casos de consumo energético mucho mayores que los que deberían esperarse de las características y especificaciones iniciales de los equipos.**

Por lo general lo que se desea en un sistema es el aumento de la eficiencia, que permita obtener mejores resultados con el mismo o menor consumo de energía, de tal manera que se minimicen al máximo toda clase de pérdidas.

El consumo eléctrico de un sistema, va a depender de la buena o mala utilización que se le dé a los componentes que lo conforman, aplicando tanto la tecnología existente como equipos disponibles, ya que muchas veces a un sistema se lo sobrecarga con trabajo extra para el que fue dimensionado inicialmente.

#### ***1.6.1 Eficiencia Energética***

Al logra obtener un sistema con eficiencia energética, claramente se reducirán sobreconsumos o consumos excesivos e innecesarios de energía que se tiene con el trabajo o funcionamiento de los equipos.

Según PEDRAZA A. y ROSAS R. (2011)

**Realizar un Plan Integral de Eficiencia Energética (PIEE) en un sistema de agua, implica el desarrollo de una secuencia ordenada y escalonada de etapas que lleven a determinar dónde y cuánta energía se utiliza a lo largo del sistema, el grado de eficiencia con la que es empleada esa energía, las medidas y proyectos específicos que permitan reducir su consumo y su costo, el costo-beneficio o la rentabilidad de dichas acciones, el plan de implementación de las mismas, y los métodos de evaluación y monitoreo de los resultados.**

Se puede concluir que la eficiencia energética trata en optimizar de mejor y adecuada manera toda la energía que se proporciona a un sistema, independientemente de la función o utilidad que se le dé, esto puede ser para agua,

hidrocarburos, ventilación, etc., la idea es consumir de forma eficiente y eficaz la energía para evitar pérdidas en el sistema o reducirlas al máximo.

### ***1.6.2 Consumo de Energía en Sistemas de Bombeo***

El consumo de energía eléctrica dentro de un sistema de bombeo y específicamente en el motor de la bomba, siempre va depender del correcto y buen funcionamiento que tengan en conjunto sus elementos.

Es indispensable que todos los componentes no se encuentren dañados o sobredimensionados, porque del buen funcionamiento de sus elementos y principalmente de la unión motor-bomba del sistema, dependerá si existe un consumo adecuado o sobre consumo de energía.

Por lo general en un sistema de bombeo la capacidad inicial para el que fue diseñado dicho sistema ira quedando o será insuficiente con el paso del tiempo, todo esto debido al aumento de usuarios conjuntamente con mayor número de tomas de agua la demanda se incrementa.

A más del incremento por consumidores, se encuentran las horas pico dónde se duplica consumos. Además, si a todo esto se le suma inadecuados o nulos mantenimientos de los elementos y específicamente del conjunto motor-bomba el consumo de energía ira en aumento fácilmente y en gran escala.

Para lograr un óptimo y adecuado consumo de energía basta con llevar un adecuado plan de mantenimiento del sistema y dimensionar adecuadamente equipos en función a la demanda real que se tenga de los lugares de consumo del edificio, también será adecuado realizar un dimensionamiento proyectándose a futuros incrementos en cuanto a nuevos puntos de suministro de agua.

Hay que tener en cuenta que con el paso de los años y por exceso de trabajo los elementos y componentes del sistema de bombeo se irán desgastando o sufriendo averías, las mismas que no siempre pueden ser graves o que requieran sustituciones parciales o totales, pero de no ser solucionadas o reparadas a tiempo,

pueden producir daños más graves que lleven al cambio completo del conjunto motor-bomba.

## **1.7 Sistemas Informáticos**

**Según, MOTT R. (2006) “Comercialmente hay paquetes de software numerosos para diseñar sistemas de bombeo y tubería que generan buen rendimiento del flujo de fluido, y que son seguros en cuanto a los esfuerzos en el sistema, tubería, apoyos y anclajes”.**

La informática actualmente toma parte en cada ámbito de nuestras vidas así mismo en el mercado de equipos industriales el fabricante facilita los medio para que la selección de equipos sea fácilmente asimilado, por sus vendedores y cliente final.

Esto da paso a que tengamos la facilidad de acceder a este tipo de software y lo podamos utilizar a nuestra conveniencia para realizar el estudio planteado y corroborar la información que un sistema de bombeo está funcionando correctamente o sugerirá una mejor opción para aprovechar de mejor manera los recursos energéticos.

### ***1.7.1 Tipos de Software***

En la actualidad, existe una gran cantidad de software producido en ambientes Web, la mayor parte de trabajos se facilitan gracias a estos paquetes informáticos, y ya que la tecnología avanza cada día en todos los ámbitos, actualmente se puede obtener datos fácilmente y desde la comodidad de un ordenador y estos a la vez corroborarlos con los reales para sacar las mejores conclusiones en mejora del producto final que se desee obtener.

Hay dos tipos principales de software: el software del sistema y el software de aplicaciones y cada uno realiza una función diferente, a continuación se definirán

estos dos tipos de sistemas que exista una mejor comprensión del tema y su relación con el programa WinPSP, el cual se detallara más adelante.

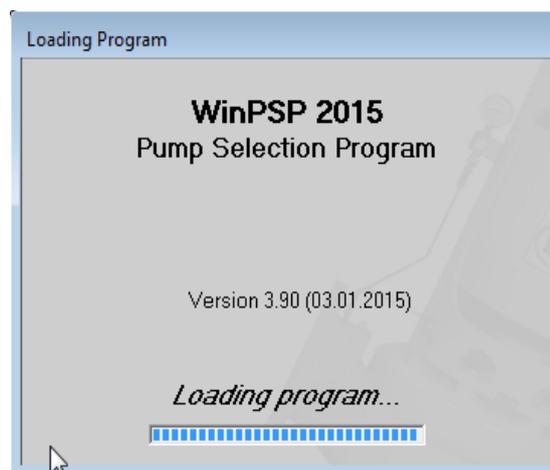
Según LAUDON K. y LAUDON J. (2004) definen estos dos tipos así:

**El software del sistema es un conjunto de programas generalizados que administra los recursos de la computadora, como el procesador central, los enlaces de comunicaciones y los dispositivos periféricos... El software de aplicaciones describe los programas escritos para o por los usuarios para solicitar una tarea específica a la computadora. El software para procesar un pedido o generar una lista de envío es el software de aplicaciones.**

### ***1.7.2 Programa WINPSP***

Este programa se encuentra dentro del software de aplicaciones ya que es diseñado como herramienta que permitir al usuario, uno o diversos tipos de trabajos y que los puede ir relacionando entre sí para obtener varias opciones de dónde se pueda elegir, la siguiente figura 1.10 muestra la ventana inicio de carga del programa WinPSP.

**FIGURA 1.11: INICIO DEL PROGRAMA WinPSP.**



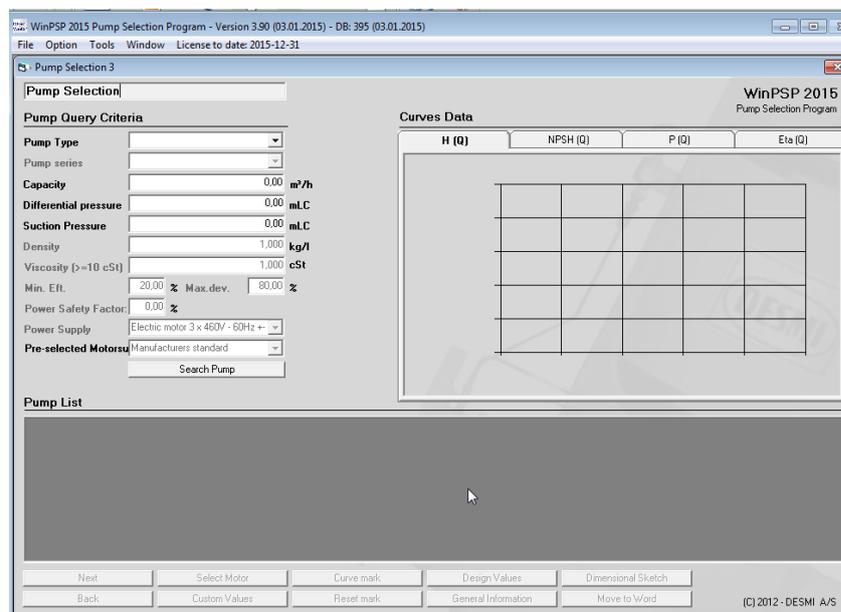
**Fuente:** WinPSP 2015

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

El software WINPSP fue creado por la empresa danesa DESMI y actualmente es una herramienta que permite al usuario realizar un completo análisis del funcionamiento, tanto en bombas como su sistema, así como también permitirá obtener sugerencias para, si fuera el caso reemplazar el tipo de bomba por otra que tenga características diferentes que se acoplen mejor a la demanda proporcionada del sistema.

En la siguiente figura 1.11, se muestra la ventana donde se puede iniciar con el trabajo de análisis y selección de equipos.

**FIGURA 1.12: VENTANA DE INICIO DE TRABAJO**



**Fuente:** WinPSP 2015

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

Este programa ayuda al usuario a simplificar el trabajo, en cuanto a la búsqueda de información para bombas, ya que el programa posee una gran gama de opciones de dónde se puede escoger la más adecuada o que se ajuste mejor a la capacidad que se necesita.

El sistema tiene la capacidad de mostrar varias opciones que varían entre; diámetro del impulsor, revoluciones por minuto (rpm), potencia, eficiencia, he

incluso el costo económico que posee con relación a otras elecciones, todos estos datos serán analizados por el usuario final para escoger la más adecuada al proceso y presupuesto con el que se cuente.

## 1.8 Marco Conceptual

Dentro del marco conceptual se desglosara varios términos que han sido utilizados en el desarrollo de este primer capítulo, esto con la intención de mejorar, en caso que se requiera, el entendimiento del texto escrito.

A continuación se detalla cada término en negritas y su respectivo concepto, para una mejor comprensión:

**Rpm.-** Revoluciones por minuto.

**PIEE.-** Plan Integral de Eficiencia Energética.

**EPMAPS.-** Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

**Dosificación.-** Establecer proporciones apropiadas del fluido al determinado sistema.

**Impulsor.-** Elemento rotativo de una bomba, que impulso el fluido.

**Rotación.-** Giro del impulsor en su propio eje.

**Succión.-** Extracción del líquido.

**Descarga.-** Salida del líquido después de ser succionado.

**Energía cinética.-** Energía producida por el movimiento, en este caso del agua.

**Fuerza Centrifuga.-** Es la fuerza que se genera por el giro del Impeler.

**Coraza.-** cubierta resistente de metal que posee la bomba.

**Alabes.-** Es la paleta curva que conforma el impulsor, en el interior de la bomba.

**Potencia.-** Fuerza que produce un motor para suministrarle a la bomba de agua.

**Eficiencia.-** Capacidad para cumplir adecuadamente el trabajo, minimizando al máximo las pérdidas de energía

**Fricción.-** Rozamiento de dos partes una fija y otra móvil, que producen calor.

**Cavidad.-** Espacio hueco en el interior de la bomba.

**Engranes.-** Elementos que se acoplen entre sí, para producir movimiento en el líquido al atravesarlos.

**Viscosidad.-** Resistencia que ofrece un fluido al movimiento relativo de sus partículas.

**Abrasivos.-** Desgaste por fricción en una superficie.

**Estator.-** Parte fija del motor dentro del cual gira la parte móvil o rotor.

**Rotor.-** Parte móvil del motor que gira dentro del estator.

**Purificación.-** Eliminación de las impurezas presentes en el agua, para que sea apta para el consumo humano.

## **CAPÍTULO II**

### **2. ENTORNO DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Reseña Histórica**

En el año 2005, se contrató al Arq. Ramiro Dávalos para elaborar los planos de construcción del edificio “Alejandros” el cual estaría ubicado en la ciudad de Quito, en las calles Amagásí del Inca lote E14-68, en el año 2006 el municipio de Quito aprueba dichos planos y se procede con la ejecución de la obra.

La obra es entregada en el año 2007, y se verifica que la construcción cuenta con 9 departamentos, dos departamento por piso y uno adicional en la planta baja.

El sistema de bombeo de agua potable sería instalado meses después en el edificio, pero solo contando que el edificio en ese entonces solo tenía 2 condóminos, el sistema abastecía con normalidad a dos departamentos.

Tiempo después el resto de departamentos fueron vendidos y los nuevos propietarios presentaron inconformidades por el suministro de agua potable. Es así que hasta la fecha el edificio se mantiene con esta deficiencia y esto involucra el buscar la manera encontrar una solución al respeto.

En el año 2015 estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi proponen estructurar una propuesta de mejoramiento para el sistema de bombeo y la idea fue aceptada con el apoyo de todos los propietarios del edificio.

## **2.2. Metodología de la Investigación**

La investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo; cualitativo porque se propuso estructurar una propuesta de mejoramiento del sistema de bombeo de agua potable por medio del software WinPSP, para el edificio “Alejandros” ubicado en la ciudad de Quito; y cuantitativo porque se diseñaron cuadros y gráficos estadísticos con porcentaje y éstos fueron analizados e interpretados cualitativamente. También se consideró como proyecto factible por su relación entre el marco teórico, los resultados y la perspectiva de solución al problema.

### ***2.2.1. Tipo de investigación.***

En el desarrollo del trabajo de graduación se aplicó la investigación de tipo descriptiva, ya que, detalló y delimitó los distintos elementos del problema, lo que permitió desagregar la categoría fundamental.

### ***2.2.2 Técnicas e Instrumentos***

Como instrumento de investigación se utilizó un cuestionario de 11 preguntas, las cuales fueron utilizadas en la entrevista a los propietarios de cada departamento, las mismas que constan de interrogantes sobre la necesidad y la importancia de implementar un plan de mejoramiento del sistema de bombeo de agua potable en el edificio “Alejandros” ubicado en la ciudad de Quito.

## **2.3. Unidad de Estudio.**

La unidad de estudio delimitada, para la investigación se consideró al administrador y los condóminos del edificio “Alejandros” con una población total

de 9 personas, una por cada departamento y representando a sus respectivas familias, ya que ellos son directamente beneficiados, con la propuesta de estructurar un plan de mejoramiento del suministro de agua potable.

### **2.3.1. Población de estudio.**

La población o universo con la que se cuenta para la obtención de datos es una población finita, ya que solo son los habitantes que actualmente viven en el edificio “Alejandros”, por ser los directamente beneficiados, se procederá a entrevistar a un representante por cada departamento.

La entrevista se realizó a un solo representante por familia o por departamento, ya que al vivir en el mismo lugar sus opiniones eran relativamente iguales, por lo que bastó con la opinión de una sola persona que diariamente ocupe el abastecimiento de agua potable dentro de su departamento en la edificación.

Por lo antes expuesto, en la siguiente tabla 2.1, se muestra más detalladamente al conjunto de personas que fueron entrevistadas.

**TABLA N°2.1. POBLACIÓN A SER ENTREVISTADOS**

<b>INVOLUCRADOS</b>	<b>NUMERO</b>
Condóminos del edificio	<b>8</b>
Administrador	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

**Fuente:** Administrador del edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

## **2.4. Análisis e Interpretación de Resultados.**

Aplicados los instrumentos para la investigación de campo a los condóminos y administrador de edificio “Alejandros”, se procedió a realizar el análisis

correspondiente de los ítems más importantes con respecto al objetivo que se desea obtener dentro de la propuesta.

Esta información permitió establecer conclusiones importantes a las que llegó el estudio y muestra, la apreciación que poseen los habitantes de la edificación, respecto al funcionamiento actual y la posible propuesta de mejoramiento del proceso operativo del sistema de bombeo para agua potable, en el edificio “Alejandros” .

Cabe destacar que los resultados obtenidos pertenecen a fuentes directas y verídicas, ya que se utilizó la técnica de la entrevista con el cuestionario como instrumento lo que permitió realizar el análisis de los ítems en forma cuantitativa y cualitativa como se presentan a continuación.

#### ***2.4.1. Entrevista aplicada a los condóminos y administrador del edificio “Alejandros”.***

En el edificio “Alejandros” se procedió a tomar una entrevista individual a 8 propietarios de departamentos y 1 administrador, las preguntas aplicadas como las respuestas vertidas por los entrevistados se encuentran en el ANEXO E.

Una vez recolectada toda la información de las entrevistas individuales que se aplicaron a los residentes del edificio “Alejandros” y administradora de mismo, se procedió con su respectiva tabla de resultados, grafico de resultados y el análisis e interpretación de cada pregunta aplicada, cada pregunta contara con una tabla y grafica con los resultados obtenidos.

#### ***2.4.2. Análisis de los resultados de la entrevista aplicada a los condóminos y administrador del edificio “Alejandros”.***

A continuación se muestran las tablas con las preguntas elegidas como primordiales para el caso de estudio, también constar una gráfica y posteriormente de su análisis e interpretación.

**Pregunta N° 1** ¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?

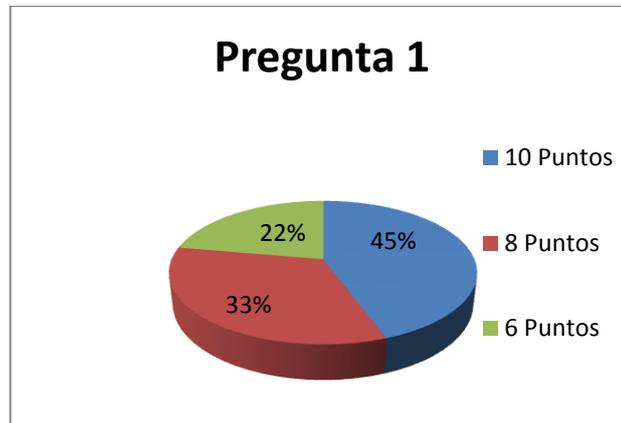
**TABLA N°2.2 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>10 Puntos</b>	4	45%
<b>8 Puntos</b>	3	33%
<b>6 Puntos</b>	2	22%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 1: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 1**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

Del grupo entrevistado, se constató que el 45% de personas tiene 10 puntos de consumo, el 33% de habitantes mencionaron tener 8 puntos de consumo y el 22% afirmaron poseer 6 puntos de consumo de agua potable.

**Interpretación:**

Se constata que en el edificio existen en promedio 8 puntos de consumo de agua en cada departamento, cabe mencionar que en el último piso los dos departamentos existentes solo poseen 6 puntos de consumo de agua cada uno.

**Pregunta N° 2** ¿A qué piso pertenece su departamento?

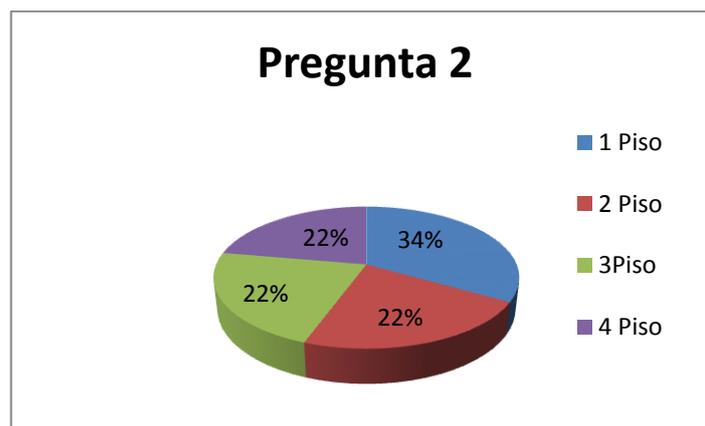
**TABLA N°2.3 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 2**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>1 Piso</b>	3	34%
<b>2 Piso</b>	2	22%
<b>3 Piso</b>	2	22%
<b>4 Piso</b>	2	22%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 2: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 2**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

De la entrevista, se obtuvo que el 34% equivalente a 3 familias, mencionaron vivir en el primer piso, mientras que el 22% equivalente a 2 familias viven en el segundo piso, misma situación se sucede en el tercer piso y cuarto piso.

**Interpretación:**

Se constata que el edificio posee cuatro pisos, donde se encuentran distribuidos 2 departamentos en cada piso, además uno adicional en el primer piso para la administración.

**Pregunta N° 3** ¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?

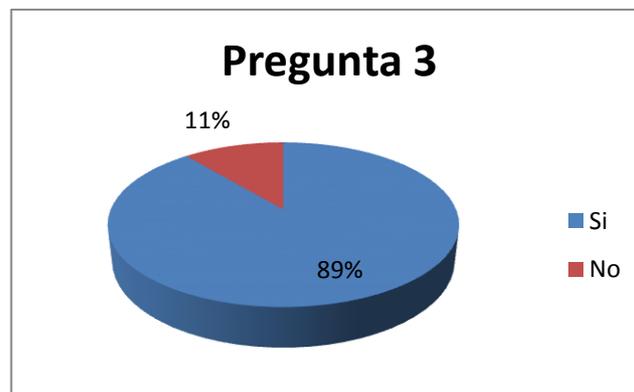
**TABLA N°2.4 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	8	89%
No	1	11%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 3: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 3**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

Del grupo entrevistado, se obtuvo un 89% de respuestas afirmativas y 11% con respuestas negativas, y donde 6 personas respondieron que sentían variación de energía en la noche y 2 personas afirmaron que sentían esta variación durante el día

**Interpretación:**

Se constata que en el edificio existen bajas de corriente, se puede creer que esto se debe a picos del consumo durante el encendido de la bomba de agua potable.

**Pregunta N° 4** ¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo?

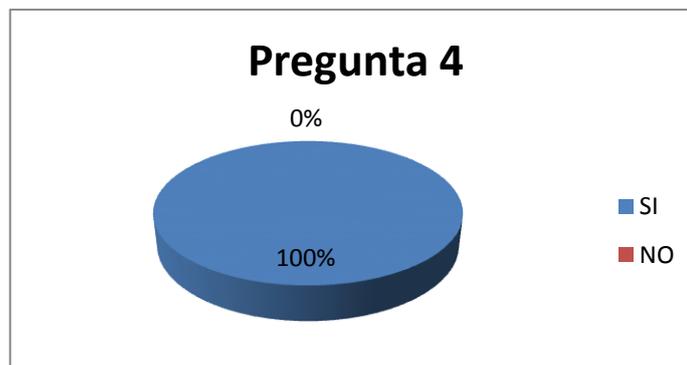
**TABLA N°2.5 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<b>Si</b>	9	100%
<b>No</b>	0	0%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 4: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 4**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

El 100% de los entrevistados dijeron que para ellos es importante mejorar el sistema de bombeo.

**Interpretación:**

Se comprobó que todos los condóminos del edificio consideran que es importante mejorar el sistema de bombeo que actualmente tienen.

**Pregunta N° 5** ¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio?

**TABLA N°2.6 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 5**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	9	100%
No	0	0%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 5: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 5**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

Claramente se nota que el 100% de los entrevistados respondió afirmativamente, que a futura el consumo de agua se incrementara.

**Interpretación:**

Todos los condóminos creen que a futuro la demanda en el edificio se incremente.

**Pregunta N° 6** ¿Cree usted que es importante ahorrar energía?

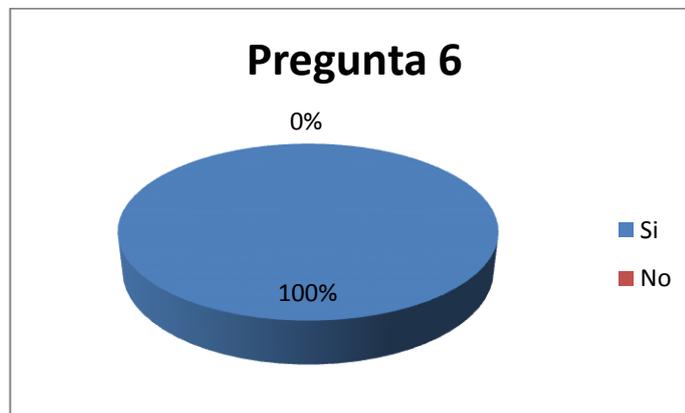
**TABLA N°2.7 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 6**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Si</b>	9	100%
<b>No</b>	0	0%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 6: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 6**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

Claramente se nota que el 100% de los entrevistados respondió afirmativamente, que es importante el ahorro de energía.

**Interpretación:**

Todos los condóminos creen que es importante ahorrar energía.

**Pregunta N° 7** ¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?

**TABLA N°2.8 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 7**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	0	0%
No	9	100%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 7: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 7**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

El 100% de los entrevistados están inconformes con el abastecimiento de agua en su departamento.

**Interpretación:**

Confirmamos que todos los residentes de edificio se sienten inconformes con el abastecimiento de agua potable.

**Pregunta N° 8** ¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico?

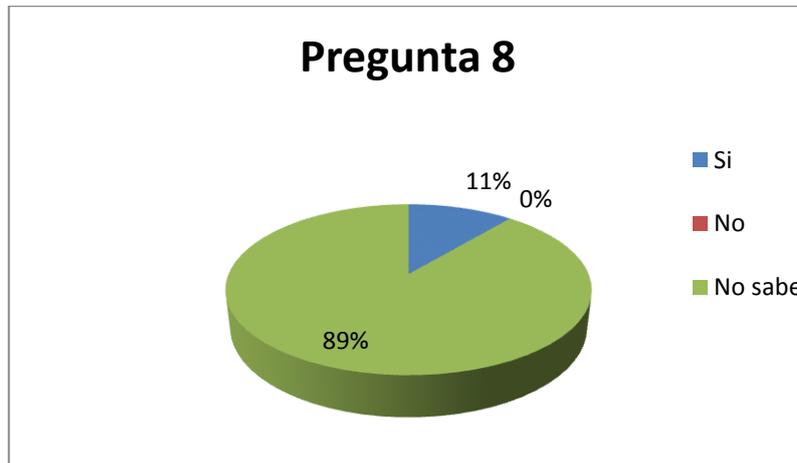
**TABLA N°2.9 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 8**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Si</b>	1	11%
<b>No</b>	0	0%
<b>No sabe</b>	8	89%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 8: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 8**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

El 89% de los entrevistados dicen desconocer si existe o no variación en la planilla de consumo eléctrico, mientras que el 11% dice si tener variación.

**Interpretación:**

Se puede decir en base a las entrevistas realizadas a los condóminos del edificio que únicamente la administradora del edificio posee la información de las planillas de consumo eléctrico.

**Pregunta N° 9** ¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?

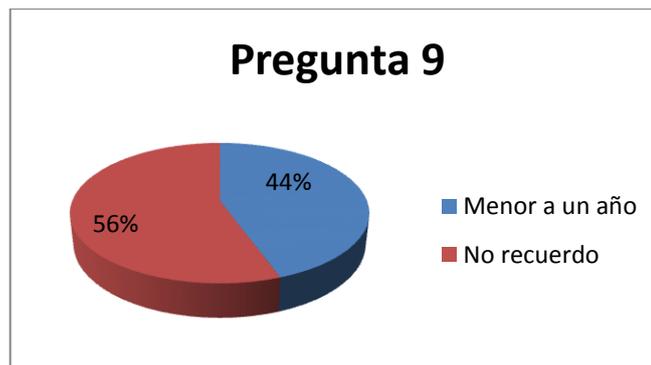
**TABLA N°2.10 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 9**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Menor a un año	4	44%
No lo recuerdo	5	56%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 9: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 9**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

El 44,4% de los entrevistados indicaron que se realizó un mantenimiento en el sistema de bombeo hace menos de un año y el 55,5% indicaron que no lo recordaban.

**Interpretación:**

Se puede decir que la respuesta está dividida, aunque más del 40% de los condóminos están seguros que se ha realizado mantenimiento por lo menos hace más de un año.

**Pregunta N° 10** ¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?

**TABLA N°2.11 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 10**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Si</b>	0	0%
<b>No</b>	9	100%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 10: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 10**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

El 100% de los entrevistados dijeron que no han notado un cambio en el desempeño del sistema de bombeo.

**Interpretación:**

Todos los condóminos están de acuerdo en que no se ha notado algún cambio para mejora en el sistema de bombeo.

**Pregunta N° 11** ¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio, lo tomaría en consideración para realizarlo?

**TABLA N°2.12 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 11**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	9	100%
No	0	0%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**GRÁFICO 11: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 11**



**Fuente:** Condóminos de edificio “Alejandros”

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**Análisis:**

El 100% de los entrevistados indicaron que considerarían una alterativa de mejora en el sistema de bombeo.

**Interpretación:**

La respuesta a esta pregunta fue unánime, todos los residentes del edificio considerarían una propuesta de mejoramiento del sistema de bombeo en el edificio.

## 2.5 Verificación de la Hipótesis

Luego de haber realizado la tabulación de los datos obtenidos en la aplicación de la entrevista dirigida a los condóminos del edificio “Alejandros” , se consiguió comprobar la siguiente hipótesis **“El estudio del sistema automático de bombeo para agua potable utilizando como herramienta el software WinPsP permitirá estructurar una propuesta de mejoramiento del proceso operativo en el edificio Alejandros. ”**

Esta verificación de la hipótesis se la afirma, de acuerdo a las encuestas realizadas, tomando como pregunta relevante la siguiente: **¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio, lo tomaría en consideración para realizarlo?;** en la cual se obtuvo de muestra que de 9 entrevistados, los 9 entrevistados equivalente al 100% considerarían una propuesta de mejoramiento del proceso operativo de su sistema de abastecimiento de agua potable.

Con esto se puede decir, que el estructurar una propuesta de mejoramiento del proceso operativo del sistema de bombeo de agua potable, será totalmente aceptada por los condóminos de la edificación, amas de ser beneficioso para el edificio Alejandros, ya que permitirá mejorar la presión de agua que poseen los departamentos y por ende la calidad de vida de los usuarios.

## **CAPÍTULO III**

### **3. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 Tema**

“ESTUDIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE BOMBEO PARA AGUA POTABLE UTILIZANDO COMO HERRAMIENTA EL SOFTWARE WINPSP, PARA ESTRUCTURAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL EDIFICIO ALEJANDROS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO 2015”

#### **3.2 Objetivo General**

“Estructurar una propuesta de mejoramiento en el sistema de bombeo de agua potable en el edificio Alejandros utilizando el software WinPSP.”

##### ***3.2.1 Objetivos Específicos***

- Realizar mediciones de las variables reales del edificio, en cuando a presión, caudal, temperatura.
- Obtener los datos mediante el software y formular la propuesta de mejoramiento del sistema de bombeo para agua potable en el edificio Alejandros.
- Presentar la propuesta de mejoramiento del proceso operativo del sistema automático de bombeo para agua potable, a los condóminos de la edificación.

### **3.3 Justificación e Importancia**

Actualmente en cada campo de la tecnología se busca alcanzar grandes marcas en eficiencia energética, de productos de primera necesidad como electrodomésticos, maquinaria, equipos electrónicos etc. Considerando que entre los servicios básicos se encuentra el agua y la electricidad podemos decir que este trabajo contempla el buen uso de energía para mover cierta cantidad de agua de un lugar a otro, y está en contra de nuestro pensamiento que se desperdicie cualquiera de estos recursos, el conseguir este objetivo con éxito nos permitirá primeramente entender de qué manera el usuario final del sistema podrá ahorrar dinero y como aplicar este proyecto de manera masiva colaboraría con el medio ambiente.

Realizando este trabajo se acumulará información básica sobre sistemas de bombeo, electricidad y demás temas que serán de utilidad para las futuras generaciones de estudiantes y así mismo en el campo profesional este trabajo podrá ser usado para determinar falencias de sistemas de bombeo de agua potable en general.

Con lo expresado anteriormente creemos que este material debería ser conocido y divulgado por estudiantes y profesores de la Universidad Técnica de Cotopaxi en las carreras afines a estos conceptos.

### **3.4 Impacto**

El presente trabajo busca plantear una propuesta para el mejoramiento del sistema de bombeo de agua potable en el edificio Alejandro en la ciudad de Quito, al finalizar este trabajo los condóminos del edificio contarán con una propuesta válida para aplicar en su edificio y de esta manera eliminar las molestias que actualmente tienen con el suministro de agua potable en cada una de sus

viviendas, uno de los principales alcances que tendrá la propuesta sería el mejorar la calidad de vida para todos los propietarios del edificio.

### **3.5 Factibilidad**

La propuesta está basada en la aplicación de un software de la compañía danesa DESMI, este software es de descarga libre desde la página del desarrollador. Previo a la realización de esta propuesta se aplicó una entrevista a cada uno de los condóminos en el edificio, el resultado de la misma fue demostrar un respaldo total a la consideración de una propuesta para el mejoramiento del sistema de bombeo de agua en el edificio.

#### ***3.5.1 Desarrollo técnico de la propuesta***

En este capítulo empezaremos a obtener la información técnica necesaria para plantear el punto de partida de la propuesta a elaborar, comenzaremos registrando las necesidades en caudal y presión del edificio, después levantaremos los datos del sistema de bombeo actual instalado en el edificio a continuación se realizará un resumen comparativo entre las dos situaciones para después dar paso a una nueva selección del sistema de bombeo y plantear la propuesta final.

### **3.6 Demanda del Edificio Alejandro**

El edificio “Alejandro” cuenta con 4 plantas donde se encuentran distribuidos 9 departamentos, la distribución esta dada de la siguiente manera, en el primer piso 3 departamentos, y en cada piso siguiente 2 departamentos por cada uno, además de la proyección de un área comunal en la terraza del edificio.

Cada departamento en promedio cuenta con 8 puntos de consumo general de los cuales los puntos de mayor consumo son las duchas con 12 l/min cada una entonces:

$$9 \text{ departamentos} * 12 \text{ l/m} = 108 \text{ l/m}$$

Se considera un 25% de incremento considerando la demanda en las horas pico.

$$108 \text{ l/m} * 0,25 = 135 \text{ l/m}$$

La altura manométrica la tomamos considerando la altura del edificio:

$$5 \text{ plantas} * 2,5 \text{ m} = 12,5 \text{ metros}$$

La presión recomendada en un hogar se considera que es 3 BAR. Entonces se considera que el edificio tendrá una demanda de 135 l/m @ 12,5 mca

### ***3.6.1 Sistema de bombeo utilizado en el edificio “Alejandros”***

Actualmente el edificio cuenta con una cisterna de capacidad máxima 8m<sup>3</sup>, después de esta cisterna se tiene instalado una bomba con las siguientes características:

Marca: Pedrollo

Modelo: Cpm 600

Potencia: 0,5 HP

Capacidad: 20 l/min

Altura: 20 m

### ***3.6.2 Resumen comparativo, demanda vs oferta***

A continuación se realiza una comparativa entre la demanda actual del edificio y la capacidad que actualmente tiene y trabaja la bomba de agua, estos datos son mostrados en la tabla 3.1:

**TABLA N°3.1 COMPARATIVA DEMANDA ACTUAL Y EXISTENTE.**

<b>OFERTA/DEMANDA</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>PRESIÓN</b>
Demanda del Edif. Alejandro	135 l/m	12,5 m
Capacidad actual de la bomba	20 l/m	20 m

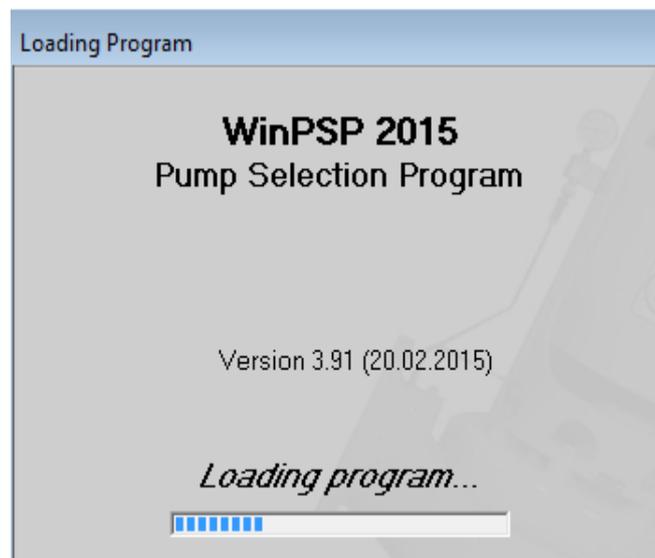
**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

Revisando el cuadro claramente se observa que en cuanto al caudal, la bomba de agua está muy lejos de cubrir la verdadera necesidad del edificio, por lo que se concluye que ese es el problema que los condóminos tienen día a día en el edificio.

### **3.7 Selección de Bomba Marca Desmi**

Para la selección de la bomba DESMI necesitaremos utilizar el software WinPSP, en la siguiente figura 3.1 se muestra la ventana de inicio del programa.

**FIGURA 3.1: INICIO DEL PROGRAMA WinPSP.**

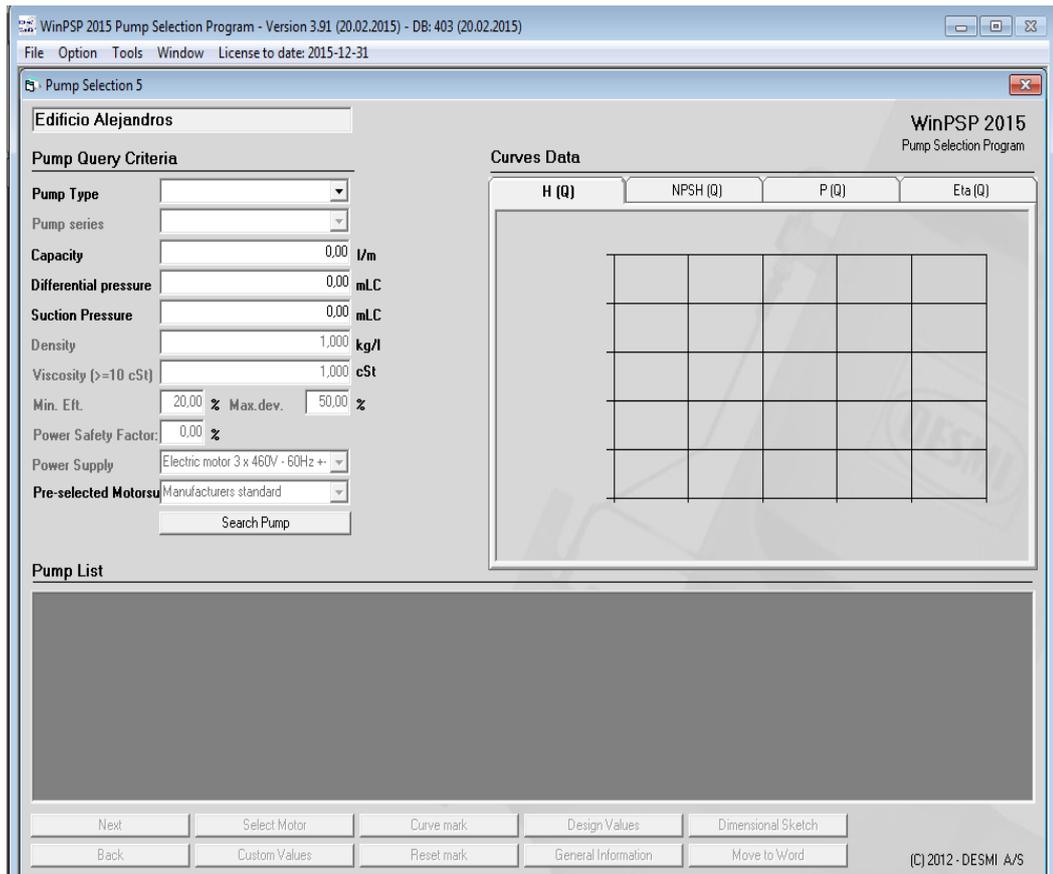


**Fuente:** WinPSP 2015

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

La forma de manejar este programa es muy sencilla, en este caso se debe conocer la información básica de la aplicación, es decir se necesita conocer el caudal, presión y temperatura, datos con los cuales se podrá empezar a trabajar en programa WinPSP. La siguiente figura 3.2 muestra la primera ventana de trabajo.

**FIGURA 3.2: VENTANA INICIO DE TRABAJO.**



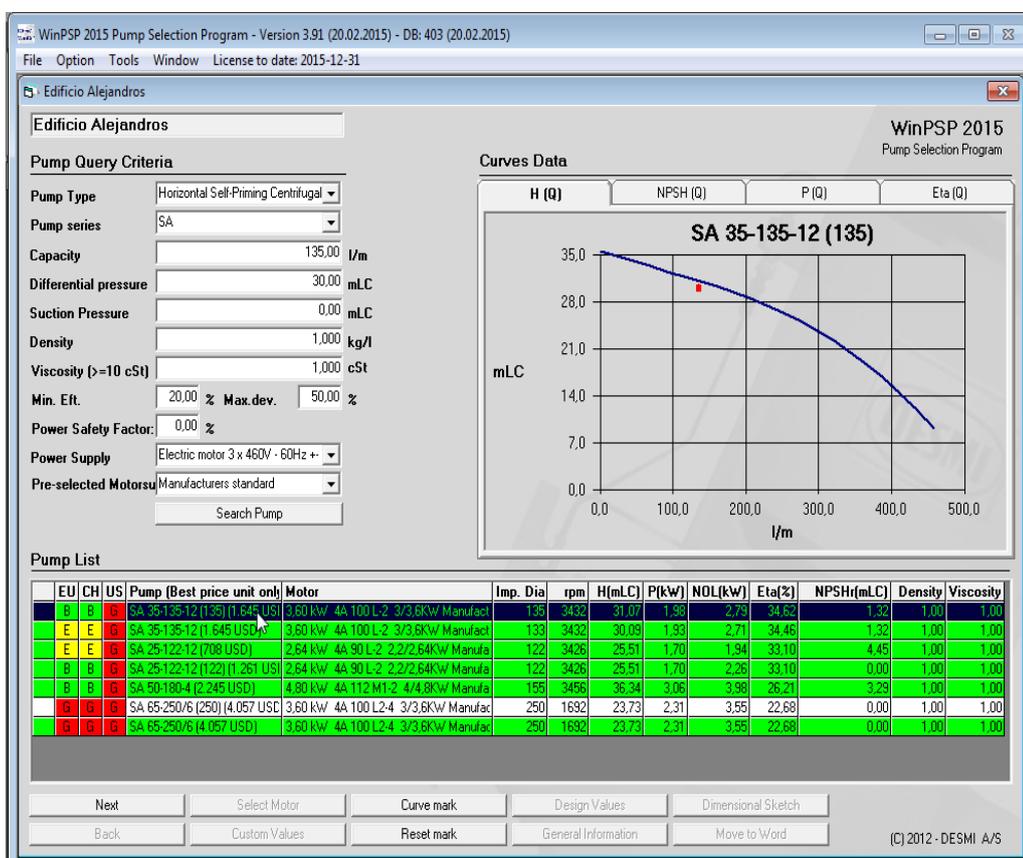
**Fuente:** WinPSP 2015

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

En la primera línea se tiene el tipo de bomba, se ha realizado una investigación entre los tipos de bombas que DESMI ofrece y la selección más acertada sería utilizar una bomba horizontal, autocebante modelo SA.

Y después de esta pestaña se procede a llenar el resto de información con la que se cuenta para que el programa muestre varias opciones donde el usuario puede elegir según su necesidad y punto de vista. Como se muestra en la figura 3.3

**FIGURA 3.3: PRIMEROS RESULTADOS SEGÚN REQUERIMIENTOS INICIALES.**



Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

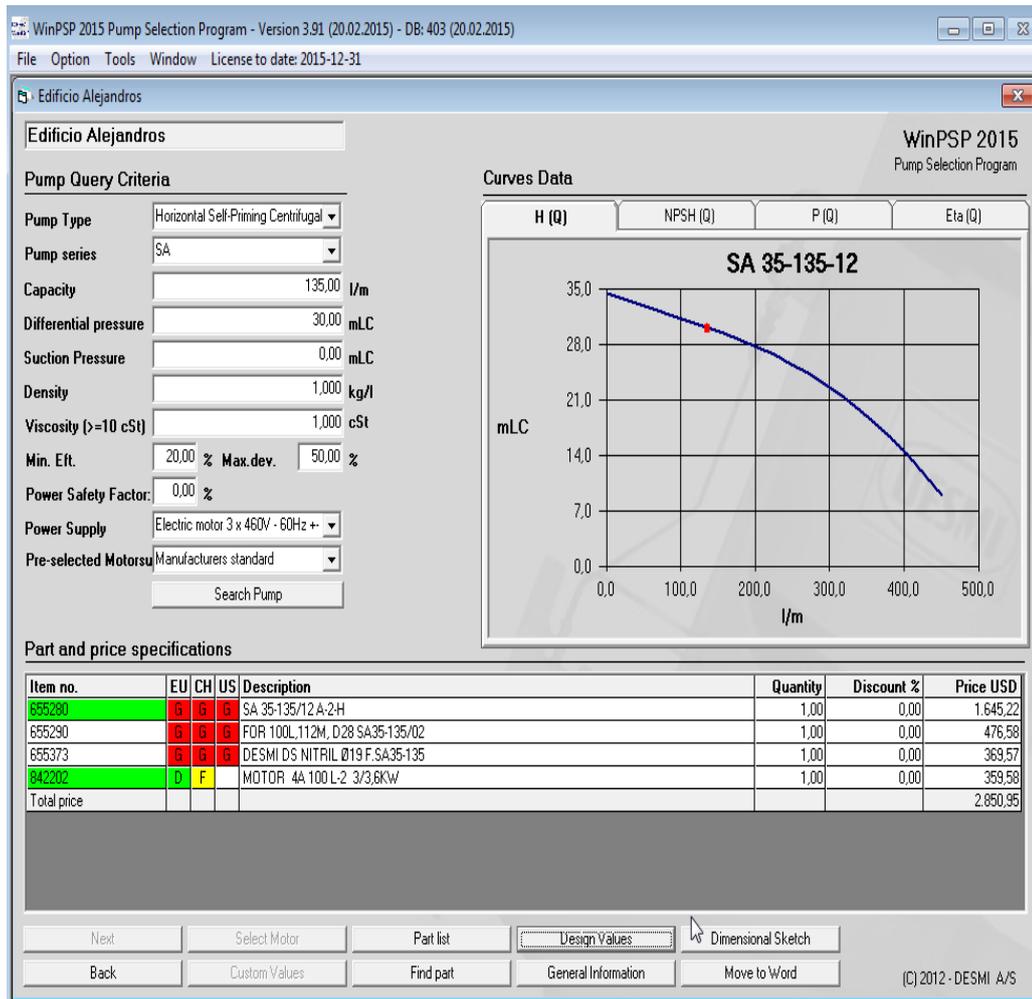
En la figura 3.3 se muestra en la parte inferior las opciones que pueden ser aplicadas, en base a la información obtenida.

Pasando esta etapa obtendremos una pequeña descripción y lista de precios, de donde se pueda escoger de acuerdo al presupuesto y condiciones que se desee cubrir. La lista de opciones que se muestra es mucho más corta que la anterior.

Principalmente lo que muestra es una descripción del equipo y su costo real, una curva que relaciona a mLC con respecto a l/m.

En la figura 3.4 se puede apreciar el tipo de bomba seleccionada y toda la información concerniente a dicho equipo, ahí se encuentra también el precio en dólares, el motor y la capacidad del mismo.

**FIGURA 3.4: ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA**



**Fuente:** WinPSP 2015

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

Después de saber la descripción y costo del equipo a adquirir y al continuar con el programa se apreciará información mucho más detallada del conjunto motor-bomba con el que se va a trabajar.

En la siguiente figura 3.5 se muestra la pantalla donde se puede obtener una descripción general de la bomba que será empleada para la propuesta, esta información servirá como referencia para próximas adquisiciones o mantenimientos que se desee realizar al equipo, conociendo los componentes reales que lo conforman.

**FIGURA 3.5: INFORMACIÓN GENERAL**

General Information		Pump	
Quotation No.	Edificio Alejandro	Capacity	135,00 l/m
Pos. No.		Total Man. Head	30,09 mLC
Pump	SA 35-135/12 A-2H	Speed	3432 rpm
Pump Media	Fresh water	Power Consumption	1,93 kW
Pump Casing	Grey cast iron (GG20)	NPSH	1,32 mLC
Suction/Pressure	35/35 mm.	Non-Overl. Power	2,71 kW
Impeller	Bronze (RG5) DS/EN 1982 CC491K	Max partical size	11,00
Impeller Diameter	133,00 mm	Motor	
Shaft	Stainless Steel AISI 316	Brand	Manufacturers standard
Mechanical Shaft Seal	DESMI DS NITRIL Ø19 F.SA35-135	Motor	4A 100 L-2 3/3,6kW
Bearings	Ball Bearings	Power Supply	Electric motor 3 x 460V - 60Hz +- 5%
Coupling		Construction	T.E.F.C
Rotation	Clockwise	Insulation Cl.	FIPB5
Manometer		Speed	3432 rpm
Delivery Terms	EXW INCOTERMS 2010	Performance	3,60 kW
Method of Delivery	Most Cost Effective Way	Delivered by	DESMI A/S
Paint Specifications	RAL 1007 (Daffodil yellow), Gloss 50, Tema	Material Certificate	None
Class Society	No DESMI Test	Test Criteria	ISO 9906 Grade 2B (Standard) (CF)
Class Society Test	No DESMI Test		
Delivery Time	3 Working weeks from receipt o		
	Guide - Delivery Time		
Additional Comments			

Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

Una vez concluido con el trabajo de sección de equipo se presentan los resultados finales.

### 3.8 Propuesta de Mejoramiento del Sistema de Bombeo

Para obtener un mejoramiento en el sistema de bombeo de agua potable en el edificio Alejandro, se tomó en consideración los siguientes datos iniciales:

Caudal: 135 litros/min

Presión: 30 mca

Temperatura: 20°C

Viscosidad: 1 cSt

Partiendo de lo anterior se procedió a presentar la siguiente propuesta a los condóminos de edificio:

Estimados Sres. Edificio Alejandro,

De nuestra consideración es muy grato para nosotros como futuros ingenieros titulados en la Universidad Técnica de Cotopaxi, poner a su consideración la siguiente propuesta de mejoramiento de su sistema de bombeo de agua potable.

Para la obtención de esta propuesta hemos trabajado en base a sus requerimientos, observaciones y molestias causadas por el actual sistema de bombeo que poseen.

Esperamos que esta propuesta pueda ser implementada en su edificio y estamos seguros que ustedes contarán con una plena satisfacción con el nuevo suministro de agua potable.

La propuesta contempla la adquisición de una bomba marca DESMI con las siguientes características:

Bomba:	SA 35-135/12 A-2-H
Tipo de bomba:	Bomba Centrifuga Horizontal Auto-Cebante
Fluido a Bombear:	Agua Potable
Capacidad:	135,00 l/m
Presión Mano.:	30,57 mca
Velocidad:	3432 rpm
Potencia Consumida:	1,95 Kw
NPSHr:	1,32 mca
Motor:	4A 100 L-2 3/3,6Kw
Construcción:	T.E.F.C.

➤ *Especificaciones*

Carcaza de la Bomba: Hierro fundido (GG20)

Conexión Carga/Descarga: 35/35mm.

Impelente: Bronce (RG5) DS/EN 1982 CC491K

Diámetro de Impelente: 134,00 mm.

Eje: Acero Inoxidable AISI 316

Sello Mecánico: DESMI Nitrilo 19 F. SA35-135

Rodamiento: Rodamiento de bolas

Rotación: Horaria

Se ha investigado la línea de bombas DESMI y se ha definido que por sus cualidades el modelo SA es el indicado para ser utilizado en esta propuesta, se detalla la información de este modelo a continuación:

DESMI Bomba Horizontal Autocebante modelo SA.

Este modelo de bomba dependiendo del tamaño a utilizar, está pensado en servir en bombeo de agua para residencias, en la industrial, en la marina, su diseño con impeler abierto permite lidiar con sólidos en suspensión por ejemplo barro en el fondo de una cisterna, así mismo la función de auto-cebado rápido de DESMI no está basado en válvulas adicionales o equipo adicional, este cebado usa el principio de difusor, que significa que el líquido dentro de la bomba es el encargado de mover el aire en la tubería de succión.

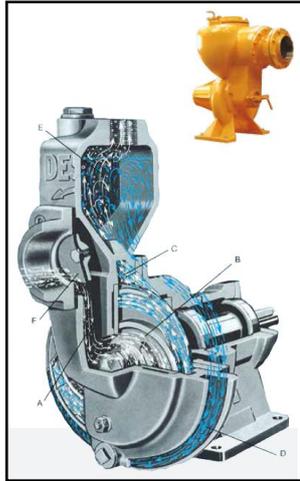
Esta bomba puede ser fabricada en hierro fundido o en bronce marino (NiAlBr) y las capacidades son las siguientes:

Capacidad de hasta 650m<sup>3</sup>/h

Presión de hasta 110 mLc

Temperatura máxima, estándar 80°C y con sello mecánico especial hasta 120°C

**FIGURA 3.6: BOMBA HORIZONTAL AUTOCEBANTE MODELO SA.**



Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

La siguiente tabla 3.2 muestra cual es el precio total de todos los equipos necesarios y propuestos para mejorar el sistema de bombeo del edificio “Alejandros”.

**TABLA N°3.2 PRECIO TOTAL DE EQUIPOS.**

<b>Partes precio y descripción</b>			
<b>Item no.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio USD</b>
655280	SA 35-135/12 A-2-H	1,00	1.645,22
655290	FOR 100L,112M, D28 SA35-135/02	1,00	476,58
655373	DESMI DS NITRIL Ø19 F.SA35-135	1,00	369,57
842202	MOTOR 4A 100 L-2 3/3,6KW	1,00	359,58
<b>Precio TOTAL</b>			<b>2.850,95</b>

Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

- *Curvas referenciales*

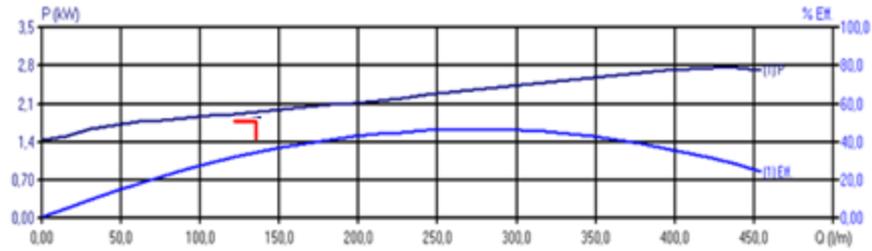
A continuación en la figura 3.7, 3.8 y 3.9, se presenta varias curvas referenciales del nuevo sistema de bombeo adquirido, en ellas se encuentran:

P (KW) vs. Q (l/m)

H (mLC) vs. Q (l/m)

NPSH (R) (mLC) vs. Q (l/m)

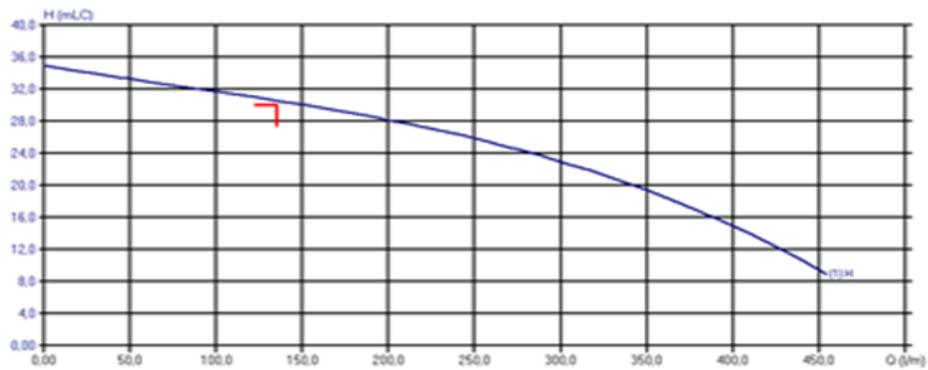
**FIGURA 3.7: CURVAS REFERENCIALES (P vs. Q)**



Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

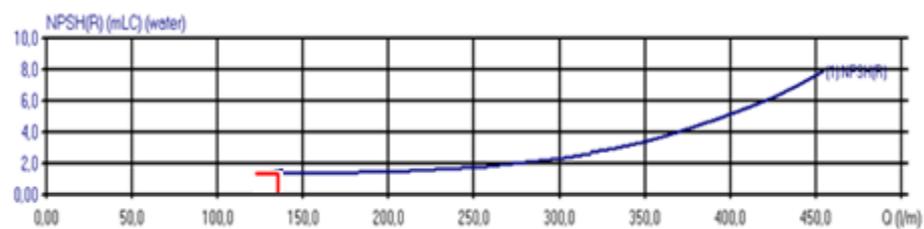
**FIGURA 3.8: CURVA REFERENCIAL (H vs. Q)**



Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**FIGURA 3.9: CURVA REFERENCIAL (NPSH vs. Q)**

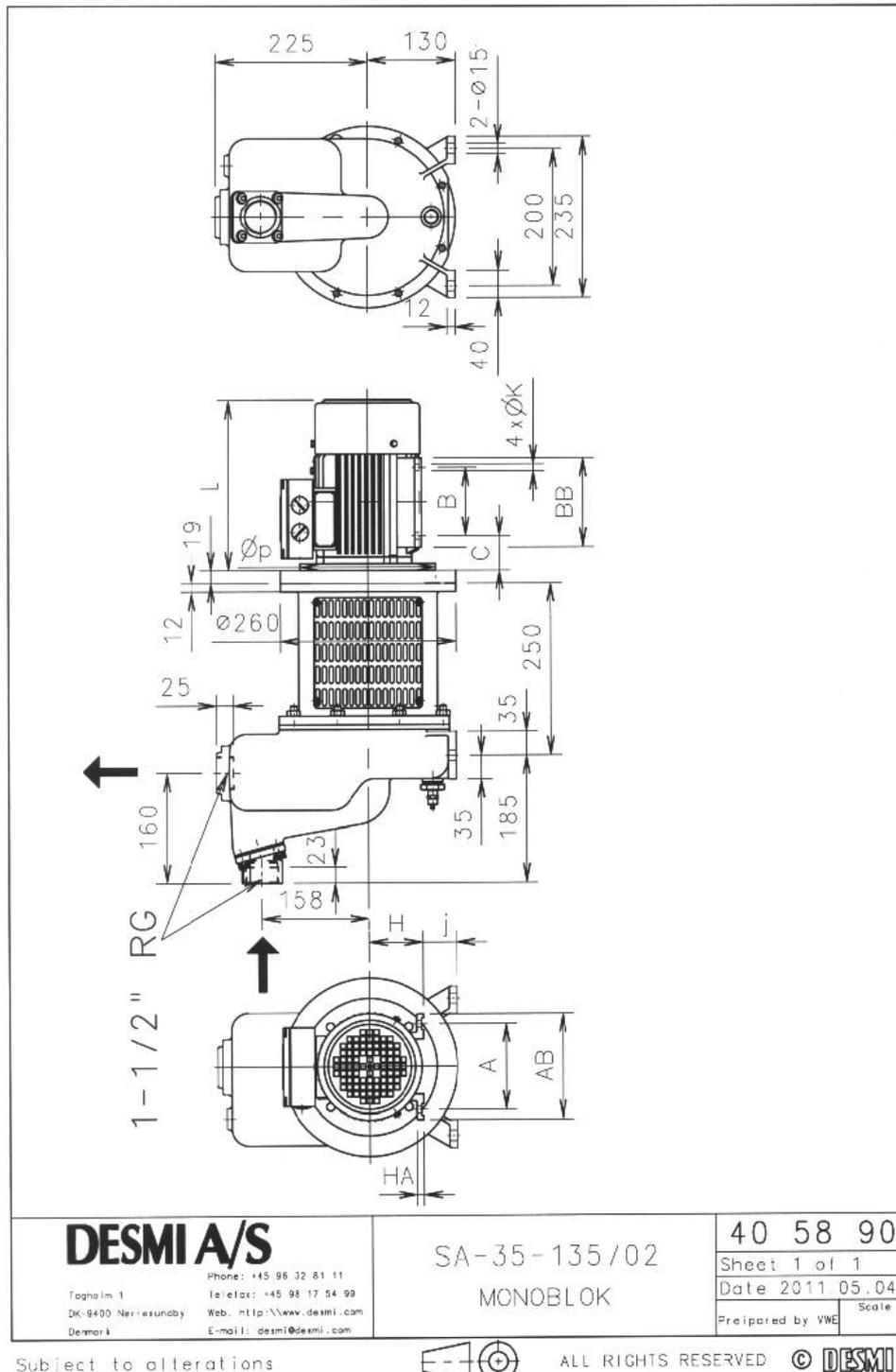


Fuente: WinPSP 2015

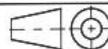
Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

En la figura 3.10 se muestra un esquema del conjunto motor-bomba adquirido desde varias perspectivas.

**FIGURA 3.10: ESQUEMA DEL CONJUNTO MOTOR-BOMBA**



Subject to alterations



ALL RIGHTS RESERVED © DESMI

Fuente: WinPSP 2015

Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

### 3.9 Conclusiones

- Se cumplió con los objetivos planteados para el desarrollo de éste proyecto, como es la estructuración de una propuesta de mejoramiento del proceso operativo en cuanto al sistema de bombeo en el edificio “Alejandros” ubicado en la ciudad de Quito.
- Se comprobó por la vivencia de los usuarios que el sistema de bombeo que actualmente utilizan, no abastece la demanda que el edificio tiene.
- La utilización del software WinPSP ahorra tiempo y dinero al evitar realizar una selección manual de la bomba a ofertar, al mismo tiempo genera toda la información técnica que el usuario necesita para conocer el sistema.
- La colaboración de los condóminos fue de suma importancia para general la propuesta más adecuada, obteniendo claramente la cantidad de agua que se consume y la presión requerida.

### **3.10 Recomendaciones**

- Evaluar constantemente el desempeño del sistema de agua potable para analizar variaciones del mismo.
- Crear un plan de mantenimiento anual para el sistema de bombeo, sea el actual o de la nueva propuesta.
- Revisar que en las propuesta a evaluar el voltaje del motor sea no mayor a 220v ya que usualmente estos motores trabajan a corriente trifásica 440V
- Procurar que todos los condóminos conozcan sobre el plan de mantenimiento a efectuar y que se les notifique cuando se realice cualquier trabajo en el edificio.

# BIBLIOGRAFÍA

## CITADA

- AGUINAGA Álvaro, Selección, Operación y Mantenimiento de Bombas, Ing. Mec. MSc. Alvaro Aguinaga, Ecuador, 2010, 108 pág.
- LUSZCZEWSKI KUDRA Antoni, Redes Industriales de Tubería, Bombas para agua, Ventiladores y Compresores, España, 1999, 312 pág.
- McNAUGHTON Kenneth, Bombas selección, uso y Mantenimiento, Xgrow, 1984, 373 pág.
- MOTT Robert L., Mecánica de Fluidos, México, 4ta ed. 2006, 644 pág.
- PEDRAZA Arturo, ROSAS Ramón, Evaluación Para Sistemas de Bombeo de Agua Manual de Eficiencia Energética, Estados Unidos, 1ra ed. 2011, 108 pág.
- SOBREVILA Marcelo Antonio, FARINA Alberto Luis, Instalaciones Eléctricas, Argentina 2014, 528 pág.
- SOTO CRUZ Juan José, Fundamentos Sobre Ahorro de Energía, México, 1996
- VIEJO ZUBICARAY Manuel, Bombas: Teoría, Diseño y Aplicaciones, Limusa, México, 2005, 239 pág.
- ZUGARRAMURDI Aurora, PARÍN María A, Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera, Argentina 1998, 268 pág.

## CONSULTADA

- BREJCHA Mathías F., Los Cambios Automáticos, España 1978, 385 pág.
- CRESPO MARTÍNEZ Antonio, Mecánica de Fluidos, Paraninfo, España, 2006, 728 pág.
- CHIAVENATO, Metodología de la Investigación, McGraw-Hill, México, 1999
- DE LAS HERAS Salvador, Fluidos, Bombas e Instalaciones Hidráulicas, España, 2011, 385 pág.
- MATAIX PLANA Claudio, Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, México, 1982, 659 pág.
- MOTT Robert L., Mecánica de Fluidos, México, 1er ed. 1996, 291 pág.
- VIEDMA ROBLES Antonio, ZAMORA PARRA Blas, Teoría de Máquinas Hidráulicas, España, 1997, 424 pág

## VIRTUAL

- 2014. 24bares.com. *24bares.com*. [En línea] 07 de 07 de 2014. [Citado el: 15 de 12 de 2014.] <http://www.24bares.com/sociedad/49407-falta-agua-en-capital-y-el-conurbano-por-la-bajante-del-rio-de-la-plata/>.
- Ariana. 2010. Ariana. *Ariana*. [En línea] 2 de Diciembre de 2010. [Citado el: 10 de Abril de 2015.] [http://ary-martinez17.blogspot.com/2010\\_12\\_02\\_archive.html](http://ary-martinez17.blogspot.com/2010_12_02_archive.html).
- Armadrill. 2014. Ingeniería en Perforación. *Ingeniería en Perforación*. [En línea] 09 de Mayo de 2014. [Citado el: 27 de Abril de 2015.] <http://www.perforaciondepozosprofundos.com/nosotros/objetivos.php>.
- 2010. Artemisa. *Artemisa*. [En línea] 20 de Mayo de 2010. [Citado el: 05 de Enero de 2015.]
- 2013. CICOSAS. *CICOSAS*. [En línea] 16 de Febrero de 2013. [Citado el: 12 de Diciembre de 2014.] <http://cicosas.com/sitio/?p=137>.
- DIBYASA. 2014. PIRAMIDE. *PIRAMIDE*. [En línea] 21 de Agosto de 2014. [Citado el: 2 de febrero de 2015.] <http://www.dibyasa.com/dost.php>.
- 2012. echino. *echino*. [En línea] 01 de Agosto de 2012. [Citado el: 18 de Diciembre de 2014.] <https://echino.wordpress.com/tag/tornillo-de-arquimedes/>.
- Ecuador, Agua. 2012. Agua Ecuador. *Agua Ecuador*. [En línea] 02 de Abril de 2012. [Citado el: 26 de Abril de 2015.] <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/consumo-de-agua-en-la-ciudad-de-quito.html>.
- Eloy. 2014. LA LLAVE. *LA LLAVE*. [En línea] 25 de Mayo de 2014. [Citado el: 15 de Marzo de 2015.] [http://www.la-llave.com/bo/news4/cuando-y-por-que-elegir-una-bomba-centrifuga-autocebante.html&m=\[Email\]](http://www.la-llave.com/bo/news4/cuando-y-por-que-elegir-una-bomba-centrifuga-autocebante.html&m=[Email]).
- 2013. Motores y Bombas. *Motores y Bombas*. [En línea] 20 de Mayo de 2013. [Citado el: 10 de Diciembre de 2014.] • Motores y bombas; <http://demo2.thebitmakers.com/wp-content/uploads/catalogos/03-RNI-GNI.pdf>.
- 2014. taringa.net. *taringa.net*. [En línea] 20 de Julio de 2014. [Citado el: 15 de Enero de 2015.] <http://www.taringa.net/post/ciencia->

educacion/18583520/Te-gusta-la-mecanica-Te-regalo-mis-documentos-Parte-2.html.

- 2013. Temariosformativosprofesionales. *Temariosformativosprofesionales*. [En línea] 10 de Marzo de 2013. [Citado el: 26 de Abril de 2015.] <https://temariosformativosprofesionales.wordpress.com/category/monograficos/page/3/>.

# **ANEXOS**

**Technical Specification**

Edificio Alejandro

**General Information**

Quotation No.		Pos. No.	
Pump	SA 35-135/12 A-2-H		
Pump Type	Horizontal Self-Priming Centrifugal Pump	Pump series	SA Density 1,000 kg/l
Pump Media	Sea water	Pump Model	SA 35-135-12 Viscosity 1,00 cSt

**Pump data**

Capacity	135,00 l/m
Total Man. Head	30,57 mLC
Speed	3432 rpm
Power Consumption	1,95 kW
NPSHr	1,32 mLC
Non-Overl. Power	2,75 kW
Eta	34,54 %

**Motor Data**

Brand	Manufacturers standard
Motor	4A 100 L-2 3/3,6KW
Power Supply	Electric motor 220V - 60Hz +- 5%
Construction	T.E.F.C
Insulation Cl.	F-IP55
Motor Speed	3432 rpm
Performance	3,60 kW
Delivered by	DESMI A/S

Max. working pressure: being the pressure at the suction branch and the maximum generated head at zero flow. For this particular pump in standard material: 4,0 bar (=40,8 mLC with a density of 1,000 kg/l)  
 If higher working pressure is required other materials are available upon request.  
 Test pressure: pump approved by classification societies have been pressure tested according to the requirements of these societies, i a test pressure of 1,5 x working pressure.  
 The test pressure is stated in the test certificate and stamped on the discharge flange of the pump.

**Specification:**

Pump Casing	Grey cast iron (GG20)
Suction/Pressure Flange	35/35 mm.
Impeller	Bronze (RG5) DS/EN 1982 CC491K
Impeller Diameter	134,00 mm
Shaft	Stainless Steel AISI 316
Mechanical Shaft Seal	DESMI DS NITRIL Ø19 F.SA35-135
Bearings	Ball Bearings
Coupling	
Rotation	Clockwise
Manometer	
Class Society	No DESMI Test (No DESMI Test)
Max grain size	11,00

### Part and price specifications

Item no.	Description	Quantity	Price USD
655280	SA 35-135/12 A-2-H	1,00	1.645,22
655290	FOR 100L, 112M, D28 SA35-135/02	1,00	476,58
655373	DESMI DS NITRIL Ø19 F.SA35-135	1,00	369,57
842202	MOTOR 4A 100 L-2 3/3,6KW	1,00	359,58
			<b>2.850,95</b>

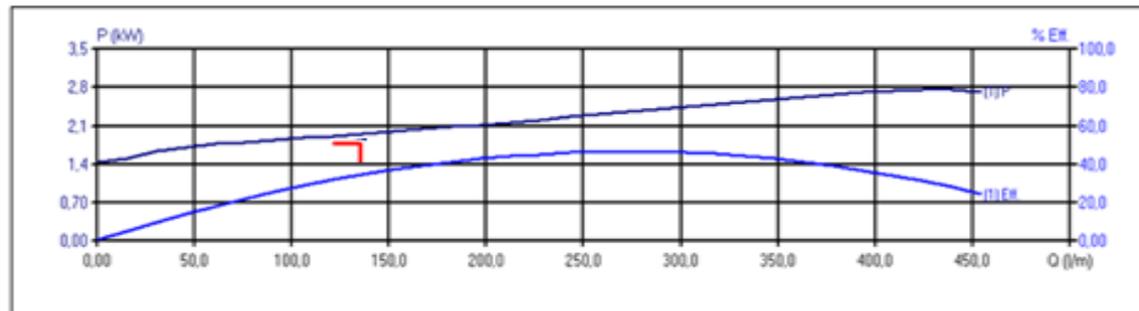
WinPSP 2015 Pump Selection Program - Version 3.91 (20.02.2015) - DB: 403 (20.02.2015)

### Terms and Conditions

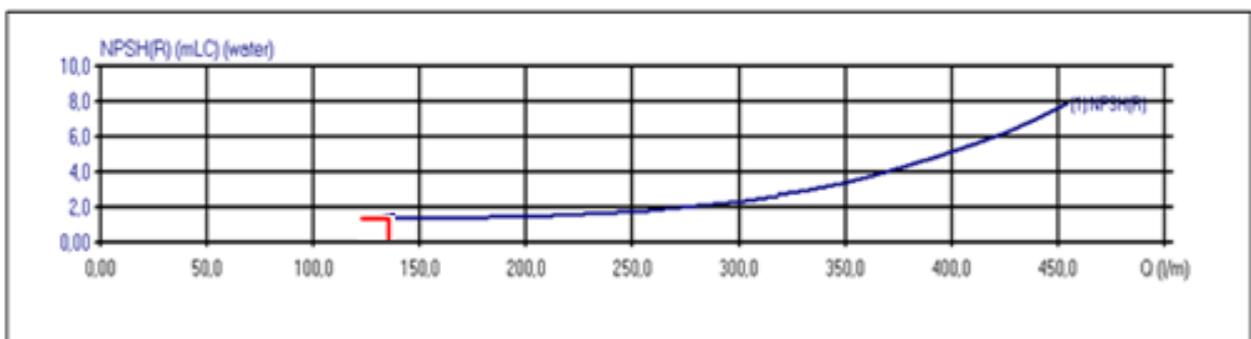
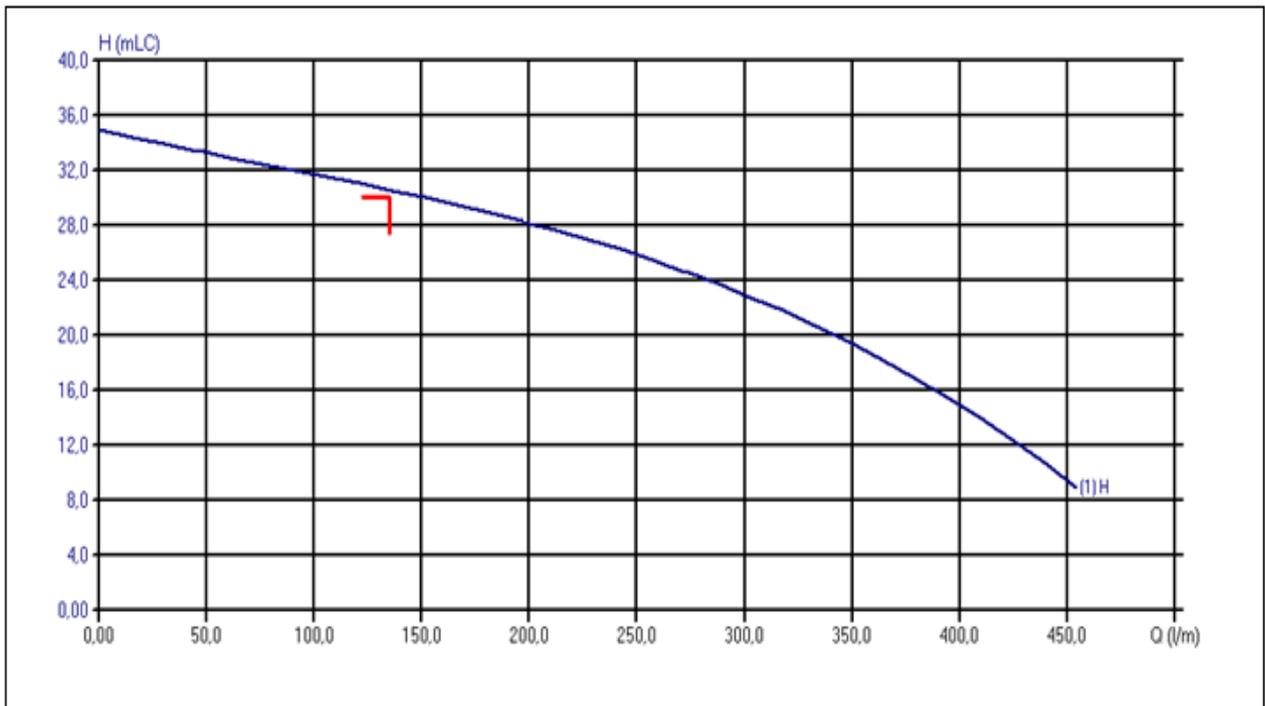
Delivery Terms	EXW INCOTERMS 2010
Method of Delivery	Most Cost Effective Way
Paint Specifications	RAL 1007 (Daffodil yellow), Gloss 50, Temalac FD
Material Certificate	None
Test Criteria	ISO 9906 Grade 2B (Standard) (CF)
Delivery Time	Working weeks from receipt of order

### Edificio Alejandro

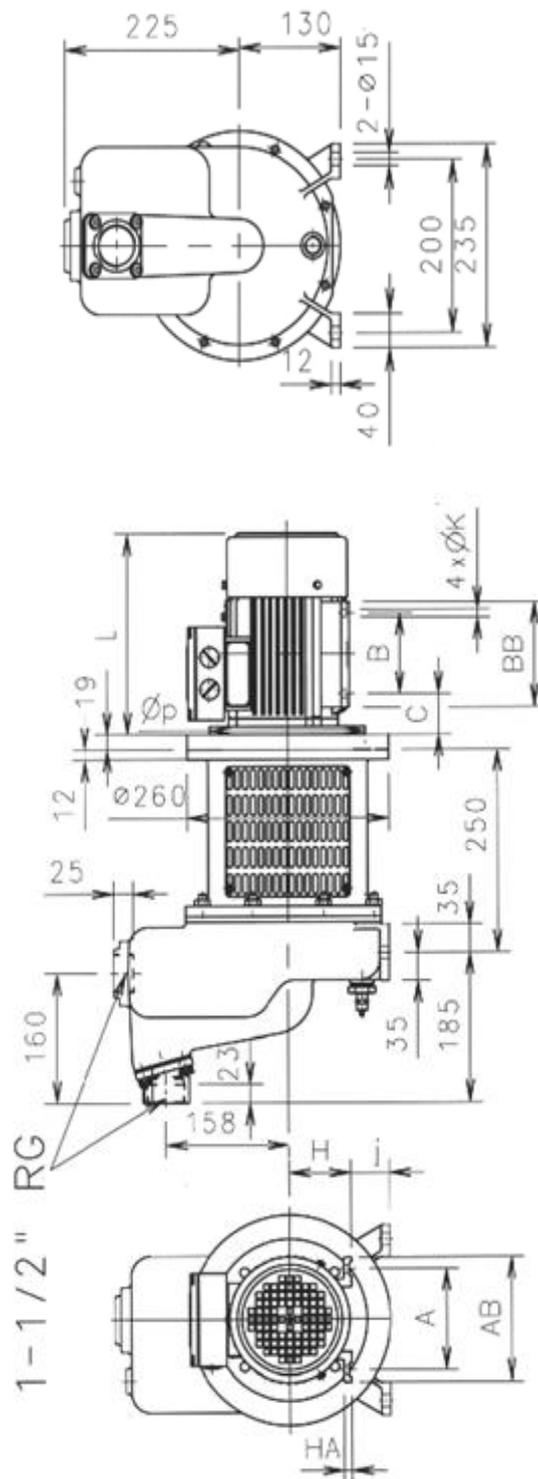
According to ISO 9906 Grade 2B

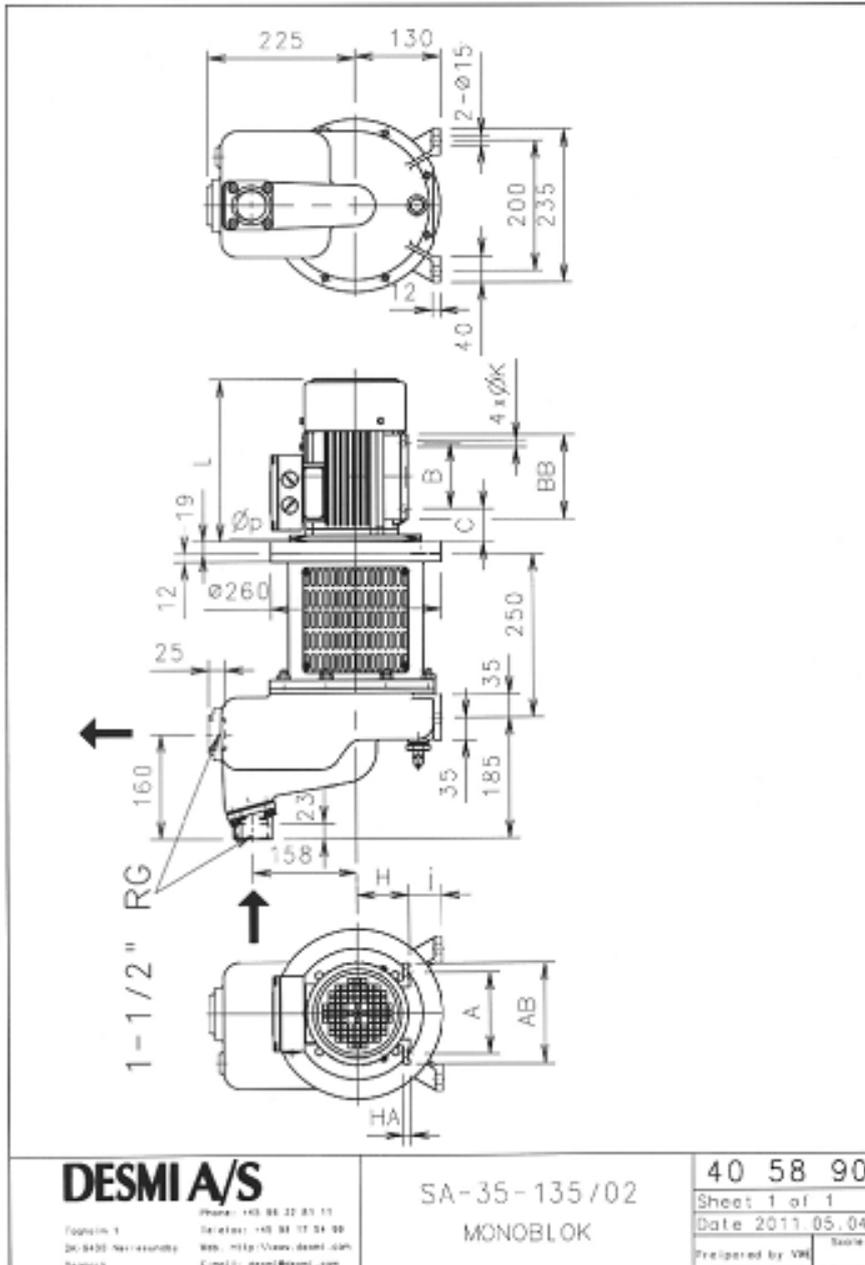


Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa



(1) SA 35-135-12 Speed: 3432 rpm, Imp. Dia: 134,0 mm, Density: 1,000 kg/l





Quotation No.
Pos. No.
Motor
4A 100 L-2 3/3,6KW
A = 160,00 mm
AB = 205,00 mm
B = 140,00 mm
BB = 188,00 mm
C = 63,00 mm
H = 100,00 mm
J = 30,00 mm
K = 12,00 mm
L = 325,00 mm
Motor weight = 25,0 kg
Pump weight = 35,0 kg
Total weight = Not available

**DESMI A/S**

Popovik 1 Phone: +45 99 22 81 11  
 26-9430 Nørresundby Tel: +45 99 17 24 99  
 Denmark Web: <http://www.desmi.com>  
 E-mail: [desmi@desmi.com](mailto:desmi@desmi.com)

SA-35-135/02  
 MONOBLOK

40 58 90

Sheet 1 of 1  
 Date 2011.05.04  
 Prepared by VM  
 Scale

Subject to alterations



ALL RIGHTS RESERVED © DESMI

<b>ANEXO B</b>	<b>Cuestionario utilizado en la entrevista aplicada a los condóminos de edificio “Alejandros”.</b>	<b>1 de 1</b>
----------------	--	---------------

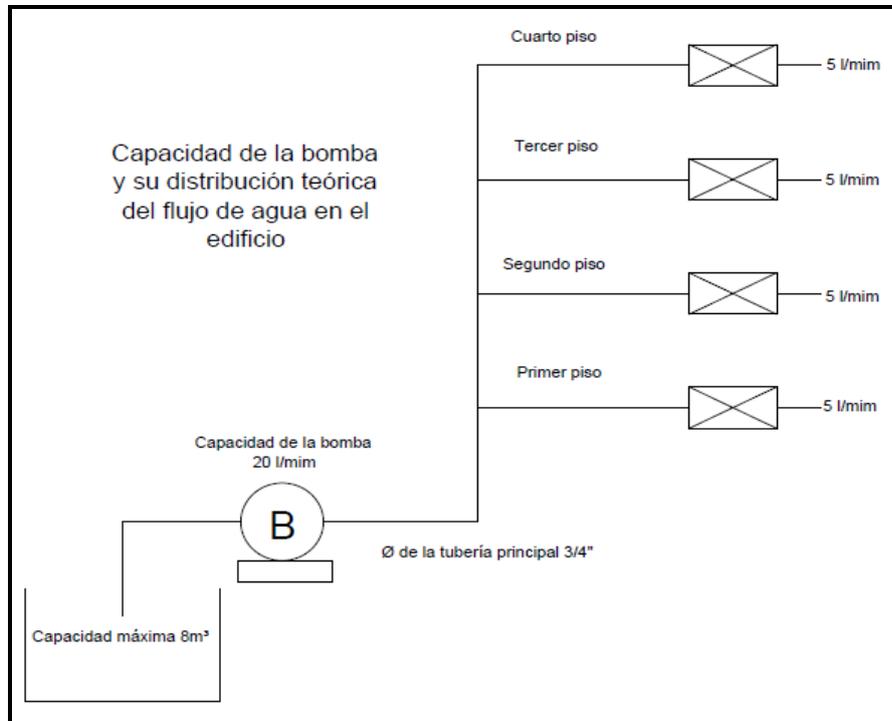
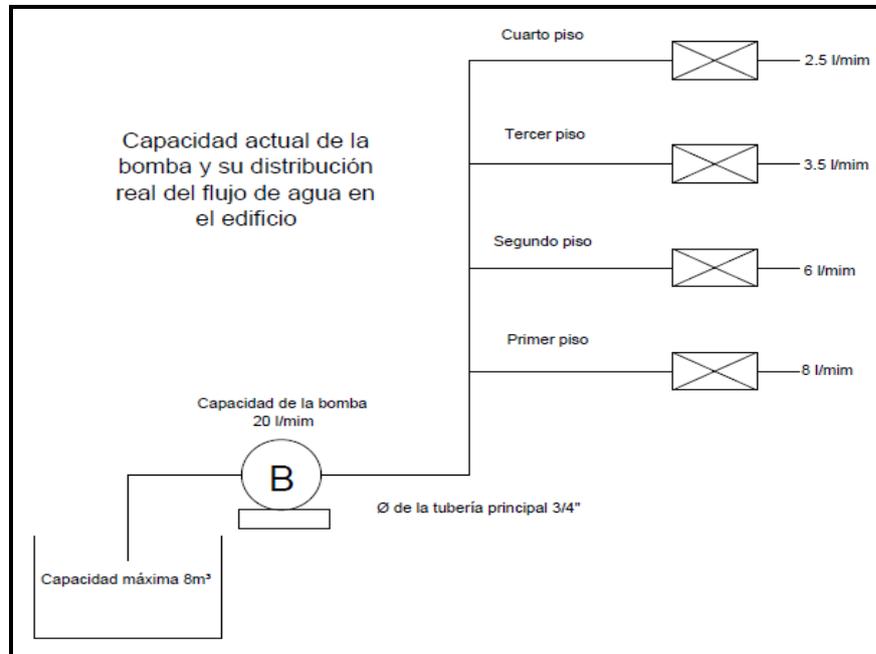
**Cuestionario aplicado en la entrevista a los condóminos y administrador del edificio “Alejandros”**

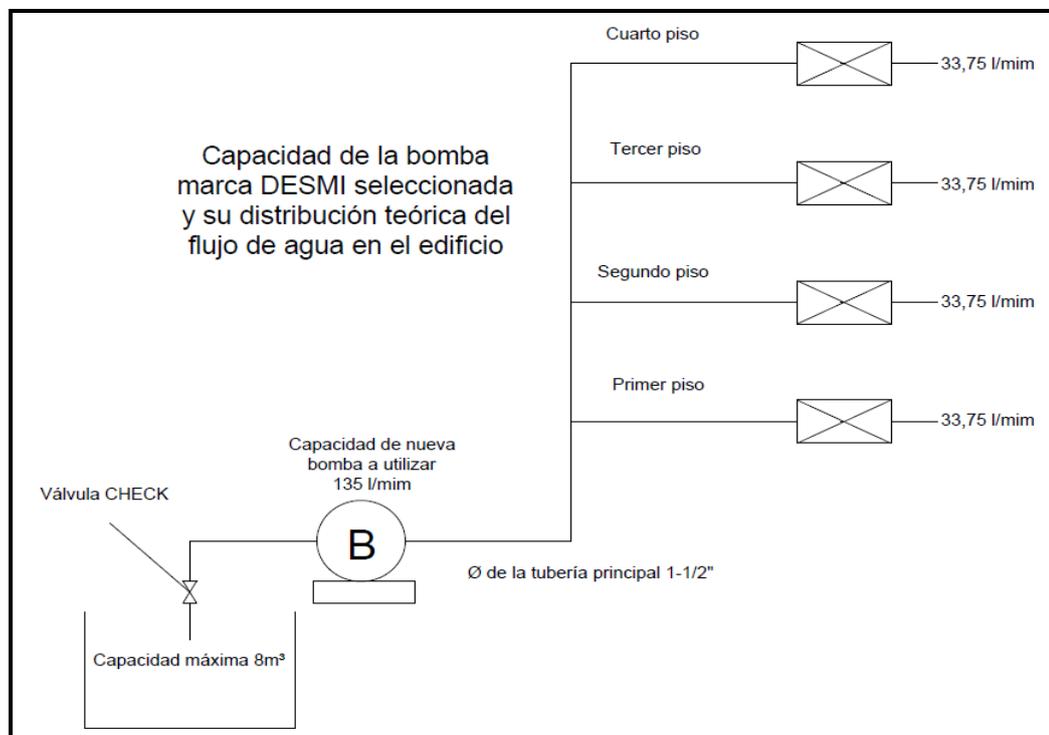
- 1. ¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**
- 2. ¿A qué piso pertenece su departamento?**
- 3. ¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**
- 4. ¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**
- 5. ¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**
- 6. ¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**
- 7. ¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?**
- 8. ¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto a otros meses?**
- 9. ¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?**
- 10. ¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**
- 11. ¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

ANEXO C	Puntos de consumo en un departamento.	1 de 1
---------	---------------------------------------	--------



Elaborado por: Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa





### Comparativa Sistema Actual de Bombeo Vs. Nuevo Sistema de Bombeo

Actual		Nuevo	
Capacidad de bombeo	20 l/min	Capacidad de bombeo	135 l/min
ϕ Tubería principal	3/4 "	ϕ Tubería principal	1-1/2"
Potencia	0,5 Hp	Potencia	1,95 kw
Utiliza válvula CHECK	No	Utiliza válvula CHECK	Si
Voltaje de trabajo	220v	Voltaje de trabajo	220v

**ADMINISTRADOR**

**Nombre:** Francisca Peñaherrera

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Mi departamento cuenta con 10 puntos de consumo de agua potable considerando 6 puntos en los 2 baños completos, 1 lavabo de la cocina, 1 suministro para la lavadora, 1 suministro para la piedra de lavar y 1 suministro para el jardín.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Mi departamento pertenece a la planta baja del edificio.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Sí, he notado que algunas veces la intensidad de la luz baja por un segundo.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Yo pienso que si deberíamos mejorar el sistema de bombeo que tenemos ya que muchas ocasiones la presión de agua no alcanza para encender el calefón, de esta manera pienso que el problema es la bomba de agua.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Estoy segura que se incrementará la demanda de agua en el edificio ya que a futuro se proyecta a construir una zona comunitaria en el último piso, además que el municipio está obligando a que el edificio cuente con una red contraincendios, por lo que necesitaríamos mucha más agua y presión para que esta red funcione.

ANEXO E	Entrevista aplicada	2 de 18
<p><b>¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?</b></p> <p>Absolutamente sí, es muy importante no solo por el medio ambiente sino que también por la parte económica.</p> <p><b>¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?</b></p> <p>La verdad es que no estoy conforme, como le había indicado al comienzo la presión que a veces tenemos en el departamento no alcanza para encender el calefón y esto es muy molesto</p> <p><b>¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico respecto otros meses?</b></p> <p>Yo como administradora del edificio tengo el acceso a la planilla eléctrica y he notado que por lo menos el valor a pagar se ha incrementado en un 25% comparándolo con planillas de hace 2 años.</p> <p><b>¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?</b></p> <p>El último mantenimiento que se le realizó al sistema fue hace 9 meses</p> <p><b>¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?</b></p> <p>Realmente no hubo cambio, yo solicite que se realice una revisión del sistema y el resultado fue que no hay problema.</p> <p><b>¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?</b></p> <p>Sí señor, sin duda lo comunicaría a los otros propietarios para ponerlo a discusión y lo trataríamos con prioridad.</p>		

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**PROPIETARIO 1**

**Nombre:** Rolando Chávez

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Mi departamento tiene 10 puntos de consumos, esto lo digo pensando en que tengo dos baños y medio, cocina, lavadora y un lavabo adicional en una bodega

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Mi departamento está en el primer piso del edificio

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Si existen, todos los días, he notado que esto pasa cuando la bomba de agua se enciende.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si es importante realizar la mejora de la bomba de agua porque realmente se siente que no abastece con la demanda del edificio, no sé si en el último piso reciban agua con buena presión.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Si se va a incrementar la demanda, por lo menos de lo que nos han informado se procederá a instalar un sistema contra incendio que fue solicitado por el municipio.

<b>ANEXO E</b>	<b>Entrevista aplicada</b>	<b>4 de 18</b>
----------------	----------------------------	----------------

**¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**

Por supuesto que sí, yo estoy a favor del buen uso de la energía por todo lo que implica generarla.

**¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico respecto otros meses?**

No le sabría decir porque no tengo esta información ni la actual ni la anterior para realizar una comparación, la señora administradora le puede ayudar en eso.

**¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?**

Más o menos hace 10 meses, me acuerdo porque nos informaron que cortarían el agua por unas horas.

**¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**

Pues no noté un cambio, todo sigue igual, como si no hubieran hecho el mantenimiento.

**¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

Pues tendríamos que ver que dicen los demás vecinos pero creo que esto es un problema general, de mi parte estaría muy de acuerdo en realizar un cambio en el sistema de bombeo.

**PROPIETARIO 2**

**Nombre:** Stefania Tapia

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Yo tengo 8 puntos de consumo en mi departamento.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Yo vivo en el primer piso del edificio.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Solo paso en la noche en mi departamento, pero si he notado que hay bajones de luz.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si es importante porque necesito más presión de agua para que trabaje bien mi lavadora y mi calefón.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Discúlpeme no estoy segura de poderle responder es que no sé, si se construirá algo más en el edificio o si habrá alguna modificación

ANEXO E	Entrevista aplicada	6 de 18
<p><b>¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?</b></p> <p>Para nada, incluso estoy pensando en vender el departamento solo por este problema.</p> <p><b>¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto otros meses?</b></p> <p>No lo sé, no tengo conocimiento de esta información.</p> <p><b>¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizo a su sistema de bombeo?</b></p> <p>No sabría decirlo, si vinieron debió haber sido en la mañana y yo usualmente no paso aquí.</p> <p><b>¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?</b></p> <p>No sé si lo realizarían pero no he notado ningún cambio en el suministro de agua que tenemos.</p> <p><b>¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?</b></p> <p>Si me garantizan que los problemas con el agua terminaría yo estuviera muy de acuerdo en este cambio.</p>		

**Elaborado por:** Los Investigadores, Carlos Herrera y Daniel Noboa

**PROPIETARIO 3**

**Nombre:** Jorge Recalde

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Tengo 8 puntos de suministro de agua en el departamento.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Mi departamento está en el segundo piso del edificio.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Si hay bajas de corriente, esto pasa cuando se enciende la bomba de agua.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si lo considero muy importante ya que sería una mejora para el edificio.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Si se incrementará el consumo, ya que tendremos que adecuar un sistema contra incendio para el edificio.

ANEXO E	Entrevista aplicada	8 de 18
---------	---------------------	---------

**¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**

Si creo que el ahorro de energía es importante en todos los casos.

**¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?**

No estoy conforme, creo que esto debería mejorar mucho.

**¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto otros meses?**

No puedo darle esa información porque no la tengo.

**¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?**

Desconozco, creo que en ese caso mucho tendría que ver la señora administradora ya que ella tiene la obligación de tener informados a todos aquí.

**¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**

No lo sé, no he sentido cambio alguno.

**¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

Si, apoyaría la idea completamente.

<b>ANEXO E</b>	<b>Entrevista aplicada</b>	<b>9 de 18</b>
----------------	----------------------------	----------------

- **PROPIETARIO 4**

**Nombre:** Fausto Yépez

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

En mi departamento tengo 10 puntos de consumo de agua.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Mi departamento está en el segundo piso.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Si hay bajas de corriente, lo noto cuando baja la intensidad de la luz del foco.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si es muy importante poder mejorarlo porque de esta manera de volvería más eficiente y eficaz

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Si se puede producir un aumento en la demanda del edificio por lo que se piensa construir un lugar comunal en el último piso.

ANEXO E	Entrevista aplicada	10 de 18
---------	---------------------	----------

**¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**

Sí, es muy importante ahorra energía siempre debido a que contribuimos con la mejora del medio ambiente.

**¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?**

No estoy para nada conforme, como le comentaba, yo vivo en el tercer piso y muchas veces el agua cae sin presión y es muy incómodo.

**¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto a otros meses?**

La señora administradora le puede ayudar con esa información ya que no la dispongo.

**¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizo a su sistema de bombeo?**

Creo que fue hace unos 9 o 10 meses, nos informaron que cortarían el agua para revisar la bomba de agua.

**¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**

No noté ningún cambio, todo sigue igual.

**¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

Por supuesto que estaría de acuerdo y estoy seguro que el resto de propietarios lo estará.

**PROPIETARIO 5**

**Nombre:** Edwin Lema

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Yo cuento con 8 puntos de consumo en mi departamento, pero estoy pensando aumentar 2 puntos más.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Yo vivo en el tercer piso del edificio, fue el único que encontré después de años de búsqueda, buscaba en pisos inferiores pero ya se encontraban ocupados.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Realmente, no las he notado mucho ya que todo mi departamento tienen luces fluorescentes entonces no me doy cuenta de las bajas de luz

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si es importante, así se puede mejorar el abastecimiento de agua que tenemos en el edificio que pienso que es muy malo.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Hace algún tiempo converse con los demás vecinos y comentaban que se piensa instalar un sistema de dispersión de agua para una red de incendios, creo que en ese momento se incrementaría la demanda de agua y presión.

<b>ANEXO E</b>	<b>Entrevista aplicada</b>	<b>12 de 18</b>
----------------	----------------------------	-----------------

**¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**

Considero que es muy importante ahorrar energía debido a que ayudamos de esa forma al medio ambiente.

**¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?**

No estoy conforme, es muy incómodo tener que usar ducha eléctrica pudiendo usar el calefón, y esto antes que suba el precio del gas.

**¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto a otros meses?**

No conozco esa información disculpe.

**¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?**

El mantenimiento se realizó exactamente hace 9 meses, lo recuerdo porque un amigo fue quien hizo ese trabajo.

**¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**

No hubo cambio, como le digo, un amigo fue quien realizó el mantenimiento de la bomba y me dijo que no había problema en ella, solo que la bomba no puede abastecer la demanda que tienen el edificio.

**¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

Si lo haría, estuviéramos felices de poder mejorar esta situación, para que exista mucho más presión de agua.

<b>ANEXO E</b>	<b>Entrevista aplicada</b>	<b>13 de 18</b>
----------------	----------------------------	-----------------

**PROPIETARIO 6**

**Nombre:** Xavier Reinoso

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Bueno, en mi departamento tenemos 10 puntos de consumo de agua, pero en realidad los puntos en los que hay consumo son 9.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Yo vivo en el tercer piso.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Si hay bajas de luz, sobre todo en la noche que creo que es cuando estamos todos en el edificio.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Pienso que es muy importante el poder mejorar el sistema de bombeo que tenemos actualmente, ya que este no abastece la demanda actual según mi parecer y pienso que se debería buscar alternativas.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Si se va a incrementar ya que instalaremos el sistema contra incendios y esperemos que podamos concluir la zona comunal en la terraza del edificio.

ANEXO E	Entrevista aplicada	14 de 18
<p><b>¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?</b></p> <p>Considero que es muy importante ahorrar energía, hay muchos motivos pero el principal el medio ambiente, que es el hogar donde vivimos todos y si lo destruimos nos quedamos sin casa.</p> <p><b>¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?</b></p> <p>No estoy conforme para nada, creo que sería muy bueno poder realizar un cambio de bomba o algo así para poder mejorar el problema de falta de presión que a diario tenemos aquí.</p> <p><b>¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto a otros meses?</b></p> <p>No puedo dar mi opinión al respecto ya que no recibo las planillas del medidor del edificio.</p> <p><b>¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?</b></p> <p>Me encantaría poder ayudar con esa información pero desgraciadamente no lo recuerdo, disculpe.</p> <p><b>¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?</b></p> <p>No sé si el sistema haya recibido mantenimiento antes pero nunca he sentido una mejora en el suministro de agua, por el contrario creo que cada vez el suministra de agua va disminuyendo.</p> <p><b>¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?</b></p> <p>Lo consideraría de primera mano, como le comento, vivo en el tercer piso y el suministro de agua es muy pobre, estaría de acuerdo con la mejora del sistema.</p>		

**PROPIETARIO 7**

**Nombre:** Darío Aguirre

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

Mi departamento cuenta con 6 puntos de consumo de agua.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Mi departamento está ubicado en el cuarto piso del edificio.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Si existen bajones de luz.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si lo considero importante ya que mejoraríamos el confort del edificio.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Lo que sé es que se implementará un sistema contra incendios en el edificio y por ese motivo el consumo de agua se incrementara, además en la terraza se construirá un área comunal donde asumo que se incrementarán dos puntos de consumo de agua.

ANEXO E	Entrevista aplicada	16 de 18
---------	---------------------	----------

**¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**

Si considero que es importante porque protegemos el medio ambiente.

**¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?**

Para nada estaría conforme ya que al cuarto piso no llega la cantidad suficiente de agua, es por eso que con el vecino de junto instalamos un pequeño tanque reservorio en la terraza para de esta forma no quedarnos sin agua.

**¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto a otros meses?**

Disculpe pero no cuento con esa información.

**¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?**

Desconozco esta información.

**¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**

No sé si hayan hecho un mantenimiento al sistema de bombeo pero actualmente estoy utilizando un tanque reservorio para el suministro de agua.

**¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

Si me aseguran que podré tener agua con normalidad sin tener que utilizar el tanque reservorio yo sería una de las primeras personas en considerar cambiar el sistema de bombeo.

<b>ANEXO E</b>	<b>Entrevista aplicada</b>	<b>17 de 18</b>
----------------	----------------------------	-----------------

**. PROPIETARIO 8**

**Nombre:** Edith Sánchez

**¿Cuántos puntos de consumo tiene su departamento?**

El departamento cuenta con 6 puntos de consumo de agua, tal vez para el próximo año aumente un punto más que ya me está haciendo falta.

**¿A qué piso pertenece su departamento?**

Estoy ubicado en el cuarto piso del edificio.

**¿Existen bajas de corriente perceptibles en su departamento?**

Si existen bajones de luz, de lo que he podido notar, hay momentos en que se baja bastante la luz de las lámparas.

**¿Considera importante mejorar su sistema de bombeo? ¿Por qué?**

Si pienso que es importante, ya que así podríamos tener agua normalmente en todo el cuarto piso, sin la necesidad de ocupar otros elementos que ayuden a suplir la falta de agua.

**¿Cree que a futuro se incremente la demanda de agua en el edificio? ¿Por qué?**

Si aumentará la demanda de agua debido a que se construirá un área comunal en la terraza del edificio.

**¿Cree usted que es importante ahorrar energía? ¿Por qué?**

Es muy importante debido a que cuesta mucho poder generar electricidad, y como no cuesta nada mal gastarla ya mayoría de personas no la ahorran.

ANEXO E	Entrevista aplicada	18 de 18
---------	---------------------	----------

**¿Está usted conforme con el abastecimiento de agua que usted recibe en su departamento?**

No estoy conforme ya que no recibo agua directamente de la línea del edificio ya que el agua no llegaba al cuarto piso, entonces tuvimos que implementar un reservorio de agua que está ubicado en la terraza, de esta manera aunque no tengamos mucha presión pero por lo menos tenemos agua.

**¿Ha tenido variación en la planilla de consumo eléctrico del edificio respecto a otros meses?**

Disculpe pero no cuento con esa información, la señora administradora debe contar dicha información.

**¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le realizó a su sistema de bombeo?**

Desconozco esta información, ya que desde que me instale en el edificio nunca he manejado esa información, creo que la señora administradora maneja todos esos documentos, mil disculpas de no poder ayudar.

**¿Después del mantenimiento hubo algún cambio o mejora en el sistema?**

No le podría informar al respecto ya que no consumo agua directamente de la red del edificio.

**¿Si usted contara con una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y presión en el edificio lo tomaría en consideración para realizarlo?**

Apoyaría al cien por ciento, necesitamos dar solución a este problema, porque desde que me instale en este edificio he tenido insuficiente suministro de agua, como ya se lo comente el consumo de agua que yo tengo no está conectado de forma directa a la red.