

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL ESTABLO DE LA EMPRESA LACTEA S.A. ”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Automatización y Control de procesos.

AUTORES:

- Br. GUERRERO FLORES, MARTIN
- Br. LIZA TIRADO, JOSE LUIS

ASESOR:

- ING. LENIN LLANOS LEÓN

TRUJILLO – PERU
2017

ÍNDICE

PRESENTACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Delimitación del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Formulación de la hipótesis	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Variables	3
1.5 Objetivos del estudio	3
1.5.1 General	3
1.5.2 Específicos	3
1.6 Justificación del estudio	3
1.6.1 Importancia de la investigación	3
1.6.2 Viabilidad de la investigación	4
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Definiciones	7
2.2.1 Sistemas de automatización industrial	7
2.2.2 Sistemas de comunicación inalámbrica	7
2.2.3 Sistemas de control	9
2.2.4 Sistemas de abastecimiento con bomba	12
2.2.5 Tipos de abastecimiento de agua	16
2.2.6 Sistemas de almacenamiento y extracción	18
2.2.7 Instrumentación en pozos	19
2.2.8 Consumo de agua del ganado vacuno	23
3. MATERIAL Y MÉTODOS	26
3.1 Material	26
3.1.1 Población	26
3.1.2 Muestra	26

3.1.3	Unidad de Análisis	26
3.2	Método	26
3.2.1	Tipo de investigación	26
3.2.2	Diseño de Investigación	26
3.2.3	Variables de estudio y Operacionalización	26
3.2.4	Instrumentos de recolección de Datos.....	29
3.2.5	Procedimientos y análisis de datos	33
3.2.6	Técnicas de análisis de datos	36
3.2.7	Modelos estadísticos de análisis de datos.....	54
4.	RESULTADOS.....	57
4.1	Diseño de estrategia y tecnología.....	57
4.2	Programación de las estrategias y tecnología	58
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
6.	CONCLUSIONES	63
7.	RECOMENDACIONES.....	65
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	67

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, se pone a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL ESTABLO DE LA EMPRESA LACTEA S.A.”**

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusando anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Trujillo, Agosto del 2017

Br. Martin Alberto Portan Guerrero Flores.
Br. Jose Luis Liza Tirado.

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis padres Jose Luis Liza Reyes y Luz Elena Tirado Mendoza porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis hermanos Henry, Oscar, Katya y Angela que más que mis hermanos son mis verdaderos amigos.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

Jose Luis

Doy gracias Dios, a mis queridos padres Walter Guerrero y Yojany Flores por haberme apoyado y ayudado tanto económica como emocionalmente para hacer de este sueño realidad, y a mis hermanas Diana y Fiorella por ser mi ejemplo a seguir profesionalmente, todos ellos forman parte y contribuyeron con este logro, mi mayor inspiración.

Les agradezco por confiar siempre en mí, por toda su ayuda, paciencia y su tiempo compartido durante esta etapa importante de mi vida.

Martin Alberto

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por habernos dado fuerzas y ganas de poder llegar a nuestras metas trazadas, realizar objetivos y por darnos salud y su infinito amor.

A la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por brindarnos los conocimientos necesarios para la realización de nuestro Trabajo de Tesis y así abrirnos camino en el ámbito laboral.

A todos nuestros profesores universitarios de Ingeniería Electrónica, por brindarnos conocimientos en cada una de las materias tomadas para nuestro desarrollo profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centra en realizar el diseño de un sistema automatizado para abastecer el agua del establo en la empresa LACTEA S.A.

En el Primer Capítulo del presente trabajo, se aborda la problemática que ocasiona el desabastecimiento de agua en el establo. En él exponemos nuestro objetivo y damos a conocer la importancia de dar una solución debido a lo crítico que es no contar con agua y el nivel bajo de producción.

En el Segundo Capítulo, se presenta el marco teórico y un sustento válido del porqué la elección de realizar el diseño de un sistema automatizado.

En el Tercer Capítulo, se procede con el estudio de las posibles tecnologías y desarrollo de la solución, detallamos los equipos y accesorios utilizados para lograr los objetivos trazados.

En el Cuarto Capítulo mostramos los resultados del diseño y los datos obtenidos con el sistema automatizado.

Y en los últimos dos capítulos mostramos una breve discusión de nuestros resultados y las conclusiones a las que llegamos.

ABSTRACT

In the First Chapter of the present work, the problematic that causes the shortage of water in the stable is addressed. In it we expose our objective and we announce the importance of giving a solution due to the critical thing is to not have water and the low level of production

In the second chapter, the theoretical framework is presented and a valid basis for the choice of designing an automated system.

In the Third Chapter, we proceed with the study of possible technologies and development of the solution, we detail the equipment and accessories used to achieve the objectives outlined.

In Chapter Four we show the results of the design and the data obtained with the automated system.

And in the last two chapters we show a brief discussion of our results and the conclusions we reached.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de agua para el ganado.	24
Tabla 2: Variable Dependiente.	27
Tabla 3: Variable independiente.	28
Tabla 4: Coordenadas del reservorio y pozo.	31
Tabla 5: Dimensiones de reservorio.	31
Tabla 6: Dimensiones de pozo subterráneo.	32
Tabla 7: Cobertura GSM en zona de pozo y reservorio.	32
Tabla 8: Tabla de costos de los componentes de la propuesta GSM.	39
Tabla 9: Tabla de costos de los componentes de la propuesta de Radio Enlace.	42
Tabla 10: Tabla de costos de los componentes de la propuesta de convertidor de señal discreto a Ethernet.	44
Tabla 11: Tabla de costos de los componentes de la propuesta de control de encendido y apagado de electrobomba.	54
Tabla 12: Tabla de características de las propuestas inalámbricas.	55
Tabla 13: Tabla de características de las propuestas de control encendido y apagado de electrobomba.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Enlace a distancia.	8
Figura 2: Sistema GSM, comportamiento frente a cuatro usuarios.	9
Figura 3: Diagrama de un sistema de control.	10
Figura 4: Tipo de bomba rotativa de vacío.	13
Figura 5: Bomba centrífuga.	13
Figura 6: Bomba rotodinámica axial.	14
Figura 7: Variador de velocidad.	16
Figura 8: Esquema del sistema de monitorización y comunicaciones.	20
Figura 9: Esquema de sonda piezométrica.	21
Figura 10: Esquema del sistema neumático de medida de nivel.	22
Figura 11: Regulador de Nivel Mecánico Todo-Nada.	22
Figura 12: Caudalímetros electromagnético y de impulsos.	23
Figura 13: Ingreso de datos en software para identificar las características de la bomba a utilizar.	30
Figura 14: Curva del sistema y potencia necesaria para el bombeo de agua. .	30
Figura 15: Imagen en 3D de reservorio de establo.	31
Figura 16: Pozo subterráneo.	32
Figura 17: Perfil topográficos directo.	33
Figura 18: Software Radio Mobile.	33
Figura 19: Propiedades de la red del Radio Enlace.	34
Figura 20: Miembros de la red del Radio Enlace.	34
Figura 21: Parámetros de los equipos.	35
Figura 22: Perfil del enlace del Reservorio y el pozo.	36
Figura 23: Esquema de propuesta utilizando tecnología GSM.	36
Figura 24: Propuesta con la estructura de la tecnología GSM.	37
Figura 25: Módem Wavecom M1306B GSM-GPRS-SMS.	38
Figura 26: Cable serial DB15-DB9.	38
Figura 27: Tarjeta SIM.	39
Figura 28: Vista de los puntos para el enlace.	39
Figura 29: Detalles del enlace del pozo subterráneo y el reservorio de establo.	40
Figura 30: Esquema de la propuesta por Radio Enlace.	40

Figura 31: Radwin RW-2050-A110.....	41
Figura 32: Torre autosoportado.....	41
Figura 33: Cable Ethernet UTP CAT 6.....	42
Figura 34: Circuito Convertidor de señales discretas a Ethernet.....	43
Figura 35: Circuito Convertidor de señal Ethernet a discretas.....	43
Figura 36: Propuesta de sistema de control automático de electrobomba.....	44
Figura 37: Interruptor de nivel WIKA.....	45
Figura 38: Guardamotor GV3P65 marca Schneider.....	45
Figura 39: Arrancador suave ATS22D62S6 marca Schneider.....	46
Figura 40: Relé RXM2AB1B7 marca Schneider.....	46
Figura 41: Bomba sumergible Grundfos y motor sumergible Franklin Electric.....	47
Figura 42: Esquema de componentes eléctricos para control manual y automático del encendido y apagado de electrobomba.....	48
Figura 43: Interruptor de nivel WIKA.....	48
Figura 44: Relé RXM2AB1B7 marca Schneider.....	49
Figura 45: Pulsador doble luminoso XB5AW73731B5 marca Schneider.....	50
Figura 46: Selector XB5AJ33 marca Schneider.....	50
Figura 47: ITM NSX100F TM80D marca Schneider.....	51
Figura 48: Guardamotor GV3P65 marca Schneider.....	51
Figura 49: Variador de velocidad ATV630D30N4 marca Schneider.....	52
Figura 50: Bomba sumergible Grundfos y motor sumergible Franklin Electric.....	52
Figura 51: Esquema del sistema automatizado para el abastecimiento de agua.	57

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La **EMPRESA LACTEA S.A.** es una empresa ubicada en el Departamento de La Libertad, Provincia de Virú, en la Panamericana Norte Km. 531 del Distrito de Virú. LACTEA es una empresa ganadera líder en el país, actualmente la más grande operación lechera del Perú. El trabajo en equipo y la permanente innovación en la gestión de alimentación, nutrición, ordeño, sanidad y reproducción de sus animales es lo que ha permitido ser los líderes del país. Producen más de 30'000,000 de litros de leche al año.

LACTEA S.A. forma parte del **Grupo Rocío** conformado por las empresas: **El Rocio, Talsa, Avo Perú, Avícola del Norte S.A.C., Nor Aves, Inversiones Jordie S.A., Avicola Santa FE S.A.C., Aguacates del Perú S.A.C. y Hortifrut.** LACTEA se abastece de agua del Proyecto Especial de CHAVIMOCHIC, pero esta llega a las instalaciones de Talsa y de ahí es bombeada a las instalaciones de la empresa LACTEA S.A., que es utilizada principalmente para el consumo del ganado donde actualmente el establo cuenta con más de 4,800 vacunos. Por eso la importancia de contar con agua, debido a diferentes factores, como lo es el factor climático uno de ellos, el Proyecto Especial de CHAVIMOCHIC no puede abastecer de agua el establo, LACTEA en esos casos, se ve en la necesidad de habilitar un pozo subterráneo de agua de 60 metros de profundidad y que se encuentra a 2.5 Km de distancia del establo, es así que mediante una bomba centrífuga llena un camión cisterna que suministra de agua a todas las instalaciones que cuentan con más de 100 bebederos, ya que el ganado es agrupado de 30 vacas por lote.

Hay casos, ya sea con el abastecimiento del proyecto CHAVIMOCHIC o utilizando la extracción de agua del pozo subterráneo, el trabajador debe estar en constante movimiento para verificar que los bebederos no se queden sin agua o también evitar que se rebalse el agua de dichos bebederos, estos deben de abrir o cerrar la válvula para el paso de agua. Las vacas por cada litro de leche que producen necesitan beber al menos tres litros de agua, donde las vacas de alto rendimiento beben 150 litros de agua al día. Por eso la importancia del agua en el establo, ya que si se reduce la cantidad de agua reduce la cantidad de leche que una vaca produce.

1.2 Delimitación del problema

La presente investigación se delimita al estudio del desabastecimiento de agua del establo de la empresa LACTEA S.A.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera se puede abastecer de agua en la ganadería de la empresa LACTEA S.A.?

1.4 Formulación de la hipótesis

1.4.1 General

“Mediante un sistema automatizado, se abastecerá de agua el establo de la empresa LACTEA S.A., ubicada en la ciudad de Virú”.

1.4.2 Variables

a. Variable Independiente:

Abastecimiento de agua.

b. Variable Dependiente:

Sistema automatizado.

1.5 Objetivos del estudio

1.5.1 General

Diseñar un sistema automatizado para abastecer de agua la ganadería de la empresa LACTEA S.A.

1.5.2 Específicos

- Evaluar el sistema actual con el que la ganadería se abastece de agua.
- Identificar los requerimientos necesarios (terreno, distancia, etc.) para el abastecimiento de agua de la ganadería.
- Verificar los índices de con la que varía el abastecimiento de agua en la ganadería.
- Desarrollar el diseño del sistema automatizado de agua para el abastecimiento en la ganadería de la empresa LACTEA S.A. ubicada en la ciudad de Virú.

1.6 Justificación del estudio

1.6.1 Importancia de la investigación

- **En lo tecnológico:** Proporcionar la automatización del abastecimiento de agua, que pueda usarse como base para mejorar procesos similares con tecnología de sistemas de bombeo para evitar riesgos de personal con el proceso manual.
- **En lo científico:** Se propone una base que sirva para otros investigadores en el diseño de sistemas automatizados para abastecer de agua el establo, y pueda mejorarse y estandarizar un proceso automatizado tecnológico con el avance de la tecnología.

- **En lo social:** Se propone generar un proceso más óptimo de un sistema automatizado donde los trabajadores necesarios no estén expuestos a ningún tipo de riesgo contra sus vidas o su salud.

1.6.2 Viabilidad de la investigación

La investigación tiene completa viabilidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Título 1: “Automatización del tanque de almacenamiento y distribución del Sistema de Agua Potable de la comunidad de Oyambarillo”.

Autor: Víctor Javier Garzón Sierra.

Doris Elizabeth Gómez Pumisacho.

Institución: Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

Fecha de publicación: 2008.

Aporte a nuestra investigación:

Este trabajo nos aporta en el uso de software para el control utilizando PLC, para el encendido y apagado automático de las bombas que se utilizó para la distribución del sistema de agua potable.

Título 2: “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las comunidades Santa Fe y Capachal, Píritu, Estado Anzoátegui”.

Autor: Raúl José López Malavé.

Institución: Universidad de Oriente, Venezuela.

Fecha de publicación: 2009.

Aporte a nuestra investigación:

Este trabajo nos aporta las fórmulas para hallar la potencia de las bombas y el caudal requerido en el abastecimiento de agua.

Título 3: “Diseño e Implementación del Sistema de Control Automático de la Estación de Bombeo de Agua Potable Colinas Alto de la EMAAP-Q”.

Autor: Esteban Javier Moromenacho Oña.

Institución: Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador.

Fecha de publicación: 2008.

Aporte a nuestra investigación:

Este trabajo nos aporta el uso de diferentes tipos de válvula y de sensores que servirán para el control del sistema automatizado para el abastecimiento de agua que se diseñará.

Título 4: “Automatización del Sistemas Bombas de Abastecimiento”.

Autor: Jonathan Luis Martínez Suárez.

Institución: Universidad Tecnológica de Querétaro.

Fecha de publicación: 2015.

Aporte a nuestra investigación:

Este trabajo nos aporta en el uso de equipos de protección y control de las bombas, que se utilizaran para el abastecimiento de agua.

Título 5: “Control y Guiado de un Robot Móvil Autónomo mediante Tecnología GSM”.

Autor: Artal J.S., Caraballo J. y López D.

Institución: Universidad de Zaragoza.

Fecha de publicación: 2004.

Aporte a nuestra investigación:

Este trabajo nos aporta en el uso de la tecnología de comunicación que se utilizara para hacer control a distancia del sistema automatizado para el abastecimiento de agua que se diseñará.

Título 6: “Automatización y Control a Distancia de los Reservorios de San Diego”.

Autor: Juan Carlos Hernández Espinoza.

Institución: Pontificia Universidad Católica Del Perú.

Fecha de publicación: 2006.

Aporte a nuestra investigación:

Este trabajo nos aporta en el uso de la instalación de PLC, sensores de nivel y posición digitales, para poder obtener lecturas exactas y, con los enclavamientos adecuados, poder hacer control sobre el sistema que se diseñara.

2.2 Definiciones

2.2.1 Sistemas de automatización industrial

La Ingeniería de la Automatización Industrial ha efectuado un enorme progreso en las últimas décadas. Elementos de hardware cada día más potentes, la incorporación de nuevas funcionalidades, y el desarrollo de las redes de comunicación industriales, permiten realizar excelentes sistemas de Automatización Industrial en tiempos mínimos. (Piedrafita Moreno, 2004)

2.2.2 Sistemas de comunicación inalámbrica

La comunicación wireless o sin cables es aquella en la que la comunicación (emisor/receptor) no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles, etc. En este caso un conjunto de señales se procesan en una estación remota y se transmiten hacia el centro de control, mediante un sistema de comunicaciones inalámbricas; para el caso de las captaciones de agua, que normalmente se encuentran alejadas de los puntos de control y consumo, tales sistemas podrían ser vía microondas (enlace punto a punto o con

tecnología GSM) como se muestra a continuación. (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

2.2.2.1 Comunicación por redes microondas. (Punto a Punto)

Los enlaces punto a punto le permiten interconectar 2 redes remotas como si fueran una misma, mediante un canal de comunicación inalámbrico. Dichos enlaces son viables desde 500 mts o menos hasta una distancia máxima aproximada de 80 Km. Estos enlaces podrían tener los siguientes usos:

- Comunicación de red, internet, video y telefonía IP para una empresa, sucursal, casa de campo, rancho o facilidad ubicada en áreas remotas donde los servicios de Internet no llegan.
- Interconexión de las redes de 2 ubicaciones o extensión de la red de 1 ubicación a otra, permitiendo intercambio de archivos, impresión en red, internet compartido, servicios de red, aplicaciones, intranet, etc.
- Interconexión de las redes de 2 ubicaciones para enlazar servicios de voz mediante VOIP, permitiendo comunicación de extensiones, líneas telefónicas compartidas y enlace a líneas virtuales.
- Interconexión de las redes de 2 ubicaciones para compartir servicios de video vigilancia y monitoreo de espacios a distancia.

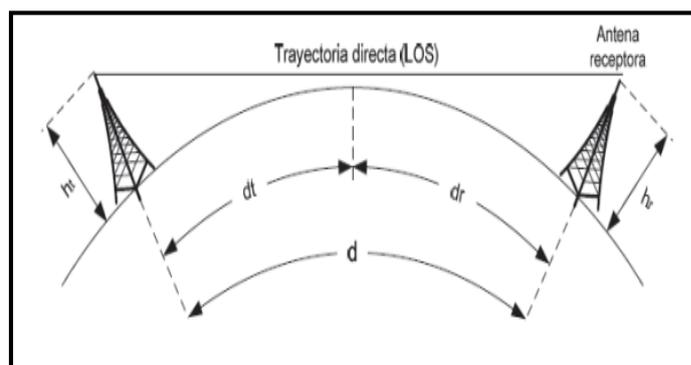


Figura 1: Enlace a distancia.

Fuente: (Gomáriz, Biel, Matas, & Reyes, 1998)

2.2.2.2 Comunicación por redes celular. (GSM/GPRS)

GSM viene de "Global System for Mobile Communications" (Sistema Global de comunicaciones Móviles), GSM es un sistema de telefonía netamente digital, originalmente se definió como un estándar europeo abierto para redes de

teléfonos móviles digitales que soportan voz, mensajes de texto, datos y roaming. GSM corresponde a la segunda generación (2G) más importante del globo terrestre. El sistema GSM utiliza una variación de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), esto quiere decir que a cada usuario se le asigna un intervalo temporal denominado "slot", en el que su información, normalmente es de voz. Posteriormente en la estación se procesa para formar una única corriente de información, GSM y es el que más se llegó a utilizar entre las tres tecnologías de telefonía móvil (TDMA, GSM y CDMA), este sistema opera a cualquiera de los 900MHz o 1800Mhz de banda de frecuencia.

Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (red local/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

El objetivo de hacer uso de la tecnología GSM es interactuar entre el dispositivo remoto y un Servidor en Internet, utilizando la red celular GSM y haciendo uso del servicio GPRS, para darle mayor confiabilidad a la comunicación, este sistema debe hacer uso de un microcontrolador para manejar un receptor GPS y realizar el sensado de una serie de entradas analógicas y digitales, también debe incluir un modem celular para enviar los datos recolectados en el móvil hacia el Servidor el cual permitirá llevar un registro de los datos adquiridos y visualizarlos a la vez que posibilita un diálogo con el sistema remoto efectuando acciones de control sobre el mismo o simplemente enviando mensajes informativos que serán visualizados en un display LCD.

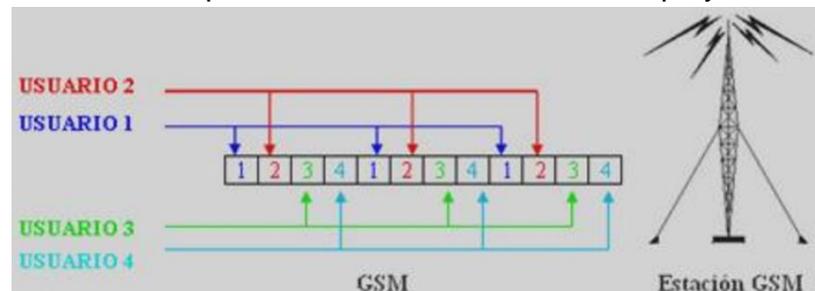


Figura 2: Sistema GSM, comportamiento frente a cuatro usuarios.
Fuente: Wikipedia

2.2.3 Sistemas de control

Desde el punto de vista de la teoría de control, un sistema o proceso está formado por un conjunto de elementos relacionados entre sí que ofrecen señales de salida en función de señales o datos de entrada.

Es importante resaltar el hecho de que no es necesario conocer el funcionamiento interno, o cómo actúan entre sí los diversos elementos, para caracterizar el sistema. Para ello, sólo se precisa conocer la relación que existe entre la entrada y la salida del proceso que realiza el mismo (principio de caja negra). El aspecto más importante de un sistema es el conocimiento de su dinámica, es decir, cómo se comporta la señal de salida frente a una variación de la señal de entrada. Un conocimiento preciso de la relación entrada/salida permite predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción de control adecuada para mejorarla. De esta manera, el diseñar, conociendo cuál es la dinámica deseada, ajustará la acción de control para conseguir el objetivo final frente a perturbaciones externas del sistema.

En vista de todo lo expuesto, se puede definir un sistema de control como el conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control. (Gomáriz, Biel, Matas, & Reyes, 1998)

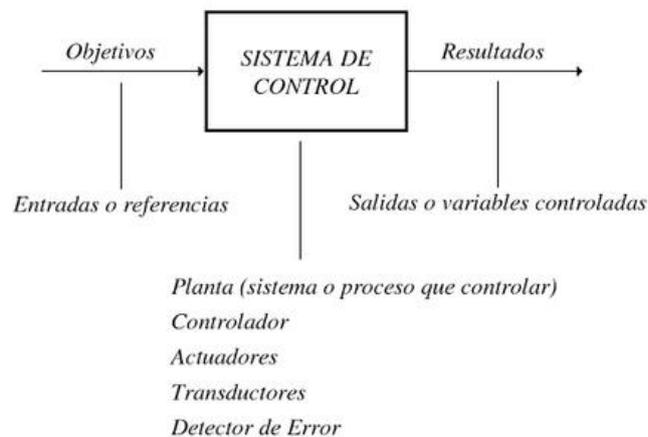


Figura 3: Diagrama de un sistema de control.
Fuente: (Gomáriz, Biel, Matas, & Reyes, 1998)

Hay 3 tipos de sistemas de control:

- **Sistemas de Control Realimentados:** Un sistema que mantiene una relación determinada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina *sistema de control realimentado*. Un ejemplo sería el sistema de control de temperatura de una habitación. Midiendo la temperatura real y comparándola con la temperatura de referencia

(temperatura deseada), el termostato activa o desactiva el equipo de calefacción o de enfriamiento para asegurar que la temperatura de la habitación se mantiene en un nivel confortable independiente de las condiciones externas.

Los sistemas de control realimentados no se limitan a la ingeniería, sino que también se encuentran en diversos campos ajenos a ella. Por ejemplo, el cuerpo humano es un sistema de control realimentado muy avanzado. Tanto la temperatura corporal como la presión sanguínea se conservan constantes mediante una realimentación fisiológica. De hecho, la realimentación realiza una función vital: hace que el cuerpo humano sea relativamente insensible a las perturbaciones externas, permitiendo que funcione de forma adecuada en un entorno cambiante.

- **Sistemas de control en lazo cerrado:** Los sistemas de control realimentados se denominan también *sistemas de control de lazo cerrado*. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema.
- **Sistemas de control en lazo abierto:** Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan *sistemas de control de lazo abierto*. En otras palabras, en un sistema de control de lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. Un ejemplo práctico es una lavadora. El remojo, el lavado y el centrifugado en la lavadora operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, que es la limpieza de la ropa.
En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Así, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija; como resultado de ello, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea

deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. Es evidente que estos sistemas no son de control realimentado. Obsérvese que cualquier sistema de control que opere con una base de tiempo está en lazo abierto. Por ejemplo, el control de tráfico mediante señales operadas con una base de tiempo es otro ejemplo de control en lazo abierto. (Ogata, 2010)

2.2.4 Sistemas de abastecimiento con bomba

Con frecuencia en el proyecto de sistemas de abastecimiento de agua es necesario diseñar estaciones de bombeo.

Se puede definir a una bomba como un dispositivo mecánico, cuya finalidad es proporcionar a un líquido, en este caso agua, la energía suficiente para poder ser transportado mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota. (Palacios Ruiz, 2008)

2.2.4.1 Tipos de abastecimiento con bomba

- **Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico:** En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo. A su vez este tipo de bombas pueden subdividirse en:
 - **Bombas de émbolo alternativo:** En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan por válvulas que abren y cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba pistones de accionamiento axial.
 - **Bombas volumétricas rotativas o roto estáticas:** En estas máquinas una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Algunos ejemplos de este tipo de máquinas son la bomba de paletas, la bomba de lóbulos, la bomba de engranajes, la bomba de tornillo o la bomba peristáltica.

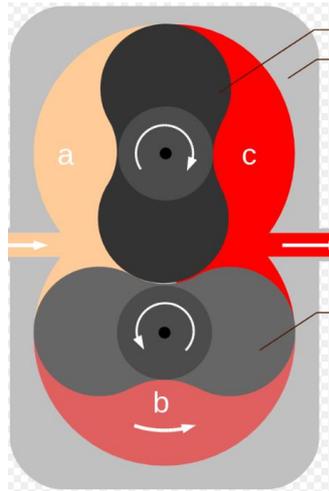


Figura 4: Tipo de bomba rotativa de vacío.
Fuente: Wikipedia

- Bombas centrífugas:** Este tipo de máquinas son las que generalmente se usan en acueducto (como se muestra en la figura). Estas bombas centrífugas tienen un elemento llamado impulsor, que gira a una determinados rpm; por efecto de la rotación del impulsor, se produce en el lado de la aspiración una presión inferior a la atmosférica, la cual actúa sobre el nivel del agua en la tanquilla de succión (es el caso más común), produciéndose el flujo del agua desde la tanquilla hacia la cámara de la bomba; una vez que el agua entra a la cámara de la bomba, el impulsor, en virtud de su rotación, le comunica al agua una gran carga de velocidad, que luego al salir de la bomba se convertirá en energía potencial.

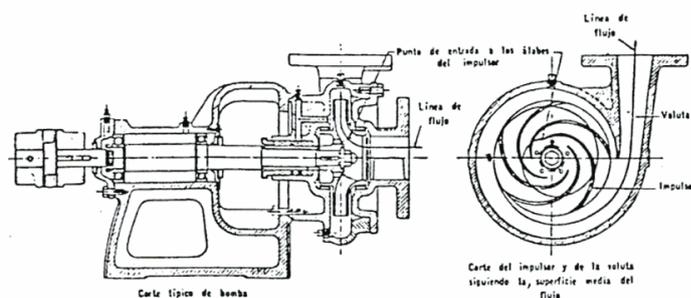


Figura 5: Bomba centrífuga.
Fuente: (Palacios Ruiz, 2008)

- Bombas rotodinámicas:** En este tipo de bombas hay uno o varios rodetes con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido. En este tipo de máquinas el flujo del fluido es continuo. Estas turbo máquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse en:

- **Radiales o centrífugas:** cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.
- **Axiales:** cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.
- **Diagonales o helicocentrífugas:** cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.



Figura 6: Bomba rotodinámica axial.
Fuente: Wikiwand.

- **Bomba aspirante:** En una "bomba aspirante", un cilindro que contiene un pistón móvil está conectado con el suministro de agua mediante un tubo. Una válvula bloquea la entrada del tubo al cilindro. La válvula es como una puerta con goznes, que solo se abre hacia arriba, dejando subir, pero no bajar, el agua. Dentro del pistón, hay una segunda válvula que funciona en la misma forma. Cuando se acciona la manivela, el pistón sube. Esto aumenta el volumen existente debajo del pistón, y, por lo tanto, la presión disminuye. La presión del aire normal que actúa sobre la superficie del agua, del pozo, hace subir el líquido por el tubo, franqueando la válvula-que se abre- y lo hace entrar en el cilindro. Cuando el pistón baja, se cierra la primera válvula, y se abre la segunda, que permite que el agua pase a la parte superior del pistón y ocupe el cilindro que está encima de este. El golpe siguiente hacia arriba hace subir el agua a la espita y, al mismo tiempo, logra que entre más agua en el cilindro, por debajo del pistón. La acción continúa mientras el pistón sube y baja. Esta bomba aspirante es de acción limitada, en ciertos sentidos. No puede proporcionar

un chorro continuo de líquido ni hacer subir el agua a través de una distancia mayor a 10 m. entre la superficie del pozo y la válvula inferior, ya que la presión normal del aire solo puede actuar con fuerza suficiente para mantener una columna de agua de esa altura. *Una bomba impelente vence esos obstáculos.*

- **Bomba impelente**

La bomba impelente consiste en un cilindro, un pistón y un caño que baja hasta el depósito de agua. Asimismo, tiene una válvula que deja entrar el agua al cilindro, pero no regresar. No hay válvula en el pistón, que es completamente sólido. Desde el extremo inferior del cilindro sale un segundo tubo que llega hasta una cámara de aire. La entrada a esa cámara es bloqueada por una válvula que deja entrar el agua, pero no salir. Desde el extremo inferior de la cámara de aire, otro caño lleva el agua a un tanque de la azotea o a una manguera.

- **Según el tipo de accionamiento**

- Electrobombas: Genéricamente, son aquellas accionadas por un motor eléctrico, para distinguirlas de las motobombas.

Este tipo de bombas generalmente utiliza variadores de velocidad para maximizar su eficiencia y ahorro energético:

En muchas ocasiones es preciso trabajar durante mucho tiempo en condiciones de caudal inferiores al nominal; en esta situación se pueden realizar planteamientos que permitan ahorros energéticos considerables, implantando el sistema de regulación de caudal más apropiado.

Los métodos de regulación de caudal se obtienen mediante: modificación de la curva presión-caudal del sistema sobre el que trabaja la bomba; modificación de la curva presión-caudal de la bomba; modificación simultánea de ambas características (sistema y bomba); arranque o paro de la bomba.

Los organismos operadores de agua potable, las comunidades de regantes y las instalaciones y sistemas de riego por aspersión tienen un gran potencial de ahorro de energía mediante la aplicación de velocidad variable a sus sistemas de bombeo directo a la línea, ya que éste es el caso donde la carga es variable.



Figura 7: Variador de velocidad.
Fuente: Traxco.

- Motobombas: son aquellas accionadas por motores de combustión interna.
- Bombas neumáticas: son aquellas de desplazamiento positivo en las que la energía de entrada es neumática, normalmente a partir de aire comprimido.
- Bombas de accionamiento hidráulico, como la bomba de ariete o la noria.
- Bombas manuales. Un tipo de bomba manual como la bomba de balancín.

2.2.5 Tipos de abastecimiento de agua

- **Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento**

Estos tipos de dosificación de agua por gravedad sin tratamiento son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución, e incluso no requieren ningún tipo de bomba para que el agua llegue hasta los bebederos.

Las fuentes de dosificación de aguas para este sistema son subterráneas (afloran a la superficie como manantiales) o subálveas (captan agua a través de galerías filtrantes), cabe resaltar que en estos sistemas de agua, la desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento; Los componentes que son necesarios en este sistema son la captación, línea de conducción o impulsión, el reservorio, la línea

de aducción, la red de distribución y las conexiones a los bebederos. (BVSDE, 2017)

- **Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento**

Estos tipos de dosificación de agua por gravedad con tratamiento se dan cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias o ríos que requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución y no hay necesidad de bombear el agua, estos sistemas son conocidos o denominados “*por gravedad con tratamiento*” y hacen uso de una planta de tratamiento de agua la cual debe ser diseñadas en función a la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

Estos sistemas tienen una operación más compleja que el sistema sin tratamiento, y requieren mantenimiento para garantizar la buena calidad del agua. Al hacer uso de este sistema con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, garantizando el resultado esperado; hay que tener en cuenta los componentes que son necesarios en este sistema son: la captación, línea de conducción o impulsión, el reservorio, la línea de aducción, la red de distribución, las conexiones a los bebederos y la planta de tratamiento de agua. (BVSDE, 2017)

- **Sistemas de abastecimiento de agua por bombeo sin tratamiento**

Estos sistemas de dosificación de agua se abastecen con agua de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. Sin embargo, el agua necesita ser bombeada para ser distribuida al usuario final (ganado vacuno). Generalmente están constituidos por pozos. Los componentes que son necesarios en este sistema son la captación de recursos, la estación de bombeo de agua, la línea de conducción o impulsión, el reservorio, la red de distribución y las conexiones a los bebederos. (BVSDE, 2017)

- **Sistemas de abastecimiento de agua por bombeo con tratamiento**

Estos sistemas de dosificación de agua por bombeo con tratamiento requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final (ganado vacuno). Los componentes que

son necesarios en este sistema son la captación de recursos, la estación de bombeo de agua, la línea de conducción o impulsión, el reservorio, la red de distribución, planta de tratamiento de agua y las conexiones a los bebederos. (BVSDE, 2017)

2.2.6 Sistemas de almacenamiento y extracción

Hay tres tipos de sistemas de abastecimiento de agua de MUS a nivel comunitario: sistemas con punto de acceso único, sistemas con una red de distribución a pilas públicas de agua, y sistemas comunitarios con red de distribución a los predios o las parcelas. (van Koopen, y otros, 2010)

2.2.6.1 Hoyos perforados o pozos

La extracción de agua subterránea de hoyos perforados o de pozos proporciona acceso al agua subterránea profunda, que tiende a ser una fuente más estable que las aguas poco profundas, ya que se ve menos afectada por las variaciones estacionales. Sin embargo, es preciso poner atención a que la tasa de extracción sea inferior a la tasa de reposición natural. Estos pozos comunitarios tienen un potencial limitado para el uso productivo de agua en los predios, cuando la distancia entre la fuente y los predios es grande y los usuarios deben acarrear el agua desde muy lejos. (van Koopen, y otros, 2010)

2.2.6.2 Bombas manuales o bombas motorizadas

Además de las limitaciones debido a la distancia y al uso compartido de los pozos comunitarios o perforados, puede haber limitaciones debido a dispositivos de elevación del agua. Si bien se puede extraer agua de más de 50 metros de profundidad con bombas de mano, usando fuerza humana o animal, esto demanda un gran esfuerzo. Incluso a poca profundidad, la cantidad de agua que se extrae con bombas de mano tiende a ser limitada y esto, a su vez, tiende a limitar el agua para uso doméstico y para darle de beber a los animales. Esto sucedía en Samundi, India, antes de la intervención del proyecto, donde la descarga de agua de la bomba manual de la comunidad era tan baja, que para conseguir agua suficiente para satisfacer solo las necesidades domésticas internas de una sola casa había que hacer dos viajes de 2-3 horas de duración.

Para extraer agua de MUS a nivel intermedio o alto de un hoyo perforado, se requiere una bomba con motor. En muchos casos, en el predio la capacidad de la bomba del

hoyo perforado es más que adecuada para compartir y usar el agua en la comunidad. En estos casos, la extracción es generalmente superior a lo que puede utilizarse de inmediato y se necesitan instalaciones de almacenamiento de agua o de un sistema de distribución, lo cual conlleva a otro nivel de tecnología. (van Koopen, y otros, 2010)

2.2.6.3 Represas (embalses) para pueblos pequeños

Estas constituyen una segunda tecnología de punto de acceso único; a menudo se construye a nivel de una o más comunidades. Grandes sistemas de riego de tanque en cascada han sido parte de la infraestructura de agua para usos domésticos y productivos durante siglos. Durante muchas décadas se han construido pequeñas represas en países tan diversos como Brasil, Etiopía, Ghana, indios, Zimbabue, etc., y todavía se construyen para suplir las necesidades de los usuarios en la ganadería, la agricultura y el agua doméstica; y para la recarga de las aguas subterráneas. (van Koopen, y otros, 2010)

2.2.6.4 Otros tipos de captación de agua

Captación por aguas superficiales, este sistema están constituidas por los arroyos, ríos y lagos que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con la información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. (BVSDE, 2017)

Captación por agua de lluvia, este sistema se emplea en aquellos casos en que no es posible obtener agua superficial de buena calidad y cuando el régimen de lluvia sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. (BVSDE, 2017)

2.2.7 Instrumentación en pozos

En los abastecimientos públicos que utilizan aguas subterráneas, las captaciones o tomas (pozos, sondeos y manantiales), son puntos fundamentales del sistema y de ellos, o más concretamente de su óptimo funcionamiento, depende el

cumplimiento de las tres máximas, que imperan en la gestión de los servicios de agua potable: Garantizar el suministro, Garantizar la calidad del agua suministrada y Producir el recurso al menor coste posible. Para conseguir estos tres objetivos y gestionar adecuadamente el servicio público, las captaciones se instrumentan y se mantienen permanente controladas mediante sistemas de telecontrol, lo cual permite la captura de información de las variables de funcionamiento en tiempo real y posibilita la implantación de sistemas de telealerta y telemando, desde una central de operaciones alejada de la captación. Ello implica el control permanente de la captación y una rápida respuesta frente a cualquier anomalía de su funcionamiento, independientemente de su situación (como se muestra en la figura 1). (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)



Figura 8: Esquema del sistema de monitorización y comunicaciones.

Fuente: (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

La instrumentación parte de la instalación de unos sensores en aquellos puntos a controlar, los cuales emiten señales físicas en función de su estado hacia transductores, encargados de recolectarlas y transformarlas en señales útiles, eléctricas o mecánicas, que se emiten finalmente hacia el exterior mediante un transmisor. (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

Los equipos que se emplean en la monitorización de estas variables hidrogeológicas tienen las características que se comentan a continuación:

2.2.7.1 Sensores de nivel de agua

- **Medida de niveles de agua con equipos electrónicos:** estos requieren la instalación de un sensor piezométrico bajo el agua, dentro de la captación, alojado en una tubería

porta-sonda de 1'' como mínimo. El sensor pende de un cable apantallado de transmisión de señales, que incluyen todo de compensación de presión atmosférica y la señal se recoge en un equipo de superficie con display de visualización (como se muestra en la Figura 09). (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

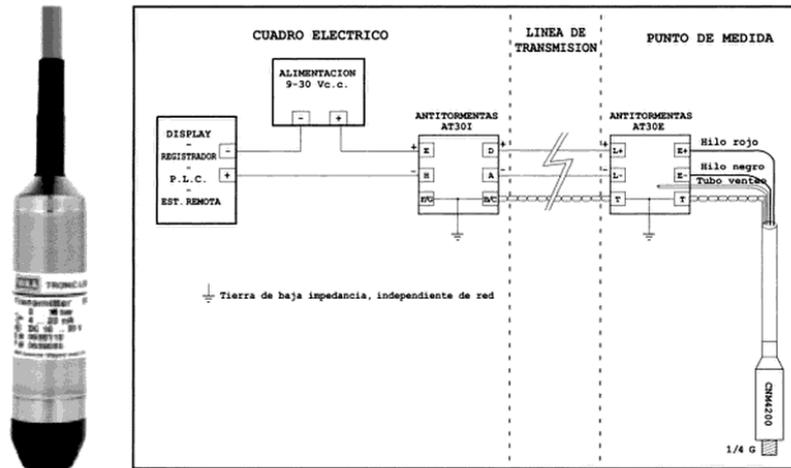


Figura 9: Esquema de sonda piezométrica.

Fuente: (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

- Medida de niveles de agua con sistemas neumáticos:** este sistema mide la presión que se requiere para mantener el agua en el extremo inferior un tubo sumergido, que equivale a la presión que ejerce la altura de la columna de agua en dicho punto; la profundidad del extremo del tubo y la altura de columna de agua sobre dicho extremo. Este método requiere la instalación de un microtubo que se aloja en la porta sondas de 1/2'' como mínimo, un compresor de aire, un transductor de presión, que en esta ocasión se instala en superficie y un display que indique la presión (como se muestra en la Figura 10). (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

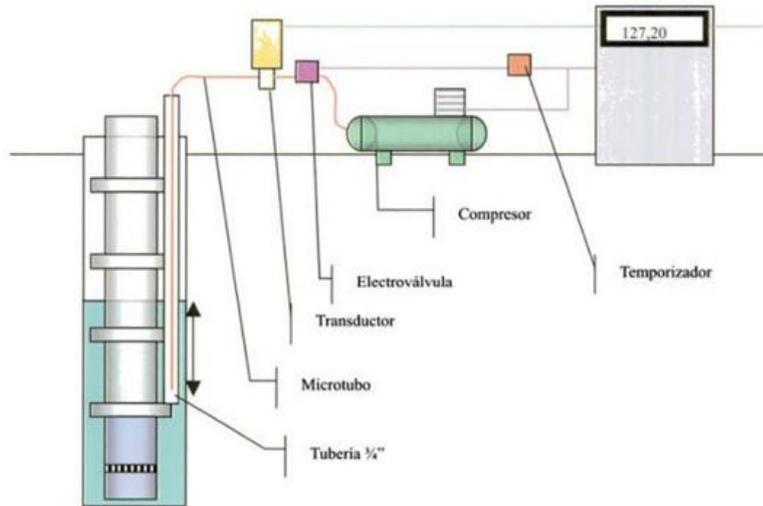


Figura 10: Esquema del sistema neumático de medida de nivel.
Fuente: (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

- **Medida de niveles de agua con sistemas mecánicos:** este sistema es similar al empleado en los limnígrafos y consta de un carrete que aloja un cable de baja elongación, en cuyo extremo inferior tiene un flotador que sigue al nivel de agua y permite su monitorización en continuo. (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)



Figura 11: Regulador de Nivel Mecánico Todo-Nada.
Fuente: Web Gedar

2.2.7.2 Sensores de caudales

Se utilizan contadores y caudalímetros, que pueden ser mecánicos, electromagnéticos y de ultrasonido (como se muestra en la figura). (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)



Figura 12: Caudalímetros electromagnético y de impulsos.
Fuente: (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

- **Contadores mecánicos (de flujo o volumétricos):** son los más comúnmente empleados, sobre todo para caudales medianos y/o pequeños (< 30-50 l/s). Cuando se tele controlan, se le instalan emisores de impulsos, tipos Reed u Opto, que miden las revoluciones de una placa magnética instalada en el eje del contador.
- **Caudalímetros electromagnéticos:** estos equipos se emplean en captaciones de elevado caudal, cuando se precisan tuberías con diámetros de cierta consideración. El dispositivo se basa en la ley de Faraday y mide la diferencia de potencial que se registra en un campo magnético constante creado en un punto concreto de la tubería, el cual depende del caudal circulante.
- **Caudalímetros de ultrasonido:** estos equipos miden la velocidad del agua en una tubería mediante el registro de los tiempos de retardo entre dos transductores que se ubican a una distancia definida y en posición opuesta. Los transductores se pueden ubicar en el exterior de la tubería, lo cual exige correcciones de material, timbraje e incrustaciones, y por ello es el sistema que se emplea en los caudalímetros móviles. (Pernia Llera, Mulas de la Peña, & Fernandez-Canteli Álvarez, 2003)

2.2.8 Consumo de agua del ganado vacuno

El consumo de agua está relacionado con la talla del animal, la edad, actividad y productividad, y hay que tener en cuenta que tanto la calidad como el consumo de agua son importantes y a menudo se relacionan, dado esto por cada litro de leche que una

vaca produce, esta vaca necesita beber al menos tres litros de agua. Para vacas de alto rendimiento esto es 150 litros de agua cada día (si reduce la cantidad de agua reduce la cantidad de leche que una vaca produce).

Se toma en cuenta que los bebederos deben proporcionar aproximadamente sobre 20 litros de agua por minuto para vacas, y los tanques de agua deben suministrar de 30 a 40 litros por minuto y mantener los niveles adecuados en los bebederos. Se necesita un bebedero por cada 20 vacas o se debe calcular al menos 10-15 cm de espacio por vaca. Se necesitan dos fuentes de agua por grupo para evitar situaciones de estrés para las vacas. Esta es una recomendación general, pero debe tenerse en cuenta que muchos productores de leche, especialmente aquellos de climas cálidos, exceden esta recomendación y notan que sus vacas responden positivamente.

Dado que las vacas al igual que los seres Humanos prefieren primero comer y después beber. Es necesario que los bebederos de las vacas sean fácilmente accesibles y que haya entre 2,5 y 3 metros de espacio alrededor de los bebederos para evitar empujones. (La Ganadería, 2017)

Dado que la cantidad de agua que se debe suministrar al ganado vacuno es muy importante, hay que tomar en cuenta esta tabla y que la cantidad depende de diversos factores como son la edad, el estado fisiológico, el peso, la temperatura y el ambiente. Según el NRC, 1997, para una temperatura ambiente de 27°C, las demandas son:

Peso vivo - kg	L/día
<i>Bovino en crecimiento</i>	
180	26
275	34
364	40
<i>Bovino en terminación</i>	
275	38
365	47
455	55
<i>Vacas en lactación</i>	
410	70
<i>Toros</i>	
635	50
730	55

Tabla 1: Cantidad de agua para el ganado.

Fuente: (La Ganadería, 2017)

CAPÍTULO III MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Población

Empresa LACTEA S.A., ubicada en la ciudad de Virú.

3.1.2 Muestra

Establo de la empresa LACTEA, ubicada en la ciudad de Virú.

3.1.3 Unidad de Análisis

Desabastecimiento de agua en establo

3.2 Método

3.2.1 Tipo de investigación

Aplicada.

3.2.2 Diseño de Investigación

Se realizará un análisis de los sistemas de control y telemétricos más eficientes para el problema de desabastecimiento de agua que hay en el establo de empresa LACTEA S.A., se comparará cada uno de ellos, para luego poder escoger el más adecuado.

3.2.2.1 Etapas de la Investigación

- Se analizará los diferentes tipos de sistemas de control existentes para el problema de desabastecimiento de agua en establo.
- Se analizará los diferentes tipos de sistemas telemétricos.
- Se comparará la eficiencia y costo de los sistemas de control y telemétricos y se escogerá el más adecuado para evitar el problema de desabastecimiento de agua en establo.
- Se validará que el sistema de control y telemétrico escogido es el mejor para el abastecimiento de agua en establo.

3.2.3 Variables de estudio y Operacionalización

3.2.3.1 Variables

Variable dependiente: Abastecimiento de agua.

Variable independiente: Sistema Automatizado.

3.2.3.2 Operacionalización de las variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDADES DE MEDIDA
Abastecimiento de agua.	La red de abastecimiento de agua es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua.	El abastecimiento de agua en el establo es suministrado por el Proyecto Especial de Chavimochic, donde es racionalizado ya que abastece a varias parcelas de tierra y con los problemas climáticos sucedidos recientemente el establo no conto con agua generando problemas de producción.	Cantidad de agua utilizada en el establo	Tabla de litros de agua utilizados diariamente.	-----	Litros
			Presión de agua con la que se abastece al establo.	Tabla de rango numérico de valores de presión diaria.	-----	Psi
			Caudal de agua con la que se abastece al establo.	Tabla de rango numérico de valores de caudal diaria	-----	m ³ /s
			Conteo de horas en la que se abastece de agua	Tabla de rango numérico de cantidad de horas con la que se abastece de agua diariamente.	-----	Nº de horas

Tabla 2: Variable Dependiente.
Fuente: Elaboración propia.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDADES DE MEDIDA
Sistema automatizado	Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. La parte operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada.	El sistema bombeará el agua de un pozo subterráneo ubicado a 2.5Km de distancia del establo, y mediante sensores y comunicación inalámbrica la bomba sumergible se encenderá o apagará.	Nº de etapas del diagrama de flujo	Diagrama de flujo	-----	Nº de etapas
			Requerimientos del sistema.	Tabla de requerimientos (Tabla de etapas del sistema)	-----	Nº de requerimiento
			Medios físicos	Tabla de sistema de comunicación	-----	Nº de unidades
			Unidad de procesamiento	Tabla de características de la unidad	-----	Nº de unidades

Tabla 3: Variable independiente.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Instrumentos de recolección de Datos

3.2.4.1 Encuesta al supervisor de establo

La siguiente encuesta se le realizó al supervisor del establo para obtener una mejor información de cómo funciona el abastecimiento del agua actualmente en el establo.

ENCUESTA AL SUPERVISOR DE ESTABLO	
1. DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)	
1.1. Nombre completo de la empresa u organización:	
LACTEA S.A.	
1.2. Ubicación (Localidad - Departamento):	
VIRÚ – LA LIBERTAD	
1.3. Nombre de la persona encuestada:	
FERNANDO CASTRO	
2. ¿EL ABASTECIMIENTO DE AGUA ACTUALMENTE EN EL ESTABLO ES EFICIENTE?	
() SI (X) NO	
3. ¿QUE TIPOS DE PROBLEMAS PRESENTA EL ACTUAL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL ESTABLO?	
El abastecimiento que es proporcionado por TALSA es por un determinado tiempo. La presión con la que llega algunas veces no permite llegar a todas las locaciones del establo.	
4. ¿TUVIERON PROBLEMAS DE AGUA CON LOS RECIENTES PROBLEMAS SUSCITADOS POR EL FÉNOMENO DEL NIÑO COSTERO? ¿CUALES FUERON Y COMO LO SOLUCIONARON?	
(X) SI () NO	
La caída de huaicos averió el canal de CHAVIMOCHIC, el que abastece de agua al establo. Se tuvo que solucionar con camiones cisterna que trajeron agua de otros establecimientos.	
5. ¿LA ENTREGA DE LOS REPORTES ES DIARIA, POR TURNO O CADA QUE FRECUENCIA LOS SOLICITA EL AREA?	
Reportes diarios del abastecimiento de agua.	
6. ¿TIENEN OTRO TIPO DE ABASTECIMIENTO? ¿CUAL ES?	
(X) SI () NO	
Se instaló un pozo subterráneo ubicado a más de 2Km del establo que actualmente se encuentra inoperativa, y también se cuenta con una cisterna de concreto.	
7. ¿EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ES CONTINUO EN EL ESTABLO?	
No, se debe avisar a la empresa TALSA para el bombeo de agua a las instalaciones del establo.	
8. ¿SI SE INSTALARA UN SISTEMA AUTOMATIZADO, COMO QUISIERA QUE FUNCIONE?	

Poder contar con agua constantemente sin depender de otras empresas para el abastecimiento de agua

3.2.4.2 Obtención de datos sobre la electrobomba para el bombeo de agua

Se utilizaría una bomba sumergible ya que su uso es ideal para pozos profundos y mediante un software con la introducción de parámetros como son la altura, caudal deseado, longitud total de tuberías, diámetro de tubería, rugosidad de PVC y la temperatura del líquido.

- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Caudal	13.00	L/s
Altura bruta	76.50	m
Long. tubería	2300.00	m
Diámetro	4.00	Pulgadas
Rugosidad (e)	0.0015	mm
Material	PVC	
Temp. Líquido	18.00	°C

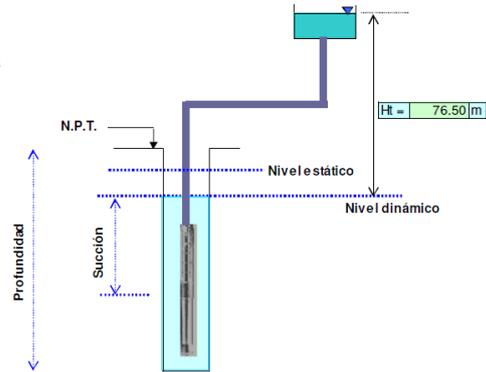


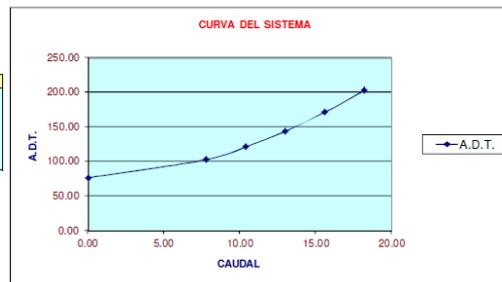
Figura 13: Ingreso de datos en software para identificar las características de la bomba a utilizar.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se puede visualizar la curva del sistema y nos indica la potencia (en este caso 33.69HP, pero se utilizara una bomba comercial de 40HP) necesaria para el bombeo del agua.

- CURVA DEL SISTEMA

CAUDAL	A.D.T.
0.00	76.50
7.80	102.69
10.40	121.07
13.00	143.92
15.60	171.12
18.20	202.60



- POTENCIA

Potencia Hidráulica =	18.35	Kw	24.59	HP
Eficiencia =	73%			
Potencia requerida =	25.14	Kw	33.69	HP

Figura 14: Curva del sistema y potencia necesaria para el bombeo de agua.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.3 Obtención de coordenadas geográficas del establo y del pozo subterráneo mediante Google Earth

Se localizó cada uno de los puntos en sus respectivas coordenadas geográficas, realizando la medición de la distancia.

Lugar	Latitud	Longitud	Distancia de enlace
Reservorio de establo LACTEA	8°22'5.12"S	78°52'12.45"O	2.03 Km
Pozo subterráneo	8°22'53.92"S	78°52'56.72"O	

Tabla 4: Coordenadas del reservorio y pozo.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.4 Mediciones de las dimensiones de reservorio existente en el establo

La tabla 5, muestra las principales dimensiones de la cisterna que cuenta el establo y que será utilizada para almacenar el agua traída desde el pozo subterráneo. La cisterna tiene una capacidad máxima de 70.4m³.

Reservorio de establo		
Diámetro (m)	Altura (m)	Capacidad (m ³)
24	2.4	70.4

Tabla 5: Dimensiones de reservorio.
Fuente: Elaboración propia.

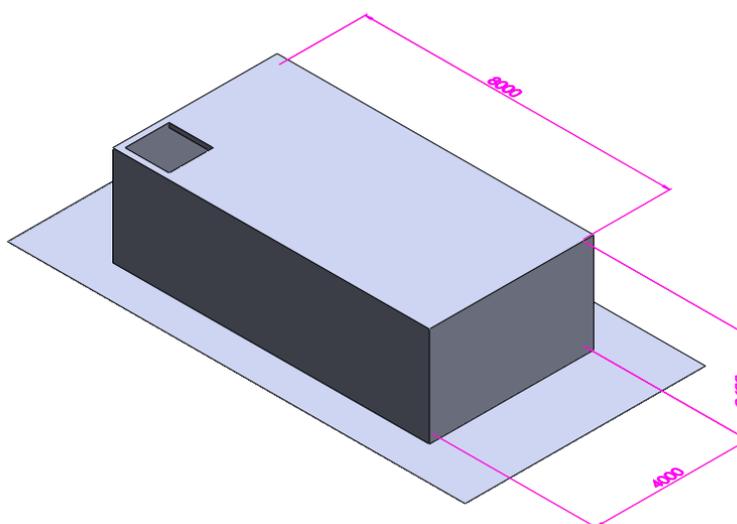


Figura 15: Imagen en 3D de reservorio de establo.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.5 Mediciones de las dimensiones de pozo subterráneo

El pozo subterráneo necesita limpieza, ya que se encuentra inoperativo y las dimensiones del pozo se muestran en la tabla 6. Revisar en anexos el último informe realizado al pozo.

Pozo subterráneo	
Diámetro (pulgadas)	Profundidad (metros)
14	74

Tabla 6: Dimensiones de pozo subterráneo.
Fuente: Elaboración propia.

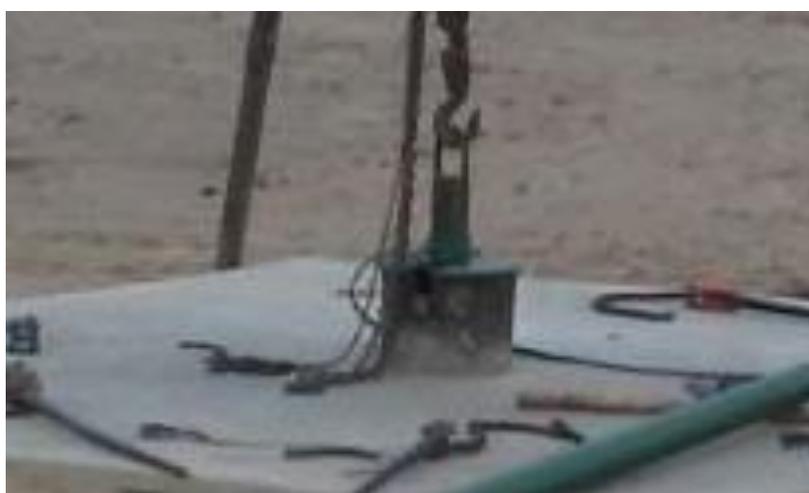


Figura 16: Pozo subterráneo.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.6 Verificación de cobertura de ISP en el establo y pozo, para el empleo de telemetría mediante sistema GSM

Se realizaron pruebas de cobertura con dos ISP (Claro y Movistar). Obteniendo que los dos cuentan con cobertura en las zonas de pozo y reservorio.

Se utilizó el móvil para medir el porcentaje de la señal de las ISP, como lo muestra la siguiente tabla.

ISP	COBERTURA EN POZO (%)	COBERTURA EN RESERVORIO (%)
CLARO	74	92
MOVISTAR	67	88

Tabla 7: Cobertura GSM en zona de pozo y reservorio.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5 Procedimientos y análisis de datos

3.2.5.1 Análisis Topográfico para el empleo de telemetría mediante un Radio Enlace

3.2.5.1.1 Perfil topográfico mediante Google Earth

Google Earth nos permite visualizar si existe algún obstáculo que impide la línea de vista (L.O.S) entre estos dos sitios, lo cual puede afectar al desempeño de este enlace.

El reservorio del estable el que se encuentra a un desnivel de 27 metros por encima del pozo subterráneo en distrito de Virú.



Figura 17: Perfil topográficos directo.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.1.2 Estudio de Radio Propagación modelado con Radio Mobile

Radio Mobile es una aplicación que se usara en este estudio, esta aplicación es de distribución libre, programa para simular radioenlaces que operan en el rango de 20MHz a 20Ghz.



Figura 18: Software Radio Mobile.
Fuente: Elaboración propia.

MODELADO

Propiedades de la red: Definición de los parámetros para la simulación del enlace, se le nombró “Enlace Lactea”.

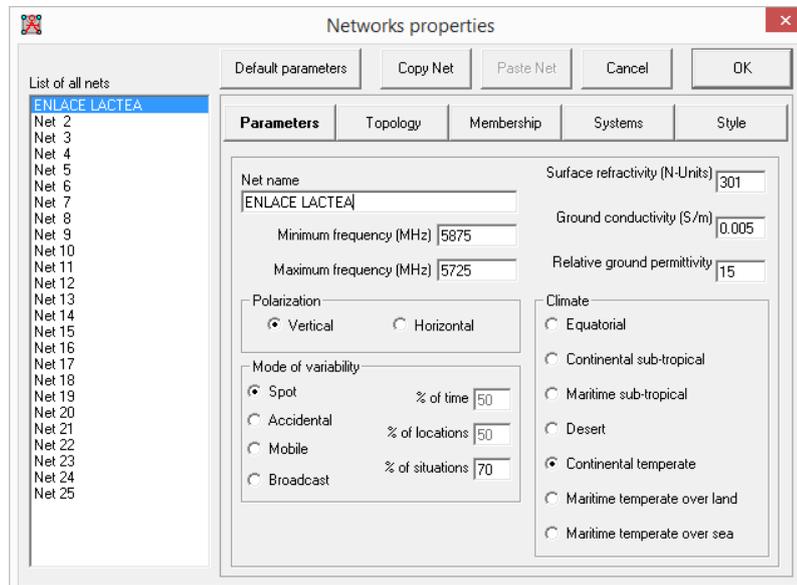


Figura 19: Propiedades de la red del Radio Enlace.
Fuente: Elaboración propia.

Miembros de la red: Configuramos los dos nodos del enlace, el pozo subterráneo y reservorio del establo.

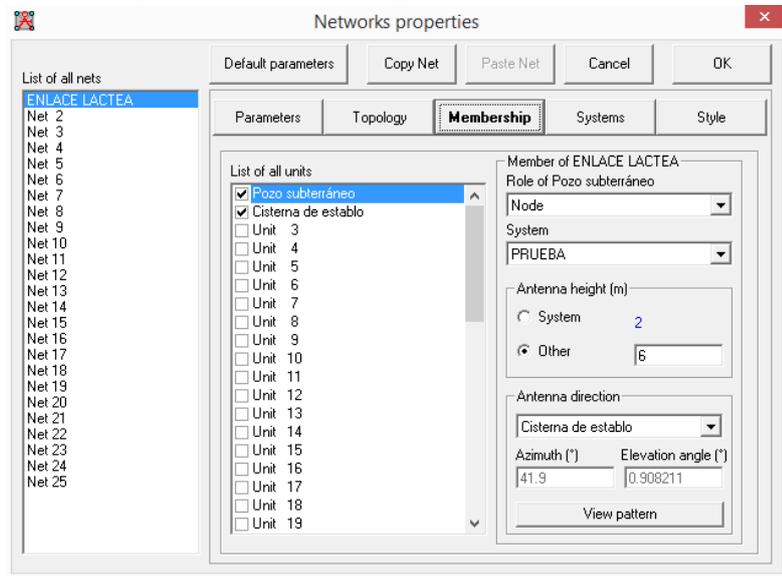


Figura 20: Miembros de la red del Radio Enlace.
Fuente: Elaboración propia.

Sistemas: Configuramos los parámetros de los sistemas que están involucrados en la red, estos valores de los parámetros los obtenemos de la hoja de especificaciones de los equipos.

Sensibilidad del receptor: El equipo receptor necesita un mínimo de nivel de señal para conseguir un funcionamiento admisible (nivel de calidad), lo que se conoce habitualmente como sensibilidad del receptor proporcionada por el fabricante es $S \text{ (dBm)} = -85.00 \text{ dBm}$.

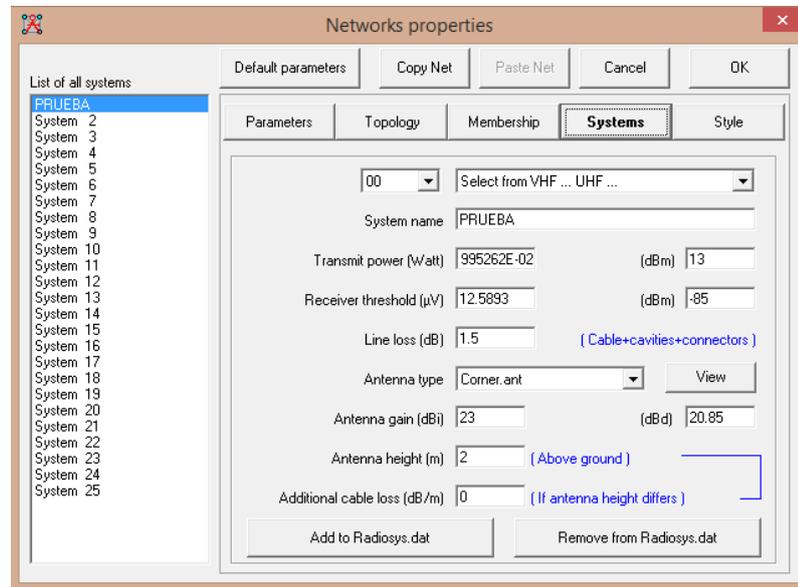


Figura 21: Parámetros de los equipos.
Fuente: Elaboración propia.

Resultado del estudio realizado en Radio Mobile del enlace punto a punto: En la Figura 22 nos muestra que no hay zona sin cobertura, por lo tanto realizar la telemetría mediante un radio enlace sería satisfactorio. También la figura nos muestra los valores como la distancia y altura entre la estación de la planta de tratamiento de agua y el reservorio, así como la descripción de la zona fresnel, también nos brinda el ángulo de Azimut, entre otros parámetros importantes.

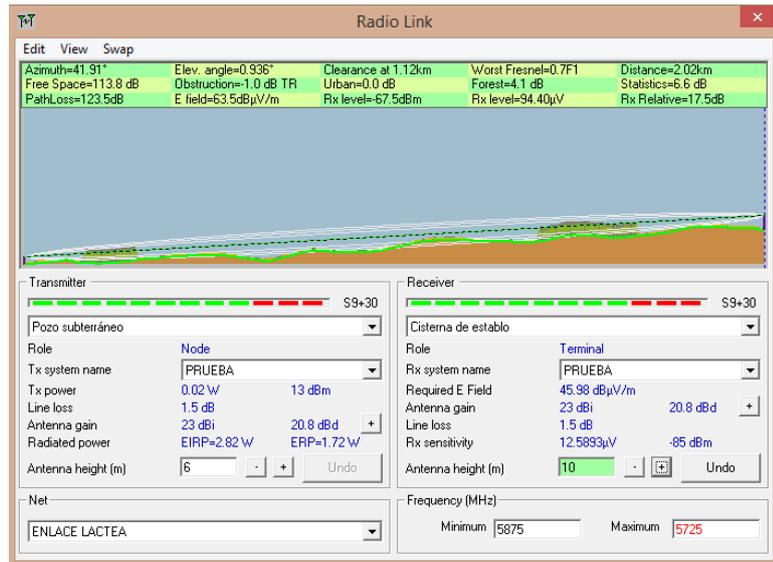


Figura 22: Perfil del enlace del Reservorio y el pozo.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6 Técnicas de análisis de datos

El estudio de los dos sistemas telemétricos y el sistema de control, nos ayudó para analizar y poder proponer prototipos. Para estas propuestas se estudió y evaluó diferentes tecnologías, a continuación detallamos estas:

3.2.6.1 Propuesta telemétrica utilizando GSM

El prototipo mediante GSM abarca desde el sensor de nivel (0-1) el cual enviará un pulso al modem GSM-1 ya que este posee entradas y salidas digitales, este último enviara la data del sensor al otro modem GSM-2 el cual está en la zona del pozo subterráneo para así proceder con el control de la electrobomba.

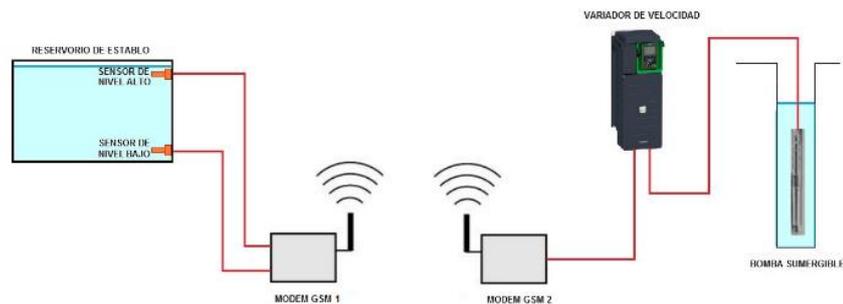


Figura 23: Esquema de propuesta utilizando tecnología GSM.
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la información proviene de los sensores de nivel que se encontraran en el reservorio del establo, para luego ser enviado a la entrada digital que tiene el modem

GSM 1, este modem se conectara a una BTS (Base Transceiver Station) de un ISP por medio de las BTS. EL mayor alcance de estas es de 35km, pero esto depende de la potencia de la antena, su ganancia y las condiciones de células. Se observa en la figura X el acceso a toda la red parte desde las estaciones de propagación, a partir de estas BTS y la Central Celular se interconecta con el GPRS Core Network que permite el envío y recepción de paquetes IP el cual permitirá el envío de información por SMS al modem GSM que estaría ubicado en la planta, el cual por sus salidas digitales brindara el estado del sensor del reservorio y se continua con el control de la electrobomba.

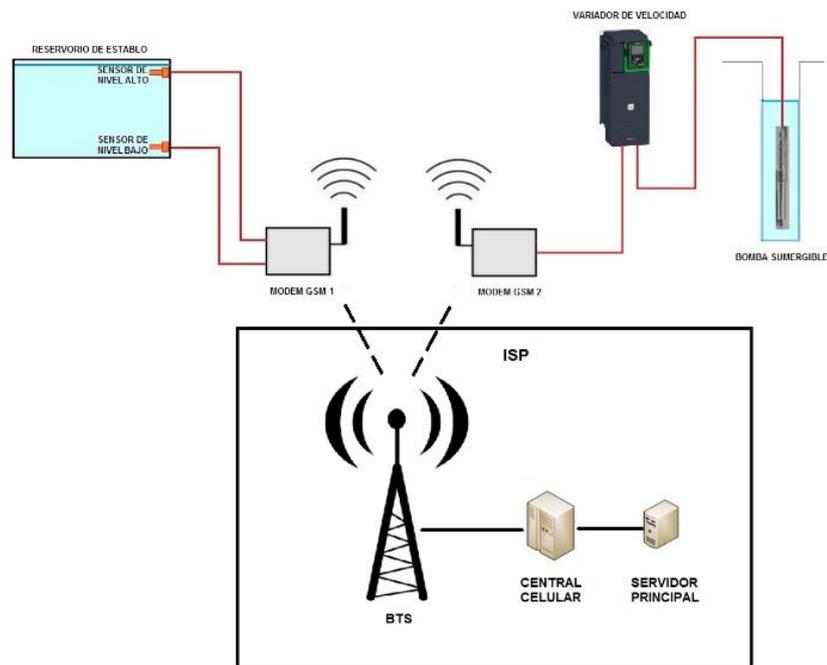


Figura 24: Propuesta con la estructura de la tecnología GSM.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.1.1 Componentes de la propuesta GSM

- **Módem Wavecom M1306B GSM-GPRS-SMS:** Está diseñado para aplicaciones de comunicación de datos, fax, SMS y voz.



Figura 25: Módem Wavecom M1306B GSM-GPRS-SMS.
Fuente: Web Punto flotante

- **Fuente de alimentación:** Entrada: 220VAC. Salida: 24VDC/5A.
- **Cable serial DB15-DB9:** Se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232.



Figura 26: Cable serial DB15-DB9.
Fuente: Web andes pc.

- **Tarjeta SIM:** El uso de la tarjeta SIM es obligatorio en las redes GSM.



Figura 27: Tarjeta SIM.
Fuente: Web Móvil zona.

3.2.6.1.2 Presupuesto de la propuesta GSM

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
02	Módem Wavecom M1306	364.00
02	Fuente 220VAC/24VDC	30.00
02	Cable serial DB15-DB9	25.00
01	SIM	1.00
TOTAL DOLARES		420.00
NOTA: SE REALIZARA UN PAGO MENSUAL POR EL SERVICIO GSM A UN OPERADOR DE TELEFONIA MOVIL.		

Tabla 8: Tabla de costos de los componentes de la propuesta GSM.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.2 Propuesta telemétrica utilizando Radio Enlace

Mediante Google Maps podemos ver la gráfica del enlace de los dos puntos en el distrito de Virú.



Figura 28: Vista de los puntos para el enlace.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis y cálculo mediante el Software Radio Mobile

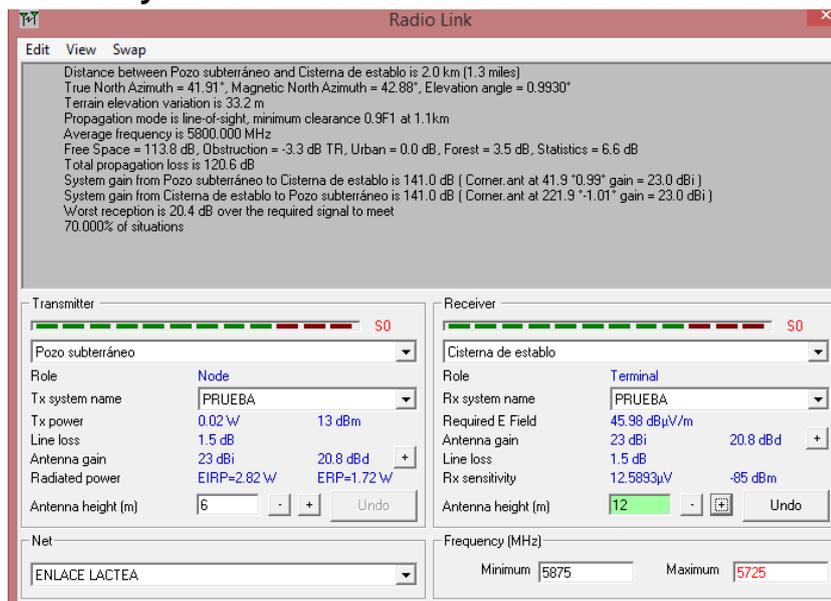


Figura 29: Detalles del enlace del pozo subterráneo y el reservorio de estable.

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta para el Radio Enlace

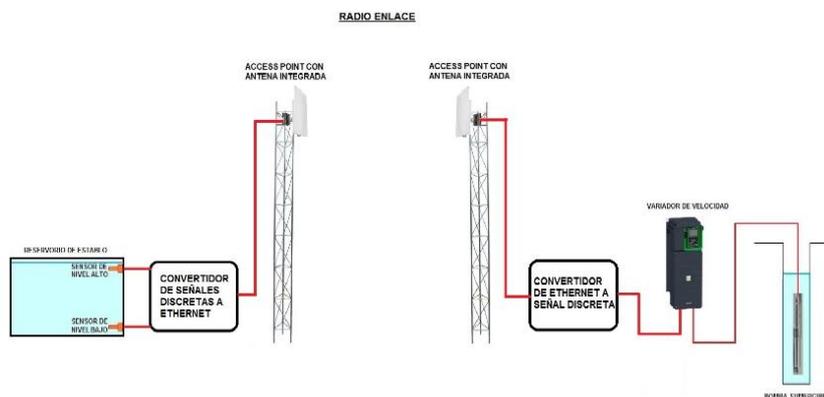


Figura 30: Esquema de la propuesta por Radio Enlace.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.2.1 Componentes de la propuesta de Radio Enlace

- **RADWIN ODU RW-2050-A110:** ODU Radwin 2000, tiene la antena integrada de 17dBi, capacidad hasta 10Mbps, multifrecuencia en bandas 5.xGHz.

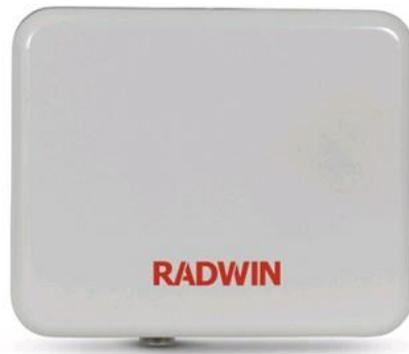


Figura 31: Radwin RW-2050-A110
Fuente: Web Radwin.

- **Torre autoportada con tirante:** Estructura de 12m de alto con tubo galvanizado de $\frac{3}{4}$ " x 2mm de espesor y soportado con cable acerado vulcanizado y templador de $\frac{1}{2}$ ".

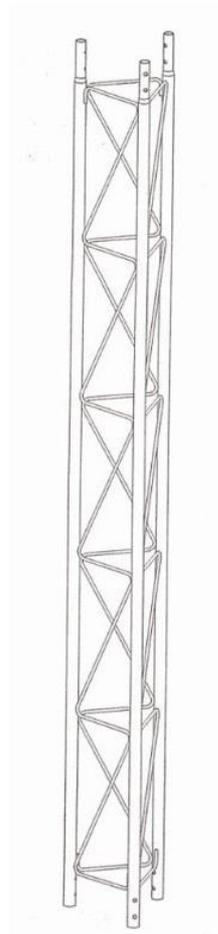


Figura 32: Torre autoportado.
Fuente: Web Telemetría.

- **Cable Ethernet Cat-6A:** La categoría 6 posee características y especificaciones para evitar la diafonía y el ruido.

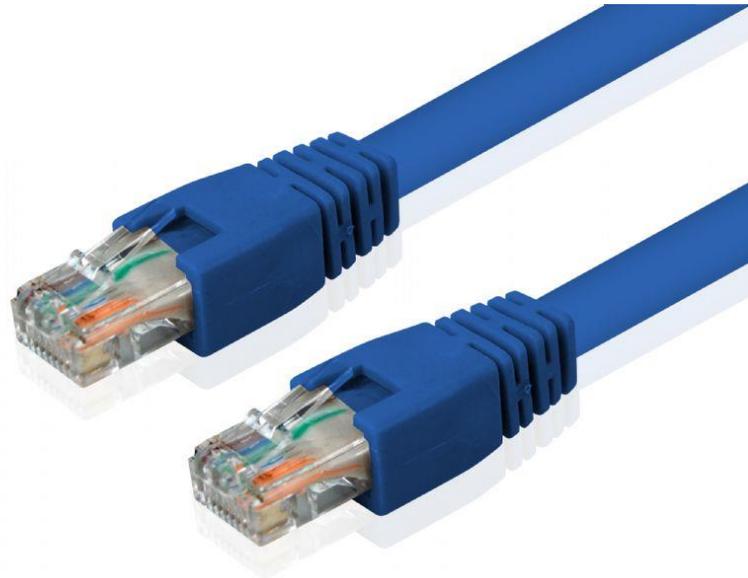


Figura 33: Cable Ethernet UTP CAT 6.
Fuente: Web CNI Network Solutions.

3.2.6.2 Presupuesto de la propuesta de Radio Enlace

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
02	Radwin RW-2050-A110	485.00
02	Torre autoportada con tirantes	245.00
02	Cable Ethernet UTP CAT 6 x20m	30.00
TOTAL DOLARES		760.00
NOTA: NO HAY COSTO POR CONCESIÓN DE FRECUENCIA.		

Tabla 9: Tabla de costos de los componentes de la propuesta de Radio Enlace.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.3 Propuesta convertidor de señales discretas a Ethernet

El diseño de las señales que realizara el encendido o apagado de la bomba sumergible viene de los interruptores de nivel que se encuentran en la cisterna del establo, para el convertidor de señales discretas a Ethernet se realizó el diseño que consta de un circuito electrónico que le ingresa las señales de los interruptores de nivel que cambia la señal TTL para después ingresar a un conversor TTL serial/Ethernet que luego va al equipo Radwin, como se muestra en la figura 34.

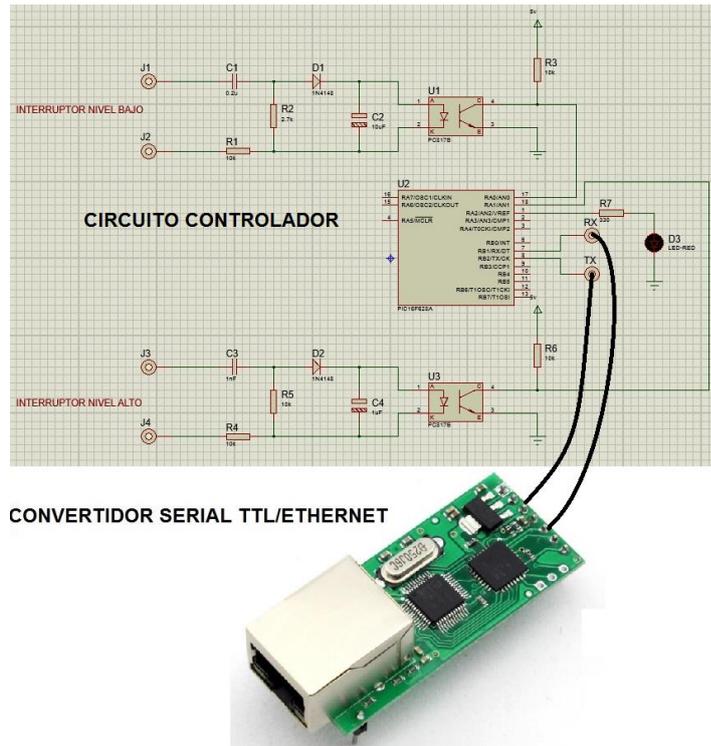


Figura 34: Circuito Convertidor de señales discretas a Ethernet.
Fuente: Elaboración propia.

Para el convertidor de señal Ethernet a discreto, la señal Ethernet que viene del equipo Radwin va a una entrada del PIC donde este determina si se debe encender la electrobomba, mediante una señal a un pin de salida activa un relé que activara la electrobomba.

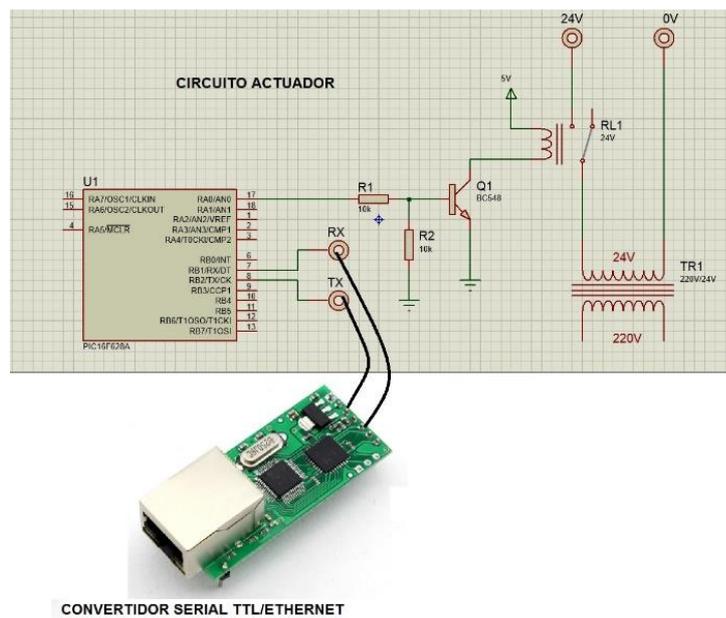


Figura 35: Circuito Convertidor de señal Ethernet a discretas.
Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto de propuesta de convertidor de señal discreta a Ethernet

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
02	Octoaclopador	2.50
01	Rele 24VDC	6.50
02	Condensador electrolítico	0.70
02	Condensador	0.70
09	Resistencia	0.30
02	Diodo	0.70
02	PIC	12.50
02	Conversor Serial TTL/Ethernet	30.00
01	Transformador 220VAC/24VDC 1A	18.50
01	LED	0.30
TOTAL DOLARES		72.70

Tabla 10: Tabla de costos de los componentes de la propuesta de convertidor de señal discreto a Ethernet.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.4 Propuesta de sistema de control automático de electrobomba

El diseño para este sistema de control para el abastecimiento de agua en el establo abarca con la detección del nivel de agua en la cisterna y el encendido de la electrobomba.

Estos interruptores envían la señal al arrancador suave para encender la electrobomba que se encontraría dentro del pozo subterráneo.

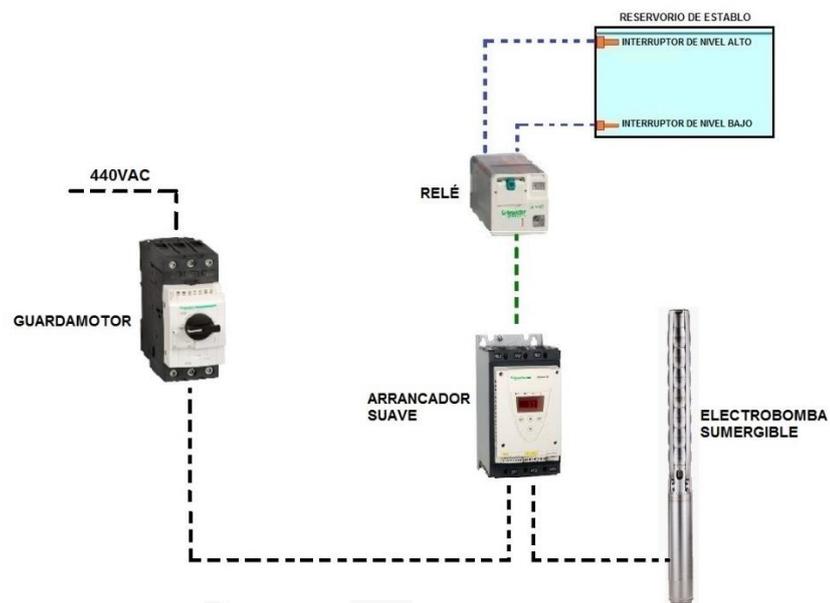


Figura 36: Propuesta de sistema de control automático de electrobomba.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.4.1 Componentes para propuesta de control automático de encendido y apagado de electrobomba

- **Interruptor de nivel:** Se eligió un interruptor ya que solo se va controlar el encendido o apagado de bomba, ya que los interruptores identificarán si la cisterna está vacía o llena. El interruptor magnético de flotador marca WIKA se aplica en la medida de nivel para casi la totalidad de medios líquidos y en tratamiento de agua de proceso y agua potable. Versión en material de plástico.



Figura 37: Interruptor de nivel WIKA.
Fuente: Web WIKA.

- **Guardamotor:** El Guardamotor es un interruptor magnético, con protección contra cortocircuitos diseñado para la protección de motores eléctricos, se escogió un guardamotor con un rango de 48-65A para la protección de la bomba sumergible.



Figura 38: Guardamotor GV3P65 marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Arrancador Suave:** Se tomó en cuenta un arrancador suave para el encendido de la electrobomba y evitar los picos de arranque del motor.



Figura 39: Arrancador suave ATS22D62S6 marca Schneider.
Fuente: Elaboración propia.

- **Relé:** Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador. Se eligió un relé de 24VDC y 2 contactos NANC.



Figura 40: Relé RXM2AB1B7 marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Electrobomba:** Para el uso en el pozo subterráneo se utilizara una bomba sumergible marca GRUNDFOS y motor sumergible FRANKLIN ELECTRIC SAND FIGHTER 40HP, ya que sus aplicaciones en distribución de agua, tratamiento de agua, etc.



Figura 41: Bomba sumergible Grundfos y motor sumergible Franklin Electric.
Fuente: Web Franklin Electric.

3.2.6.4.2 Presupuesto para propuesta de control automático de encendido y apagado de electrobomba

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
02	Interruptor de nivel marca WIKA.	395.00
01	Relé RXM2AB1B7 marca Schneider.	7.00
01	Guardamotor GV3L65 marca Schneider.	145.00
01	Arrancador suave ATS22D62S6.	690.00
01	Bomba sumergible Grundfos + Motor sumergible Franklin Electric.	6,670.00
TOTAL DOLARES		7,907.00

3.2.6.5 Propuesta de sistema de control manual y automático de electrobomba

El diseño para este sistema de control para abastecer de agua el establo abarca desde la detección del nivel de agua de la cisterna, y el encendido de la electrobomba.

Los interruptores de nivel, uno para el nivel alto y otro para el nivel bajo que permitirá el encendido y apagado de la bomba sumergible que se encuentra dentro del pozo subterráneo.

En la figura 36 nos muestra el esquema de los componentes eléctricos para el encendido y apagado de la electrobomba, se realizó el diseño con la opción de poder utilizar el sistema de manera manual (encendido o apagado con pulsadores) y

automática (encendido y apagado de forma remota con ayuda de los interruptores de nivel) y convertor de Ethernet a señal discreta. También se tomó en cuenta para el arranque de la bomba un variador de velocidad.

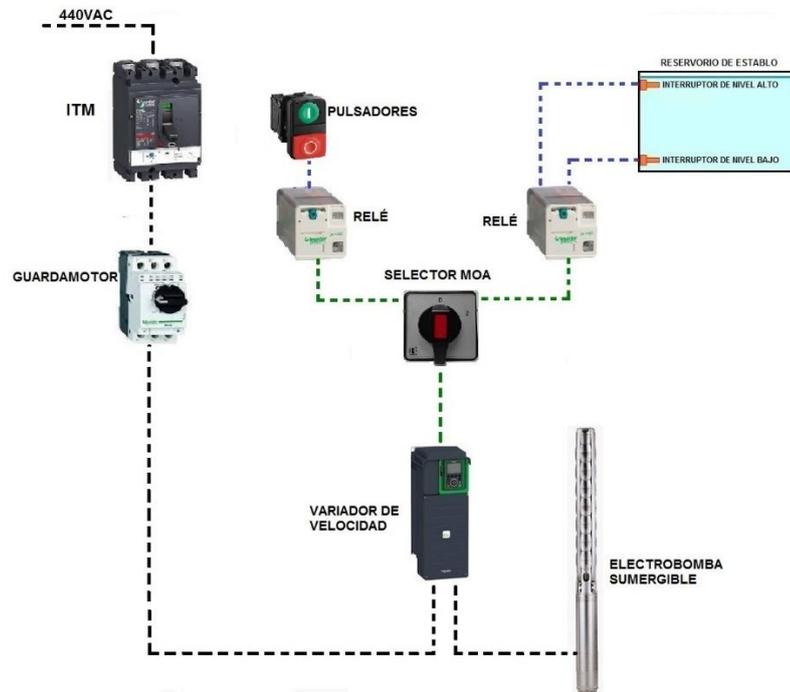


Figura 42: Esquema de componentes eléctricos para control manual y automático del encendido y apagado de electrobomba.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.5.1 Componentes para propuesta de control manual y automático de encendido y apagado de electrobomba

- **Interruptor magnético de flotador:** Se sigue teniendo en cuenta este interruptor ya que es el más idóneo para su uso en la cisterna.



Figura 43: Interruptor magnético de flotador WIKA.
Fuente: Web WIKA.

- **Tablero mural:** Para la instalación de los componentes se eligió un tablero de poliéster IP66 resistente al ingreso

de polvo y agua, por la zona donde se instalaran los tableros. Las medidas del tablero de la zona de cisterna es 310x215x160cm y de la zona de pozo subterráneo es 1056x852x350cm



Figura 44: Tablero mural de poliéster IP66 marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Relé:** Se cuenta con este relé para el control de los interruptores de nivel.



Figura 45: Relé RXM2AB1B7 marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Pulsador:** Se eligió el pulsador doble luminoso para el encendido y apagado del sistema de forma manual.



Figura 46: Pulsador doble luminoso XB5AW73731B5 marca Schneider.

Fuente: Web Schneider Electric.

- **Selector MOA:** Es un selector de tres posiciones, en posición “M” el sistema opera de forma manual con ayuda de los pulsadores, en posición “O” el sistema queda apagado y en posición “A” el sistema opera de forma automática con la ayuda de los interruptores de nivel.



Figura 47: Selector XB5AJ33 marca Schneider.

Fuente: Web Schneider Electric.

- **Interruptor Termo-magnético:** Dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores, en nuestro caso para la protección de todo el sistema y la electrobomba de 40HP se eligió un interruptor 80A.



Figura 48: ITM NSX100F TM80D marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Guardamotor:** El Guardamotor es un interruptor magneto-térmico, con protección contra sobrecargas y cortocircuitos diseñado para la protección de motores eléctricos, se escogió un guardamotor con un rango de 48-65A para la protección de la bomba sumergible.



Figura 49: Guardamotor GV3P65 marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Variador de velocidad:** El variador de velocidad es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente motores. El variador escogido es una diseñado para procesos industriales, es ideal para el uso en bombas sumergibles.



Figura 50: Variador de velocidad ATV630D30N4 marca Schneider.
Fuente: Web Schneider Electric.

- **Electrobomba sumergible:** Para el uso en el pozo subterráneo se utilizara una bomba sumergible marca GRUNDFOS y motor sumergible FRANKLIN ELECTRIC SAND FIGHTER 40HP, ya que sus aplicaciones en distribución de agua, tratamiento de agua, etc.



Figura 51: Bomba sumergible Grundfos y motor sumergible Franklin Electric.
Fuente: Web Franklin Electric.

- **Sonda de pozo:** Es necesario instalar esta sonda para el control continuo del nivel de pozo. Se eligió sonda de

pozo de alto rendimiento para medidas de nivel modelo LH-10.



Figura 52: Sonda de pozo para medidas de nivel LH-10.
Fuente: Web WIKA.

- **Flujómetro:** Se colocara un flujómetro en la conexión de tuberías para la visualización del caudal que enviará el agua hasta la cisterna. Se eligió la marca Khrono modelo Optiflux 4040 ya que es un equipo de alta precisión.



Figura 53: Flujometro Optiflux 4040 marca KHRONE.
Fuente: Web KHRONE.

3.2.6.5.2 Presupuesto para propuesta de control de encendido y apagado de electrobomba

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
02	Interruptor magnético de flotador marca WIKA.	395.00
01	Tablero poliéster IP66 310x215x160cm	97.00
01	Tablero poliéster IP66 1056x852x350cm	730.00
02	Relé RXM2AB1B7 marca Schneider.	13.00
01	Pulsador doble luminoso XB5AW73731B5 marca Schneider.	25.00
01	Selector XB5AJ33 marca Schneider.	17.00
01	ITM NSX100F TM80D marca Schneider.	136.00
01	Guardamotor GV3P65 marca Schneider.	182.00
01	Variador de velocidad ATV630D30N4 marca Schneider.	1,800.00
01	Bomba sumergible Grundfos + Motor sumergible Franklin Electric.	6,699.00
01	Sonda de pozo WIKA LH-10	167.00
01	Flujometro Chrono	300.00
TOTAL DOLARES		10,561.00

Tabla 11: Tabla de costos de los componentes de la propuesta de control de encendido y apagado de electrobomba.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.5.3 Presupuesto de tuberías y accesorios del recorrido del pozo a la cisterna

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO TOTAL
480	Tubos de PVC Clase 10 de 6"	31,248.00
10	Codos de 90° de PVC Clase 10 de 6"	327.00
02	Bridas de PVC de 6"	50.4
13	Tubos de 6" SCH 40 de Fe	1,552.2
07	Bridas de 6" de Fe	102.9
15	Unión de 6" SCH 40 de Fe	157.5
03	Codo de 6" SCH 40 de Fe	35.10
01	Válvula Check de Fe fundido	113.4
04	Válvula bridada de 6" SUNN	691.2
TOTAL DOLARES		34,277.70

Tabla 12: Tabla de costo de tuberías y accesorios del recorrido del pozo a cisterna.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.7 Modelos estadísticos de análisis de datos

CARACTERISTICAS	PROPUESTA	
	INALAMBRICA	RADIO ENLACE
Cobertura	✓	✓
Velocidad de Transmisión aceptable para el apagado de bomba	✓	✓
Simplicidad de instalación	✓	✓

Bajo costo de equipos	✓	
No necesita pago mensual por cobertura		✓

Tabla 13: Tabla de características de las propuestas inalámbricas.
Fuente: Elaboración propia.

PROPUESTA CONTROL	AUTO.	MOA
CARACTERISTICAS		
Protección de equipos	✓	✓
Posibilidad de mejorar el control con los equipos actuales		✓
Encendido manual de bomba		✓
Bajo costo de equipos	✓	

Tabla 14: Tabla de características de las propuestas de control encendido y apagado de electrobomba.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1 Diseño de estrategia y tecnología

El diseño de la estrategia de encendido y apagado de electrobomba y la tecnología de radio enlace nos dio el siguiente resultado:

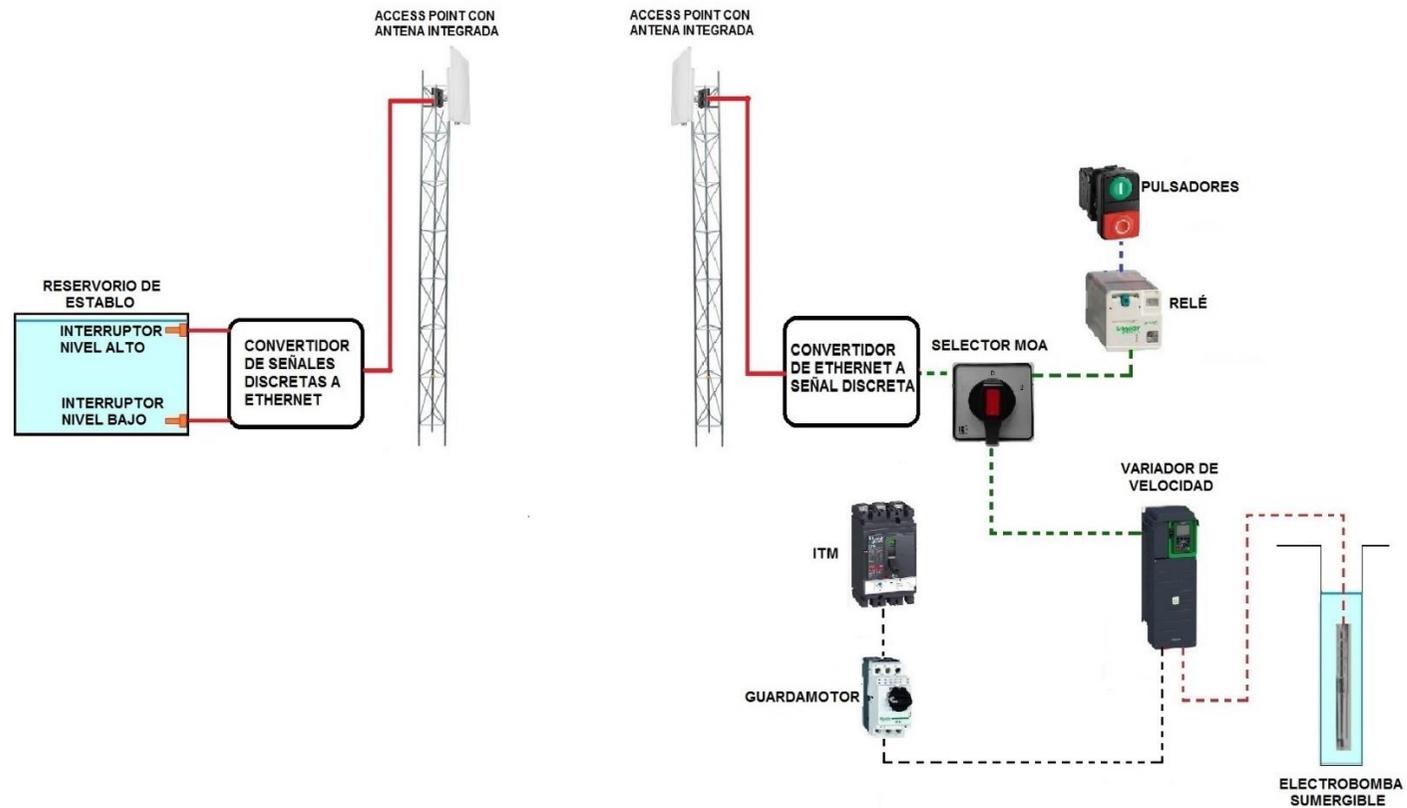


Figura 54: Esquema del sistema automatizado para el abastecimiento de agua.
Fuente: Elaboración propia.

En los anexos se encuentran los planos eléctricos del control MOA de encendido y apagado de electrobomba, el diseño electrónico de los convertidor de señal discreta a Ethernet y convertidor de Ethernet a señal discreta y la programación del PIC. Así como también las configuraciones de los equipos Radwin y las fichas técnicas de los componentes elegidos.

Presupuesto del diseño:

Propuesta	Precio
Radio enlace	760.00
Convertidor de señal discreta a Ethernet y viceversa.	72.70
Control MOA de encendido y apagado de electrobomba	10,561.00
Tuberías y accesorios	34,277.70
TOTAL DOLARES	45,671.40

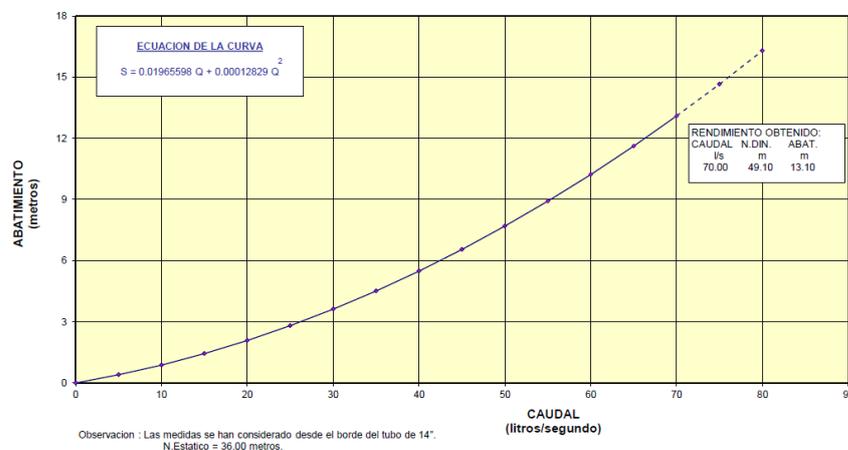
El precio del diseño es solo de los materiales necesario para realizar el sistema automatizado de abastecimiento de agua en el establo, no se incluye la mano de obra.

4.2 Eficiencia del sistema automatizado

Por medio de la información proporcionada por el ingeniero de proyectos de la empresa LACTEA S.A., se tiene conocimiento que el promedio de agua que es proporcionada al establo tiene un promedio de 100 000 litros de agua al día con un caudal promedio de 3 l/s.

Por los datos proporcionados del informe de recuperación de pozo que se encuentra en el anexo, tenemos estos datos:

- Nivel Estático: 37 metros.
- Nivel Dinámico: 50 metros.
- Caudal: 70 l/s



Datos obtenidos en la entrevista, tenemos:

- Profundidad del pozo: 74 metros.
- Diámetro de pozo: 14”.
- Voltaje: 440V Trifásica.

Datos obtenidos por la investigación:

- Caudal: 13 l/s.
- Longitud de la tubería: 2.3Km.
- Altura Bruta: 76.5m.
- Diámetro de tubería: 4”
- Potencia de electrobomba: 40HP (potencia comercial).

Se puede observar que el pozo tiene la capacidad de abastecer de agua en el establo ya que tiene una fuente inacabable de agua.

En la siguiente tabla muestra la cantidad de agua que se puede obtener del pozo y la manera actual de abastecimiento.

Abastecimiento Parámetros	Sistema actual	Sistema automatizado
Caudal	3 l/s	13l/s
Tiempo de llenado de cisterna	6h 30m	1h30m
Número de veces de llenado de cisterna	1	2

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El estudio de las tecnologías para poder transmitir los datos nos sirvió para escoger la más conveniente en nuestro problema y que sea segura.
- Se eligió la tecnología de Radio Enlace ya que se necesita que la señal sea constante, ya que con los equipos que se eligieron para que la señal nunca se caiga.
- Se eligió equipos de transmisión inalámbrica marca RADWIN, ya que son de gama alta y de fácil configuración.
- Se eligió el sistema de control MOA si cae la energía en la zona de cisterna.
- Se eligió equipos para protección del sistema y de los motores, como fueron las ITM'S y Guardamotor.
- Se eligió el variador Altivar ya que tiene la función de electrobomba sumergible.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- Se estudió la problemática existente en el establo de la empresa LACTEA S.A., comprobando que la falta de agua generan malestar en los trabajadores ya que el ganado necesita del agua para estar saludables y producir leche, que es la principal fuente de ingresos de la empresa.
- Se estudió las diferentes estrategias de control, con el cual nos permitió poder realizar la elección de la más adecuada para nuestro problema.
- Se estudió las tecnologías de telemetría, con el cual nos permitió poder realizar la elección más adecuada para nuestro problema.
- Se hizo la propuesta de la mejor estrategia de control y tecnología de telemetría para el problema del abastecimiento de agua, se propuso los materiales para el diseño que son una buena alternativa en cuanto a su funcionalidad y calidad.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda crear un software para el monitoreo en tiempo real de los parámetros como el control de nivel y temperatura del agua en el pozo subterráneo a fin de evitar que la electrobomba sufra averías, el nivel de la cisterna y el flujo y presión con la que el agua es llevada a la cisterna.
- Se recomienda poder controlar el flujo de la succión de agua, es por ello que se utiliza un variador que cumple con esas condiciones.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

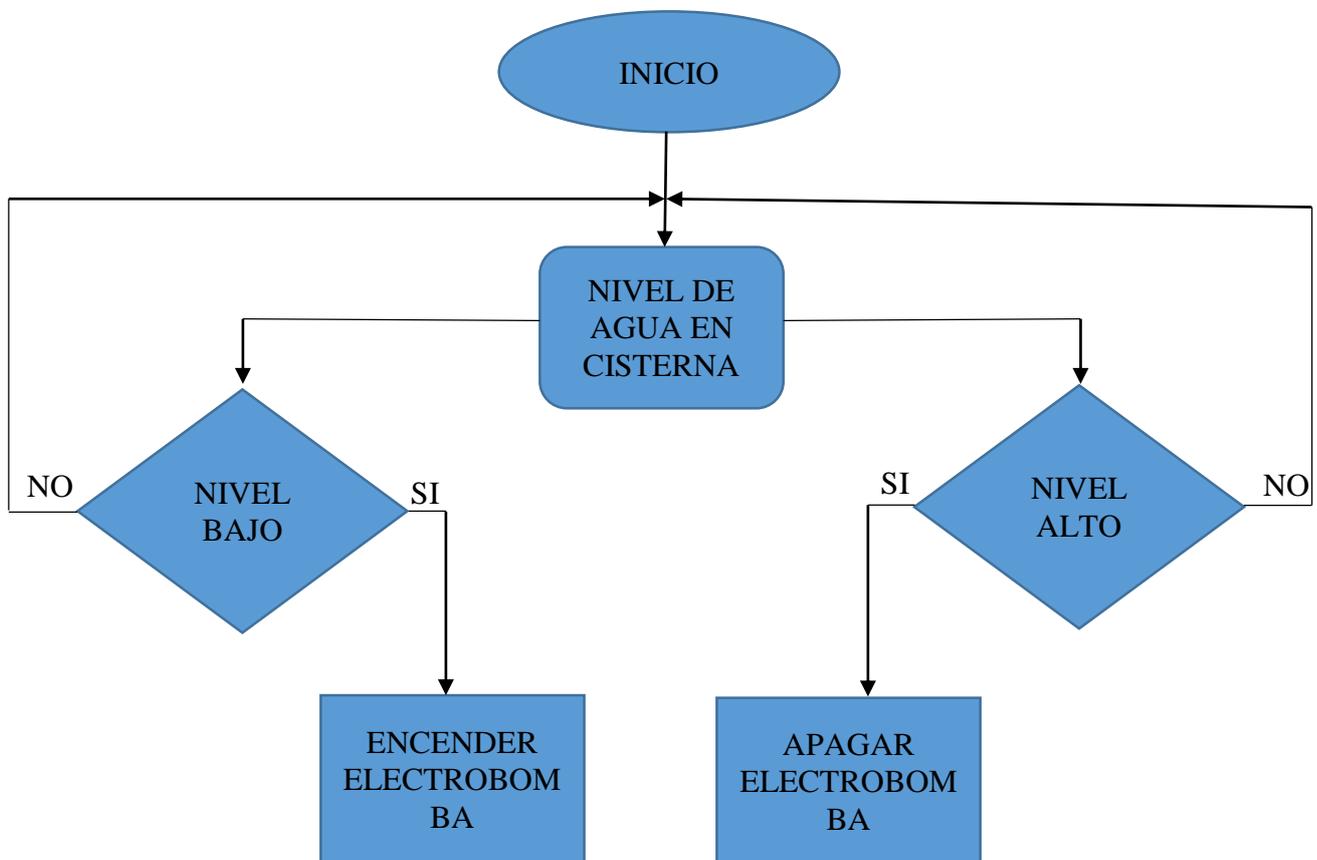
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- RADWIN. (14 de Agosto de 2017). *RADWIN*. Obtenido de <http://www.radwin.com/es/productos/portafolio>
- BVSDE. (26 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm>
- Electric, S. (10 de 08 de 2017). *Schneider Electric*. Obtenido de <https://www.schneider-electric.es/es/all-products>
- Franklin Electric*. (11 de Agosto de 2017). Obtenido de <http://franklinagua.com/productos.aspx>
- Gomáriz, S., Biel, D., Matas, J., & Reyes, M. (1998). *Teoría de control. Diseño electrónico*. Barcelona: Edicions UPC.
- KHRONE. (12 de Agosto de 2017). *KHRONE*. Obtenido de <http://pe.krohne.com/es/productos/>
- La Ganaderia. (25 de Mayo de 2017). *La Ganaderia*. Obtenido de http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=70:calculo-del-agua-para-los-bovinos&catid=1:timas&Itemid=41
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de Control Moderna*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Palacios Ruiz, A. (2008). *Acueductos, cloacas y drenajes: criterios para el diseño hidráulico de instalaciones sanitarias en desarrollos urbanos*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Pernia Llera, J. M., Mulas de la Peña, J., & Fernandez-Canteli Álvarez, P. (2003). *Operatividad de la instrumentación en aguas subterráneas, suelos contaminados y riesgos geológicos*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Piedrafita Moreno, R. (2004). *Ingeniería de la automatización industrial*. Madrid: RA-MA.
- S.A.U., I. W. (20 de Agosto de 2017). *WIKA*. Obtenido de http://www.wika.es/products_es_es.WIKA
- van Koopen, B., Smits, S., Moriarty, P., Penning de Vries, F., Mikhail, M., & Boelee, E. (2010). *Ascendiendo la escala del agua: servicios de abastecimiento de agua de usos múltiples para la reducción de la*

pobreza. La Haya: IRC Centro Internacional de Agua Potable y Saneamiento.

ANEXOS

Anexo 02: Diagrama de flujo



Anexo 03: Ficha técnica de equipo RADWIN

RADWIN 2000 A 10M Series Point-to-Point Radio - Data Sheet



RW-2050-A110

Product Description

RW-2050-A110 is a carrier-class radio that supports 4.9 to 5.9 GHz and complies with Universal, FCC/IC, MII & WPC regulations and factory default: 5.8 GHz FCC/IC.

RW-2050-A110 belongs to the RADWIN 2000 A 10M Series, delivering 10 Mbps throughput and extended range.

Packing native TDM and Ethernet over a single wireless link, RW-2050-A110 provides 10 Mbps net aggregate throughput and up to 2xE1s/T1s plus Ethernet.

The radio comes with an Integrated antenna.

Product Highlights

- 10 Mbps Ethernet net throughput and up to 2xE1s/T1s (Native TDM transport)
- Long range – Up to 120 km / 75 miles
- Telco-grade, extremely robust in harsh conditions
- Supports intra-site and inter-site TDD synchronization to maximize network capacity
- Adaptive asymmetric throughput – dynamic allocation between uplink and downlink
- Advanced OFDM & MIMO technologies for operation in nLOS/NLOS and dense radio environments

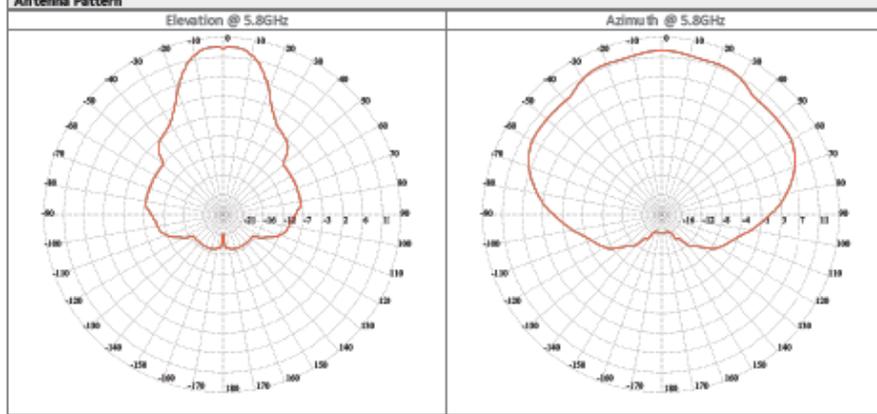
RADWIN

Product Specifications:

Configuration					
Architecture	Outdoor Unit with an integrated antenna				
PoE to ODU Interface	Outdoor CAT-5e; Maximum cable length: 100m for 10/100BaseT and 75m for 1000BaseT				
Radio					
Max Capacity	10 Mbps net aggregate throughput (up to 2xE1s/T1s plus Ethernet)				
Range	Up to 120 km / 75 miles				
Channel Bandwidth	Configurable: 5, 10, 20 MHz (for the default band)				
Modulation	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)				
Adaptive Modulation & Coding	Supported				
Automatic Channel Selection	Supported				
DFS	Not Supported (for the default band)				
Diversity	Supported				
Spectrum Viewer	Supported				
Max Tx Power	25 dBm				
Duplex Technology	TDD				
Error Correction	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6				
Encryption	AES 128; FIPS 197				
Support Indoor units	IDUs: RW-7100-2000, RW-7102-2000, RW-7216-2000, RW-7208-2000, RW-7204-2000, RW-7200-2000, RADWIN PoE devices (RW-9921-101X)				
Bandwidth Allocation	Configurable: Symmetric or Asymmetric				
QoS	Packet classification to 4 priority queues according to 802.1P or DiffServ				
VLAN Support	802.1Q, QinQ, 4094 VLANs				
Ethernet Ring Protection	Supported, including Ethernet 1+1				
TDD Intra Site Synchronization	Supported				
TDD Inter Site Synchronization	Supported through common GPS receiver per site				
Monitored Hot Standby	1+1 with RADWIN 2000 link				
Supported Bands					
Band	Channel BW 5MHz	Channel BW 10MHz	Channel BW 20MHz	Channel BW 40MHz	Radio Compliance
4.9 GHz Universal	4.8975-4.9925	4.895-4.995	4.890-5.000	-	Universal
5.1 GHz Universal	5.1475-5.3375	5.145-5.340	5.140-5.345	-	Universal
5.4 GHz Universal	5.4725-5.7225	5.470-5.725	5.465-5.730	-	Universal
5.8 GHz FCC/IC (default)	5.7275-5.8475	5.725-5.850	5.725-5.850	-	FCC 47CFR Part 15.247; IC RSS-210
5.8 GHz Mill	5.7375-5.8375	5.735-5.840	5.730-5.845	-	CMIT RTA
5.9 GHz Universal	5.7275-5.9525	5.725-5.955	5.720-5.960	-	Universal
5.8 GHz WPC	5.8325-5.8675	5.830-5.870	5.825-5.875	-	WPC (India) G.S.R 38(E) dated 19 January, 2007 Notification
4.9 GHz FCC/IC	4.9425-4.9875	4.940-4.990	4.940-4.990	-	FCC 47CFR Part 90 Subpart V; IC RSS-111
5.4 GHz FCC/IC	5.4775-5.7175	5.480-5.715	5.480-5.715	-	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
5.2 GHz FCC/IC	5.2525-5.3475	5.255-5.345	5.255-5.345	-	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
Mechanical					
ODU Dimensions	24(w) x 20(h) x 8(d) cm				
ODU Weight	1.5 kg / 3.31 lbs				
Power					
Power Feeding	Power provided over ODU-IDU cable				
Power Consumption	<12W				
Environmental					
Operating Temperatures	-35°C to 60°C / -31°F to 140°F				
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and against immersion up to 1m)				
Safety					
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22				
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22				
EMC					
FCC	47 CFR Class B, Part 15, Subpart B				
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4				
CAN/CSA CEI/IEC	CISPR 22-04 Class B				

RADWIN

Integrated Antenna	
Gain	15.5 dBi
VSWR	1.5 :1 (typ)
3 dB Beamwidth	15 Deg. (typ)
AZ & EL Beam Squint	5 Deg. (typ)
Polarization	Dual Linear (Vertical and Horizontal)
Sidelobes Level	ETSI EN 302 326-3 V 1.1.2 (2006-03) DN1
Cross Polarization	ETSI EN 302 326-3 V 1.1.2 (2006-03) DN2
F/B Ratio	-25 dB
Port To Port Isolation	20 dB (typ)
Lightning Protection	DC Grounded



Ordering Info
 Part Number: RW-2050-A110
 Description: RADWIN 2000 A 10M ODU, with an integrated antenna, supporting multi frequency bands at 5.x GHz, factory default 5.8 GHz
 RC/IC.

Anexo 04: Especificaciones técnicas de conversor serial TTL/Ethernet

Serial to Ethernet convert Module

(Two-way transmission)

USR-TCP232-T
Hard Version: V2.0
Doc Version: V1.1
2011-08-16



Order information

Type	Part Numbers	Electric interface
Serial to Ethernet Adapter	USR-TCP232-T	TTL (Pin package)
Serial to Ethernet Adapter	USR-TCP232-2	RS232
Serial to Ethernet Adapter	USR-TCP232-24	RS232/RS485 choose by jumper
Serial to Ethernet Adapter	USR-TCP232-D	DIP module in TTL version, without RJ45 on board.

Electrical Characteristics

DC Power Supply Voltage: Two DC Voltage can be choose

VCC: type: 3.3V, min: 3.15, max: 3.45 V

VDD: type: 5V, min: 4.5V, max: 5.5V

Operating supply current : Max: 180 MA

Operating Temperature: 0~75 °C (business version) -25~80°C (industry version)

Storage temperature: -40~85 °C

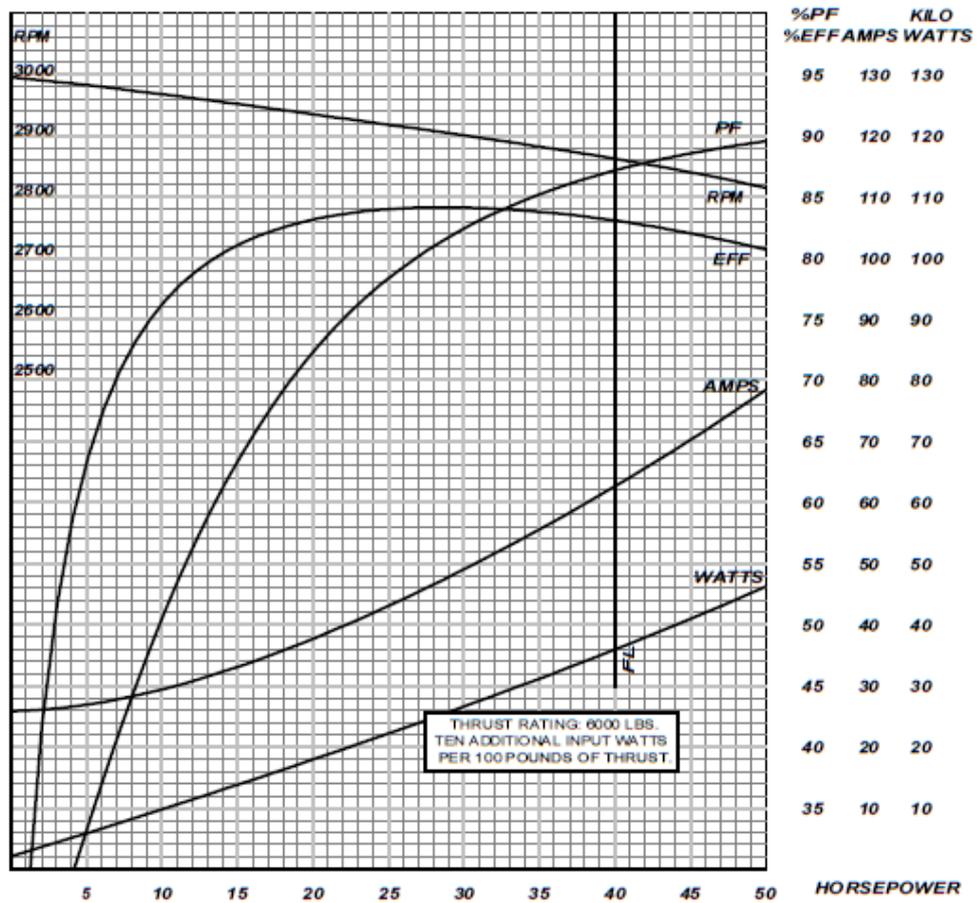
Anexo 05: Características de motor de 40HP



MOTOR PERFORMANCE CHARACTERISTICS

TEST	VOLTS	380	HERTZ	50	RATING	FRAME	6 INCH SUB	HP	40
	ST.MFD		RUN MFD			MODEL	236617	VOLTS	380-415
	TEST PR	8113	PAGE	30-K		RPM	2875	PHASE	3
	APPR BY		DATE			S.F.	1.00	HERTZ	50
						TYPE	3 PHASE		

REMARKS: TESTED IN WATER, SHAFT UP, WITH NO APPLIED THRUST.
TYPICAL PERFORMANCE. NOT GUARANTEED AS MINIMUM PERFORMANCE.



FULL LOAD TORQUE	73.4	LB-FT
BREAKDOWN TORQUE	197	LB-FT
LOCKED ROTOR TORQUE	167	LB-FT
LOCKED ROTOR AMPS	362	

CURVE NO. 336334-700

Anexo 06: Especificaciones técnicas de variador ALTIVAR 600 marca SCHNEIDER

Product data sheet Characteristics

ATV630D30N4

variable speed drive ATV630 - 30kW/40HP -
380...480V - IP21/UL type 1

Product availability : Stock - Normally stocked in distribution facility



Main

Range of product	Altivar Process ATV600
Product or component type	Variable speed drive
Product specific application	Process and utilities
Device short name	ATV630
Variant	Standard version
Product destination	Asynchronous motors Synchronous motors
Mounting mode	Wall mount
EMC filter	Integrated EN/IEC 61800-3 category C2 164.04 ft (50 m) Integrated EN/IEC 61800-3 category C3 150 m
IP degree of protection	IP21 IEC 61800-5-1 IP21 IEC 60529
Degree of protection	UL type 1 UL 508C
Type of cooling	Forced convection
Supply frequency	50...60 Hz - 5...5 %
Network number of phases	3 phases
[Us] rated supply voltage	380...480 V - 15...10 %
Motor power kW	30 kW normal duty 22 kW heavy duty
Motor power hp	40 hp normal duty 30 hp heavy duty
Line current	53.3 A 380 V normal duty 45.9 A 480 V normal duty 40.5 A 380 V heavy duty 35.8 A 480 V heavy duty
Prospective line Isc	50 kA
Apparent power	38.2 kVA 480 V normal duty 29.8 kVA 480 V heavy duty
Continuous output current	61.5 A 4 kHz normal duty

Aug 22, 2017

Life is On | Schneider
Electric

1

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.

	46.3 A 4 kHz heavy duty
Maximum transient current	67.7 A 60 s normal duty 69.5 A 60 s heavy duty
Asynchronous motor control profile	Constant torque standard Variable torque standard Optimized torque mode
Synchronous motor control profile	Permanent magnet motor
Output frequency	0.0001...0.5 kHz
Nominal switching frequency	4 kHz
Switching frequency	2...12 kHz adjustable 4...12 kHz with derating factor
Safety function	STO (safe torque off) SIL 3
Discrete input logic	16 preset speeds
Communication port protocol	Ethernet Modbus serial Modbus TCP
Option card	Communication module Profibus DP V1 slot A Communication module Profinet slot A Communication module DeviceNet slot A Communication module Modbus TCP/EtherNet/IP slot A Communication module CANopen daisy chain RJ45 slot A Communication module CANopen SUB-D 9 slot A Communication module CANopen screw terminals slot A Digital and analog I/O extension module slot A/slot B Output relay extension module slot A/slot B Communication module Ethernet IP/Modbus TCP/MD-Link slot A

Complementary

Output voltage	<= power supply voltage
Permissible temporary current boost	1.1 x in 60 s normal duty 1.5 x in 60 s heavy duty
Motor slip compensation	Adjustable Automatic whatever the load Can be suppressed Not available in permanent magnet motor law
Acceleration and deceleration ramps	Linear adjustable separately from 0.01 to 9000 s S, U or customized
Braking to standstill	By DC injection
Protection type	Safe torque off motor Motor phase break motor Safe torque off drive Overheating drive Short-circuit protection drive Motor phase break drive Overspeed drive Break on the control circuit drive Overvoltages on the DC bus drive Overload of output voltage drive Line supply overvoltage drive Line supply phase loss drive Line supply undervoltage drive Overcurrent between output phases and earth drive Thermal protection motor Thermal protection drive
Frequency resolution	Display unit Analog input
Electrical connection	Removable screw terminals 0.5...1.5 mm ² AWG 20...AWG 16 control Screw terminal 25...50 mm ² AWG 4...AWG 1 line side Screw terminal 25...50 mm ² AWG 4...AWG 1 motor
Connector type	RJ45 Ethernet/Modbus TCP on the remote graphic terminal RJ45 Modbus serial on the remote graphic terminal
Physical interface	2-wire RS 485 Modbus serial
Transmission frame	RTU Modbus serial
Transmission rate	10/100 Mbit/s Ethernet IP/Modbus TCP 4.8, 9.6, 19.2, 38.4 kbit/s Modbus serial

Exchange mode	Half duplex, full duplex, autonegotiation Ethernet/Modbus TCP
Data format	8 bits, configurable odd, even or no parity Modbus serial
Type of polarization	No impedance Modbus serial
Number of addresses	1...247 Modbus serial
Method of access	Slave Modbus TCP
Supply	Internal supply for reference potentiometer (1 to 10 kOhm) 10.5 V DC +/- 5% <= 10 mA overload and short-circuit protection External supply for digital inputs 24 V DC 19...30 V <= 1.25 mA overload and short-circuit protection Internal supply for digital inputs and STO 24 V DC 21...27 V <= 200 mA overload and short-circuit protection
Local signalling	3 LEDs local diagnostic 3 LEDs dual colour embedded communication status 4 LEDs dual colour communication module status 1 LED red presence of voltage
Width	8.9 in (226 mm)
Height	26.5 in (673 mm)
Depth	10.87 in (271 mm)
Product weight	61.73 lb(US) (28 kg)
Analogue input number	3
Analogue input type	Software-configurable voltage AI1, AI2, AI3 0...10 V DC 30 kOhm 12 bits Software-configurable current AI1, AI2, AI3 0...20 mA/4...20 mA 250 Ohm 12 bits
Discrete input number	8
Discrete input type	Programmable DI1...DI6 24 V DC 3.5 kOhm Programmable as pulse input DI5, DI6 0...30 kHz 24 V DC Safe torque off STO, STOB 24 V DC > 2.2 kOhm
Input compatibility	Level 1 PLC EN/IEC 61131-2 DI1...DI6 discrete input Level 1 PLC IEC 65A-68 DI5, DI6 discrete input Level 1 PLC EN/IEC 61131-2 STOA, STOB discrete input
Discrete input logic	Positive logic (source) DI1...DI6 < 5 V > 11 V Negative logic (sink) DI1...DI6 > 16 V < 10 V Positive logic (source) DI5, DI6 < 0.6 V > 2.5 V Positive logic (source) STOA, STOB < 5 V > 11 V
Analogue output number	2
Analogue output type	Software-configurable voltage AO1, AO2 0...10 V DC 470 Ohm 10 bits Software-configurable current AO1, AO2 0...20 mA 10 bits
Sampling duration	2 ms +/- 0.5 ms DI1...DI4 discrete input 5 ms +/- 1 ms DI5, DI6 discrete input 5 ms +/- 0.1 ms AI1, AI2, AI3 analog input 10 ms +/- 1 ms AO1 analog output
Accuracy	+/- 0.6 % AI1, AI2, AI3 for a temperature variation 60 °C analog input +/- 1 % AO1, AO2 for a temperature variation 60 °C analog output
Linearity error	+/- 0.15 % of maximum value analog input AI1, AI2, AI3 +/- 0.2 % analog output AO1, AO2
Relay output number	3
Relay output type	Configurable relay logic R1 fault relay NO/NC 100000 cycles Configurable relay logic R2 sequence relay NO 100000 cycles Configurable relay logic R3 sequence relay NO 100000 cycles
Refresh time	5 ms +/- 0.5 ms R1, R2, R3 relay output
Minimum switching current	5 mA 24 V DC R1, R2, R3 relay output
Maximum switching current	3 A 250 V AC resistive 1 R1, R2, R3 relay output 3 A 30 V DC resistive 1 R1, R2, R3 relay output 2 A 250 V AC inductive 0.47 ms R1, R2, R3 relay output 2 A 30 V DC inductive 0.47 ms R1, R2, R3 relay output
Isolation	Between power and control terminals
Functionality	Full
Specific application	Utility
IP degree of protection	IP21
Discrete and process manufacturing	Building - HVAC compressor centrifugal Food and beverage processing other application Mining mineral and metal fan Mining mineral and metal pump Oil and gas fan

	Water and waste water other application Building - HVAC screw compressor Food and beverage processing pump Food and beverage processing fan Food and beverage processing atomization Oil and gas electro submersible pump (ESP) Oil and gas water injection pump Oil and gas jet fuel pump Oil and gas compressor for refinery Water and waste water centrifuge pump Water and waste water positive displacement pump Water and waste water electro submersible pump (ESP) Water and waste water screw pump Water and waste water lobe compressor Water and waste water screw compressor Water and waste water compressor centrifugal Water and waste water fan Water and waste water conveyor Water and waste water mixer
Power range	30...50 kW 380...440 V 3 phases 30...50 kW 480...500 V 3 phases
Motor starter type	Variable speed drive

Environment

Insulation resistance	> 1 MΩm 500 V DC for 1 minute to earth
Noise level	63.5 dB 86/18/IEC
Power dissipation in W	93 W natural convection 380 V 4 kHz 640 W forced convection 380 V 4 kHz
Volume of cooling air	63402.43 Gallon(US) (240 m ³ /h)
Operating position	Vertical +/- 10 degree
THDI	<= 48 % from 80... 100 % of load IEC 61000-3-12
Electromagnetic compatibility	Conducted radio-frequency immunity test level 3 IEC 61000-4-6 1.2/50 μs - 8/20 μs surge immunity test level 3 IEC 61000-4-5 Electrical fast transient/burst immunity test level 4 IEC 61000-4-4 Electrostatic discharge immunity test level 3 IEC 61000-4-2 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test level 3 IEC 61000-4-3
Pollution degree	2 EN/IEC 61800-5-1
Vibration resistance	1.5 mm peak to peak 2...13 Hz IEC 60068-2-6 1 gn 13...200 Hz IEC 60068-2-6
Shock resistance	15 gn 11 ms IEC 60068-2-27
Relative humidity	5...95 % without condensation IEC 60068-2-3
Ambient air temperature for operation	5...122 °F (-15...50 °C) without derating 122...140 °F (50...60 °C) with derating factor
Ambient air temperature for storage	-40...158 °F (-40...70 °C)
Operating altitude	1000...4800 m with current derating 1 % per 100 m <= 3280.84 ft (1000 m) without derating
Environmental characteristic	Chemical pollution resistance class 3C3 EN/IEC 6072 1-3-3 Dust pollution resistance class 3S3 EN/IEC 6072 1-3-3
Standards	EN/IEC 61800-3 EN/IEC 61800-3 environment 1 category C2 EN/IEC 61800-3 environment 2 category C3 UL 508C EN/IEC 61800-5-1 IEC 61000-3-12 IEC 6072 1-3 IEC 61508 IEC 13849-1
Product certifications	ATEX INERIS ATEX zone 2/22 CSA TÜV UL REACH DNV-GL
Marking	CE

Interruptor magnético de flotador Para montaje horizontal Modelo HLS

Hoja técnica WIKA LM 30.02



Aplicaciones

- Medida de nivel para casi la totalidad de medios líquidos
- Control de nivel en bombas
- Química, petroquímica, gas natural, off shore, industria naval, ingeniería mecánica, instalaciones de transformación de energía, centrales eléctricas
- Tratamiento de agua de proceso y agua potable

Características

- Gran variedad de aplicaciones con un principio de funcionamiento sencillo y probado
- Adecuado para condiciones adversas, larga vida útil
- Límites de aplicación:
 - Temperatura de servicio: T = -196 ... +350 °C
 - Presión de servicio: P = Vacío hasta 232 bar
 - Densidad límite: $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$
- versiones en acero inoxidable y en plástico
- Ejecuciones con protección antiexplosiva



Fig. superior: versión en acero inoxidable, modelo HLS-S

Fig. inferior: versión en plástico, modelo HLS-P

Descripción

Además de las numerosas aplicaciones de los interruptores de flotador para montaje vertical (modelo FLS), también los interruptores de flotador horizontales modelo HLS ofrecen muchas posibilidades de controlar o conmutar los niveles para indicar un nivel mínimo/máximo.

El flotador está fijado en una palanca giratoria y se mueve con el nivel del medio a medir. Al alcanzar un punto de conmutación previamente configurado, un imán permanente, fijado en el extremo de la palanca, activa un contacto Reed (contacto bajo gas protector) en el interior del tubo.

La utilización de imán permanente y contacto Reed permite

la conmutación sin contacto, sin desgaste y sin energía auxiliar. El funcionamiento del interruptor de flotador es independiente de la formación de espuma, conductividad, vapores, formación de burbujas y vibraciones.

El procesamiento de señales se realiza de manera universal. Es posible una conexión directa a PLC, circuitos NAMUR, amplificador de señales o relé protector de contacto.

El interruptor de flotador es fácil de montar y libre de mantenimiento, por lo tanto, los costes de montaje, puesta en servicio y operación son bajos.

Hoja técnica WIKA LM 30.02 · 11/2014

Página 1 de 7

Hoja técnica de instrumentos similares:
 Interruptor magnético de flotador, montaje vertical, modelo FLS; véase hoja técnica LM 30.01
 Interruptor magnético de flotador, montaje lateral, modelo ELS; véase hoja técnica LM 30.03
 Interruptor magnético de flotador, montaje horizontal, versión en metal, modelo HLS-M; véase hoja técnica LM 30.08



Modelos

Modelo de interruptor de flotador	Descripción	Homologación					
		sin	Ex I	Ex d	GL	ABS	Ex I + GL
HLS-S	Interruptor magnético de flotador, versión estándar	x	x	x	x	x	x
HLS-P	Interruptor magnético de flotador, versión de plástico	x					

Modelo de interruptor de flotador	Materiales			Rango de temperatura	Presión máx.
	Acero inoxidable 1.4571 (316Ti)	Acero inoxidable 1.4404 (316L)	Polipropileno		
HLS-S	x	x		-196 ... +350 °C	232 bar
HLS-P			x	-10 ... +80 °C	6 bar

Homologaciones Ex

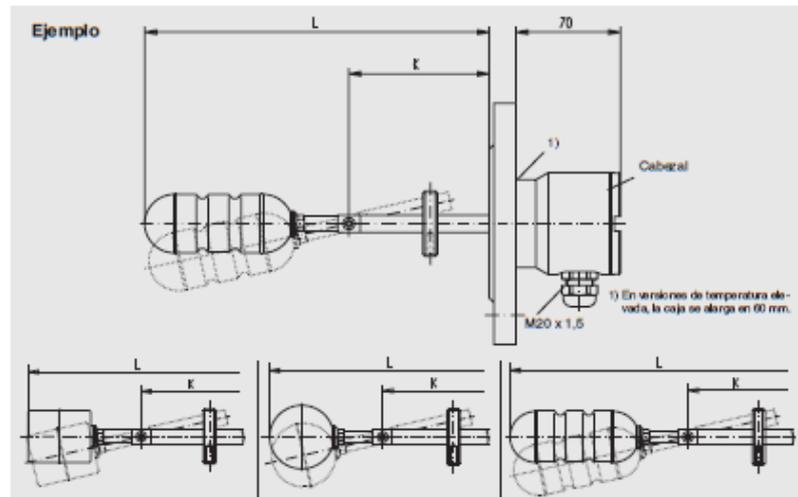
Protección antiexplosiva	Tipo de protección	Modelo	Zona	Número de homologación
ATEX	Ex I	HLS-S-Ex I	Zona 0, gas Zona 1, gas/polvo	IBExU 03 ATEX 1038X II 1G2GD EEx Ia IIC T2 ... T6
	Ex d	HLS-S-Ex d	Zona 1, gas	TÜV 09 ATEX 7632X II 2G Ex d IIC T6, II 2D Ex ID A21 IP 65 T80 °C
	Ex I + GL	HLS-S-Ex I	Zona 0, gas Zona 1, gas/polvo	IBExU 03 ATEX 1038X II 1G2GD EEx Ia IIC T6-T2 + GL-32527 - 06 HH

Aprobación de tipo

Homologación	Modelo	Número de homologación
GL	HLS-S	GL -32527 - 06 HH
ABS	HLS-S	ABS-02-HG286248-2-PDA
GOST	HLS-S, HLS-P	959333

Interruptor magnético de flotador, versión estándar, modelo HLS-S

Conexión a proceso, tubo de contacto y flotador en acero inoxidable 1.4571



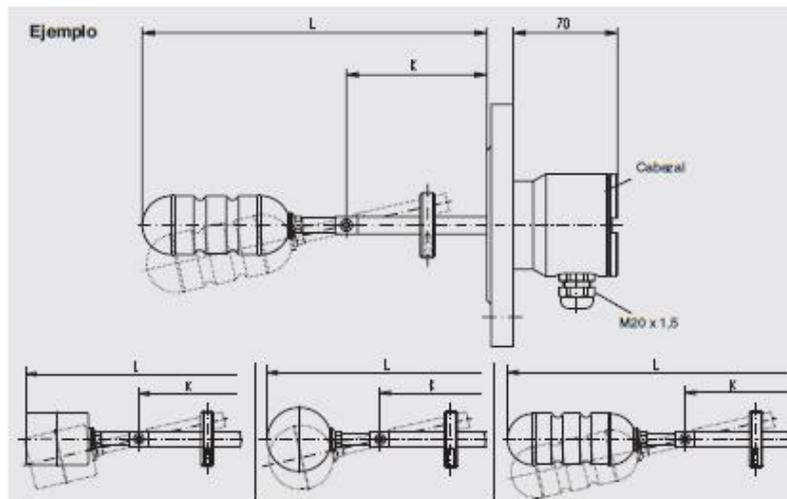
	Flotador modelo V44HI	Flotador modelo T52HI y T52HI/Gr. 5	Flotador modelo ZVSS 43/100HI
Conexión eléctrica	Caja de conexiones	acero inoxidable 1.4571	
Conexión a proceso	Brida de montaje	<ul style="list-style-type: none"> ■ DIN DN 50... DN 100, PN 6... PN 400 ■ EN 1092 DN 50... DN 100, PN 6... PN 400 ■ ANSI 2" ... 4", clase 150... 600 ■ Brida cuadrada DN 80 y DN 92 (otras bridas a consultar) 	
Tubo de contacto			
Longitud de montaje L	193 ... 990 mm	185 ... 990 mm	240 ... 990 mm
Longitud del tubo de contacto K	100 ... 900 mm	100 ... 900 mm	100 ... 900 mm
Material del flotador	Acero inoxidable 1.4571	Modelo T52HI: Titanio 3.7035, grado 2 Modelo T52HI/Gr. 5: Titanio 3.7165, grado 5	Acero inoxidable 1.4571
Flotador			
Diámetro	44 mm	52 mm	43 mm
Longitud	52 mm	52 mm	100 mm
Presión de trabajo máx.	6 bar	Modelo T52HI: 100 bar Modelo T52HI/Gr. 5: 232 bar	20 bar
Densidad mín.	600 kg/m ³		
Rango de temperatura Estándar	-40 ... +250 °C		
	Opción: ■ Versión para altas temperaturas: -20 ... +350 °C		
	Opción: ■ Versión de bajas temperaturas: -196 ... +250 °C		
Función de conmutación	elegible: 1 conmutador SPDT 1 x contacto de cierre NO - con nivel subiendo 1 x contacto de abertura NC - con nivel subiendo 1 x Inicialdor I - con nivel subiendo o bajando		
Potencia de ruptura	AC 230 V; 40 VA; 1 A	DC 230 V; 20 W; 0,5 A	¡Observar las medidas de protección del contacto!
	Atención: Versión sin conexión para el conductor protector - Funcionamiento solamente con baja tensión de protección, p. ej. relé protector de contacto o conexión a tierra externa		
Posición de montaje	Horizontal ±30°		
Tipo de protección	IP 67 según EN 60529 / IEC 60529		

Versiones en titanio, Hastelloy o en otros materiales a consultar

Interruptor magnético de flotador, seguridad intrínseca, modelo HLS-S-Ex i

IBExU.03 ATEX 1038X II 1G/2GD EEx ia IIC T2 ... T6

Conexión a proceso, tubo de contacto y flotador en acero inoxidable 1.4571

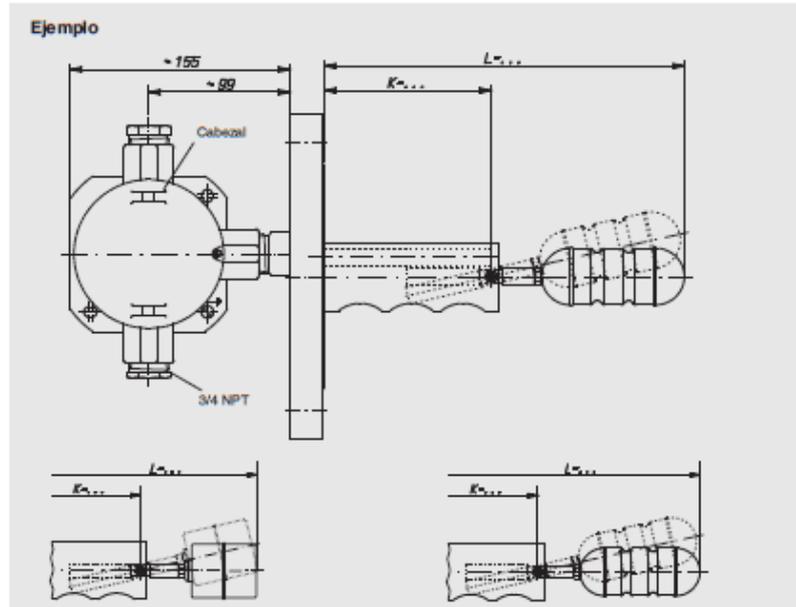


	Flotador modelo V44HI	Flotador modelo T52HI y T52HI/Gr. 5	Flotador modelo ZVSS43/100HI		
Conexión eléctrica	Caja de conexiones: acero inoxidable 1.4571				
Conexión a proceso	Brida de montaje: <ul style="list-style-type: none"> ■ DIN DN 50 ... DN 100, PN 6 ... PN 160 ■ EN 1092 DN 50 ... DN 100, PN 6 ... PN 160 ■ ANSI 2" ... 4", clase 150 ... 900 ■ Brida cuadrada DN 80 y DN 90 (otras bridas a consultar) 				
Tubo de contacto	Largo de montaje L: 193 ... 990 mm				
Largo del tubo de contacto K	100 ... 900 mm				
Material del flotador	Acero inoxidable 1.4571	Modelo T52HI: Titanio 3.7035, grado 2 Modelo T52HI/Gr. 5: Titanio 3.7165, grado 5	Acero inoxidable 1.4571		
Flotador	Diámetro: 44 mm				
Longitud	52 mm				
Presión de trabajo máx.	6 bar	Modelo T52HI: 100 bar Modelo T52HI/Gr. 5: 180 bar	20 bar		
Densidad mín.	600 kg/m ³				
Clase de temperatura	T2	T3	T4	T5	T6
Temperatura de proceso	Máx. 180 °C	160 °C	108 °C	80 °C	65 °C
Temperatura ambiente en la caja	Máx. 80 °C	80 °C	80 °C	80 °C	60 °C
Función de conmutación	1 conmutador SPDT				
Potencia de ruptura	Solo para la conexión en un circuito eléctrico de seguridad intrínseca certificada con U _{max} 36 V, I _{max} 100 mA				
Posición de montaje	Horizontal ±30°				
Tipo de protección	IP 67 según EN 60529 / IEC 60529				

**Interruptor magnético de flotador, protección antideflagrante,
modelo HLS-S-Ex d**

TÜV 09 ATEX 7632X II 2G Ex d IIC T6, II 2D Ex1D A21 IP 65 T80 °C

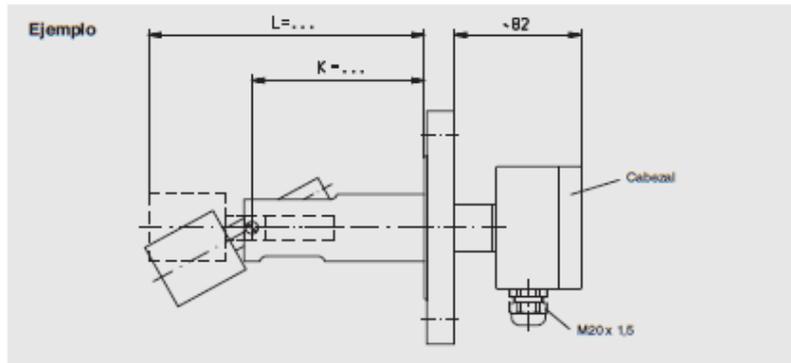
Conexión a proceso, tubo de contacto y flotador en acero inoxidable 1.4404



	Flotador modelo V44HI	Flotador modelo ZVSS43/100HI
Conexión eléctrica	Caja de conexiones ■ Aluminio	
Conexión a proceso	Brida de montaje ■ EN y DIN DN 65 ... DN 100, PN 6 ... PN 100 ■ ANSI 2,5" ... 4", clase 150 ... 600 (otras bridas a consultar)	
Tubo de contacto		
Largo de montaje L	150 mm	190 mm
Largo del tubo de contacto K	100 mm	100 mm
Material del flotador	Acero inoxidable 1.4404	
Flotador		
Diámetro	44 mm	43 mm
Longitud	52 mm	100 mm
Presión de trabajo máx.	6 bar	20 bar
Densidad mín.	600 kg/m ³	
Rango de temperatura estándar	-10 ... +80 °C	
Función de conmutación	1 conmutador SPDT	
Potencia de ruptura	AC 230 V, 40 VA; 1 A	¡Observar las medidas de protección de los contactos!
Posición de montaje	Horizontal ± 30°	
Tipo de protección	IP 65 según EN 60529 / IEC 60529	

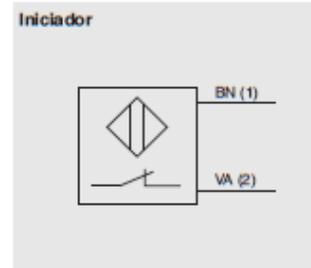
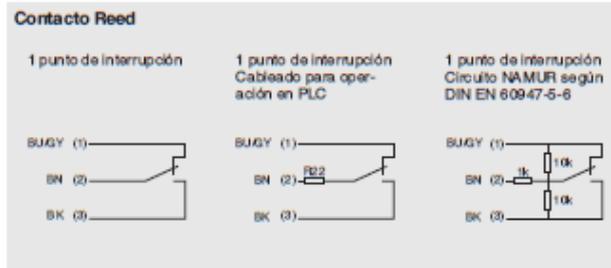
Interruptor magnético de flotador, versión de plástico, modelo HLS-P

Conexión a proceso, tubo de contacto y flotador en polipropileno



Flotador modelo PP44HI	
Conexión eléctrica	Caja de conexiones ■ Polipropileno ■ Poliéster
Conexión a proceso	Brida de montaje ■ DIN DN 50 ... DN 100, PN 16, forma A ■ ANSI 2" ... 4", clase 150 FF
Tubo de contacto	
Largo de montaje L	176 mm
Largo del tubo de contacto K	111 mm
Material del flotador	Polipropileno
Flotador	
Dímetro	44 mm
Longitud	92 mm
Presión de trabajo máx.	6 bar
Densidad mín.	750 kg/m ³
Rango de temperatura	-10 ... +80 °C
Función de conmutación	deglbie: 1 conmutador SPDT 1 x contacto de cierre NO - con nivel subiendo 1 x contacto de apertura NC - con nivel subiendo
Potencia de ruptura	AC 230 V; 40 VA; 1 A DC 230 V; 20 W; 0,5 A Observar las medidas de protección del contacto!
	Atención: Versión sin conexión para el conductor protector - Funcionamiento solamente con baja tensión de protección, p. ej. relé protector de contacto o conexión a tierra externa
Posición de montaje	Horizontal ±30°
Tipo de protección	IP 65 según EN 60529 / IEC 60529

Conexiones eléctricas



Medidas de protección del contacto

Los contactos Reed deben protegerse contra picos de tensión y de corriente.

En función de los diferentes tipos de carga se utilizan diferentes circuitos de protección.

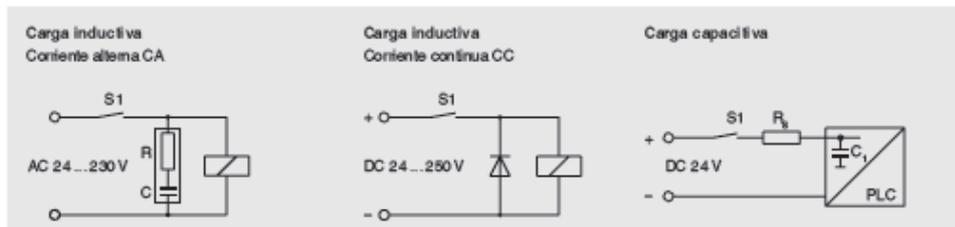


Modelo KR 24

Elemento RC

Relé protector de contacto	Contactos	Entrada	Alimentación auxiliar	Número de homologación	Nº de pedido
KR 24	1 conmutador CA 250 V, 2 A	2 contactos	DC 20...30 V		11 2941
KR 24-EX	2 conmutadores CA 253 V, 2 A	2 contactos	DC 20...30 V	II 1 GD EEx ia IIC, PTB 02 ATEX 2073	11 2944
KR 230	1 conmutador CA 250 V, 2 A	2 contactos	AC 230 V		11 2942
KR 230-EX	2 conmutadores CA 253 V, 2 A	2 contactos	AC 230 V	II 1 GD EEx ia IIC, PTB 02 ATEX 2073	11 2943

Elemento RC	Capacidad	Resistencia	Tensión	Nº de pedido
B3/115	0,33 µF	470 ohmios	AC 115 V	110446
B3/230	0,33 µF	1.000 ohmios	AC 230 V	110460



Indicaciones relativas al pedido

Para realizar el pedido es suficiente indicar el código (si está disponible).

Alternativa:

Modelo / Versión / Conexión eléctrica / Conexión a procs / Tubo de contacto (largo de montaje L, largo del tubo de contacto K) / Opciones

© 2010 Wika Alexander Wiegand SE & Co. KG, todos los derechos reservados.
Los datos técnicos descritos en este documento corresponden al estado actual de la técnica en el momento de la publicación.
Nos reservamos el derecho de modificar los datos técnicos y materiales.

Hoja técnica WIKALM 30.02 - 11/2014

Página 7 de 7

04/2015 ES based on 01/2015 DE



Instrumentos WIKALM, S.A.U.
C/ Josep Camer, 11-17
08205 Sabadell (Barcelona)/Espanya
Tel. +34 933 9386-30
Fax +34 933 9386-66
info@wika.es
www.wika.es

Sonda de pozo de alto rendimiento Para medidas de nivel Modelo LH-10

Hoja técnica WIKA PE 81.09



Aplicaciones

- Medida de nivel en ríos y lagos
- Monitorización de pozos profundos y aguas subterráneas
- Medida de nivel en sistemas de depósitos y almacenaje
- Control de estaciones de elevación y bombeo
- Monitorización de depósitos de depuración, sedimentación y retención de aguas pluviales

Características

- Preciso y fiable
- Medición de temperatura integrada (opcional)
- Versión en Hastelloy® y cable FEP para una resistencia superior (opcional)
- Tipo de protección IP 68 permanente hasta columna de agua de 300 m



Sonda de pozo modelo LH-10

Imagen izquierda: con cable PUR

Imagen derecha: Hastelloy® con cable FEP

Descripción

Para las exigentes tareas de medición.

La sonda de pozo modelo LH-10 está diseñada para mediciones de nivel en contacto con el medio en condiciones adversas. Tiene una precisión del 0,25 % y, gracias al tipo de protección IP 68 y permite una medición continua de niveles de hasta 300 metros de columna de agua.

Brinda una excelente calidad, es fiable y, merced a una gran variedad de opciones, puede utilizarse en todas las mediciones típicas de nivel. Así, pueden conseguirse una medición de temperatura integrada, protección contra rayos, operación con pilas, caja de Hastelloy® o cable FEP.

Para requerimientos de máxima precisión, la medición opcional de temperatura permite la compensación de oscilaciones de temperatura del medio en relación al resultado de la medición.

Robusto y fiable

Una caja herméticamente sellada, íntegramente soldada y extremadamente robusta de acero inoxidable asegura una prolongada vida útil y una hermeticidad duradera.

Especialmente para el uso en exterior, puede disponerse de una protección contra rayos incorporada, a fin de garantizar un máximo tiempo de funcionamiento en entornos hostiles.

Para la mayor resistencia posible a los medios, esta sonda está disponible opcionalmente en una versión en Hastelloy® y cable FEP de alta resistencia.

Hoja técnica WIKA PE 81.09 - 12/2012

Página 1 de 6

Hojas técnicas de productos similares:
Sonda de pozo, modelo LS-10; véase hoja técnica PE 81.05
Sonda de pozo de alto rendimiento, modelo LH-20; véase hoja técnica PE 81.06
Sonda de pozo con seguridad intrínseca; modelo L-10; véase hoja técnica PE 81.23



Rangos de medida

Presión relativa						
bar	Rango de medida	0 ... 0,1	0 ... 0,16	0 ... 0,25	0 ... 0,4	0 ... 0,6
	Límite de presión de sobrecarga	1	1,5	2	2	3
	Presión de estallido	2	2	2,4	2,4	4
	Rango de medida	0 ... 1	0 ... 1,6	0 ... 2,5	0 ... 4	0 ... 6
	Límite de presión de sobrecarga	5	8	8	10	10
	Presión de estallido	6	10	10	10	10
inWC	Rango de medida	0 ... 50	0 ... 100	0 ... 150	0 ... 250	
	Límite de presión de sobrecarga	750	750	750	1.100	
	Presión de estallido	950	950	950	1.600	
	Rango de medida	0 ... 5	0 ... 10	0 ... 15	0 ... 25	0 ... 50
	Límite de presión de sobrecarga	30	45	70	120	150
	Presión de estallido	35	60	90	180	150
psi	Rango de medida	0 ... 100	0 ... 150	0 ... 160	0 ... 200	0 ... 300
	Límite de presión de sobrecarga	150	150	160	200	300
	Presión de estallido	150	150	160	200	300
	Rango de medida	0 ... 1	0 ... 1,6	0 ... 2,5	0 ... 4	0 ... 6
	Límite de presión de sobrecarga	10	15	20	20	30
	Presión de estallido	20	20	24	24	40
mH₂O	Rango de medida	0 ... 10	0 ... 16	0 ... 25	0 ... 40	0 ... 60
	Límite de presión de sobrecarga	50	80	80	100	100
	Presión de estallido	60	100	100	100	100
	Rango de medida	0 ... 100	0 ... 160	0 ... 250		
	Límite de presión de sobrecarga	100	160	250		
	Presión de estallido	100	160	250		

Para la elección del cable FEP están disponibles los rangos de medida hasta 0 ... 10 bar, 0 ... 150 psi y 0 ... 100 mH₂O inclusive. Los rangos de medida indicados existen también en mbar, kPa y MPa.

Señales de salida

Clase de señal	Señal
Corriente (2 hilos)	4 ... 20 mA
Corriente (3 hilos)	0 ... 20 mA
Tensión (3 hilos)	DC 0 ... 5 V
	DC 0 ... 10 V
	DC 0,5 ... 2,5 V

Carga en Ω

- Salida de corriente (2 hilos):
 $\leq (\text{Energía auxiliar} - 10 \text{ V}) / 0,02 \text{ A} - (\text{longitud del cable en m} \times 0,14 \Omega)$
- Salida de corriente (3 hilos):
 $\leq (\text{Energía auxiliar} - 3 \text{ V}) / 0,02 \text{ A} - (\text{longitud del cable en m} \times 0,14 \Omega)$
- Salida de tensión (3 hilos):
 $> 100 \text{ k}\Omega$

Alimentación de corriente

Alimentación auxiliar

La energía auxiliar depende de la señal de salida.

- 4 ... 20 mA: DC 10 ... 30 V
- 0 ... 20 mA: DC 10 ... 30 V
- DC 0 ... 5 V: DC 10 ... 30 V
- DC 0 ... 10 V: DC 14 ... 30 V
- DC 0,5 ... 2,5 V: DC 5 ... 30 V (apto para un funcionamiento con pilas)

Condiciones de referencia

Temperatura
15 ... 25 °C

Presión atmosférica
860 ... 1.060 mbar

Humedad atmosférica
45 ... 75 % relativa

Posición de montaje
Calibrado en posición vertical con la conexión al proceso abajo.

Alimentación auxiliar
DC 24 V

Datos de precisión

Precisión en las condiciones de referencia
Rangos de medida < 0,25 bar: $\leq \pm 0,50$ % del span
Rangos de medida $\geq 0,25$ bar: $\leq \pm 0,25$ % del span

Incluye alinealidad, histéresis, error punto cero y valor final (corresponde a desviación de valor de medida según IEC 61298-2).

Alinealidad (según IEC 61298-2)
 $\leq \pm 0,2$ % del span

No repetibilidad
 $\leq \pm 0,1$ % del span

Error de temperatura a 0 ... 50 °C
■ Coeficiente de temperatura medio del punto cero
Rangos de medida $\leq 0,25$ bar: $\leq \pm 0,4$ % del span/10 K
Rangos de medida $> 0,25$ bar: $\leq \pm 0,2$ % del span/10 K

■ Coeficiente de temperatura medio del span
 $\leq \pm 0,2$ % del span/10 K

Estabilidad a largo plazo en condiciones de referencia
 $\leq \pm 0,2$ % del span/año

Condiciones de utilización

Tipo de protección (según IEC 60529)
IP 68

Protección contrarayos (opción)
1,5 J según EN 61000-4-5

La opción de protección contra rayos no está disponible en combinación con la versión de la caja en Hastelloy®.

Rangos de temperatura admisibles

- Medio
 - Cable PUR: -10 ... +50 °C
 - Cable FEP: -10 ... +85 °C
- Ambiente: -10 ... +50 °C
- Almacenamiento: -30 ... +80 °C

Profundidades de inmersión

- Sonda de pozo con cable FEP a 100 m
- Sonda de pozo con cable PUR a 300 m

Tracción máxima del cable

- Cable FEP: a 350 N sin alivio de tracción
a 500 N con alivio de tracción
- Cable PUR: a 350 N sin alivio de tracción
a 1.000 N con alivio de tracción

Peso

- Sonda de pozo: aprox. 200 g
- Cable: aprox. 80 g/m
- Peso añadido (accesorio): aprox. 500 g

Medición de temperatura adicional (opcional)

Opcionalmente, la sonda de nivel puede adquirirse con un sensor Pt100 para la detección de la temperatura del medio. La opción de medición adicional de temperatura no está disponible en combinación con la versión de la caja en Hastelloy®.

Datos técnicos

- Pt100 según DIN EN 60751
- 4 hilos
- Rango de medida -50 ... +85 °C
- Alimentación de corriente eléctrica total 3 mA
- Corriente de medición 1 mA

Conexiones

Norma	Tamaño de rosca
EN 837	G 1/4 B
-	Rosca interior G 1/4 (solo para la versión en Hastelloy®)

Conexiones eléctricas

Resistencia contra cortocircuitos

S+ contra U-

Protección contra polaridad inversa

U+ contra U-

Protección contra sobretensiones

Opcionalmente está disponible una protección contra rayos; véase "Condiciones de utilización".

Tensión de aislamiento

DC 500 V

Longitudes de cable

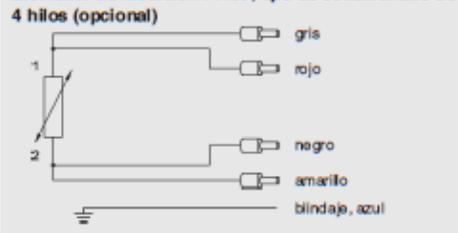
Longitudes de cable					
metros (m)	1,5	3	5	10	15
	20	25	30	40	50
	60	80	100	200	300
Pie	5	10	20	30	40
	50				

Esquemas de conexiones

Salida de cable		
	2 hilos	3 hilos
U+	marón	marón
U-	verde	verde
S+	-	blanco
blindaje	gris	gris



Elemento de medición Pt100, tipo de conexionado de 4 hilos (opcional)



Materiales

Piezas en contacto con el medio

	Estándar	Opción
Caja y sensor	Acero inoxidable 316L	Hastelloy®
Tapa protectora	PA	Acero inoxidable 316L
Cable	PUR	FEP

Homologaciones, directivas y certificados

Homologaciones

- CSA
- GOST

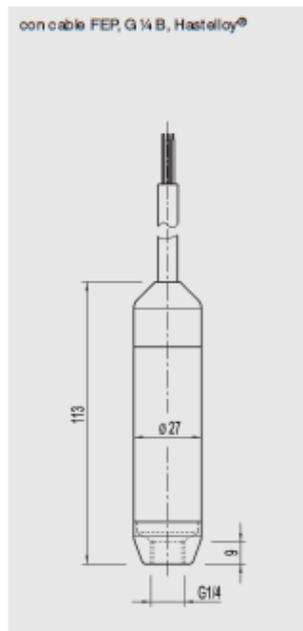
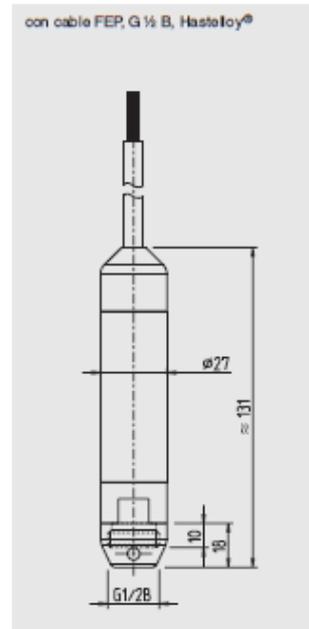
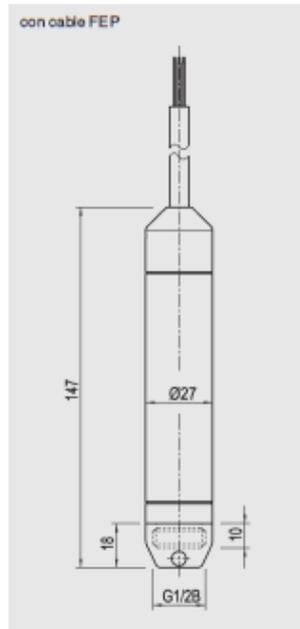
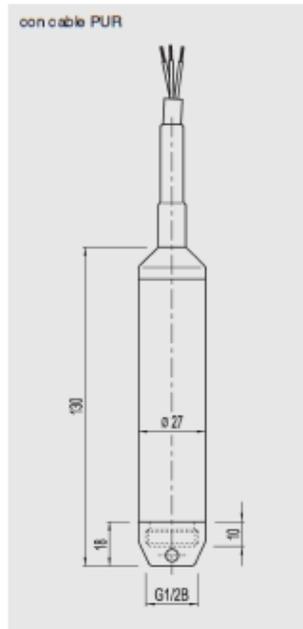
Otras homologaciones véase página web local.

Conformidad CE

Directiva de EMC 2004/108/CE, EN 61326 emisión (grupo 1, clase B) y resistencia a interferencias (ámbito industrial)

Dimensiones en mm

Sonda de pozo modelo LH-10



Accesorios

	Descripción	Código
	<p>Clip de fijación del cable</p> <p>El clip de fijación del cable permite una fijación sencilla y segura del cable de la sonda de pozo y hace de conducto para prevenir daños mecánicos para reducir cargas de tracción.</p>	14052336
	<p>Peso adicional</p> <p>El peso adicional sirve para aumentar la masa de la sonda de nivel. Esto le permite un mejor descenso en tubos de sondeo, como asimismo en pozos estrechos y profundos. Reduce de forma efectiva las influencias ambientales negativas del medio (p. ej. corrientes turbulentas) sobre el resultado de la medición.</p> <p>Acero inoxidable 316L, ca. 500 g, longitud (L) 130 mm</p>	14052341
	<p>Caja de conexiones</p> <p>La caja de cable con protección IP 67 y ventilación impermeable sirve para realizar el contacto eléctrico con protección contra la humedad. Ella se monta en un entorno seco o directamente en el armario de control.</p>	14052339
	<p>Filtro</p> <p>El filtro impide la entrada de suciedad y humedad a los capilares. La membrana impermeable al agua brinda una protección fiable de la sonda también en entornos hostiles.</p>	14052344

Indicaciones relativas al pedido

Modelo / rango de medida / señal de salida / medición de temperatura / material del cable / longitud del cable / caja / protección contra rayos / accesorios

© 2012 WKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, reservados todos los derechos.
Los dibujos técnicos de escritos en este documento corresponden al estado actual de la técnica en el momento de la publicación.
Nos reservamos el derecho de modificar los dibujos técnicos y materiales.

Página 6 de 6

Hoja técnica WKA PE 81.09 - 12/2012



Instrumentos WKA, S.A.
C/ Josep Carrer, 11-17
08205 Sabadell (Barcelona)
Tel. (+34) 933 938 630
Fax (+34) 933 938 666
E-mail info@wika.es
www.wika.es

04/0013 E based on 12/0012 D

Anexo 08: Informe técnico de pozo subterráneo

LIMPIEZA Y RECUPERACION

DE FONDO

POZO TUBULAR

ULI – Pto. MORIN

PARA LOS Sres.

LACTEA S.A.

1.0 UBICACION

El pozo se encuentra ubicado en la zona de Pto. Morin, es denominado Pozo ULI, en la provincia de Virú, departamento de La Libertad.

2.0 EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

EQUIPOS

- Máquina de Perforadora Bucyrus 60-L.
- Equipo de corte (OXIPROPANO).
- Máquina de soldar.
- Camioneta para transporte.
- Electro bomba sumergible 6S181A/2 + MS20060
- Sonda para medir el caudal
- Variador de velocidad electrónico
- Medidor de Caudal.
- Herramientas, Llaves, Estrogo, Cadenas, Teclé, Cables.

3.0 DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

- Con fecha 13.02.2014 se iniciaron los trabajos de recuperación de fondo del pozo. Se encontró con 66.00 metros y se recuperó el fondo hasta los 74.00 metros de profundidad.
- **DESARROLLO DEL POZO.**- Se colocó 100 Kg de Trípolifosfato para disolver las arcillas y carbonatos, luego se procedió a desarrollar el pozo con PISTONEO MECANICO, por 24 horas los siguientes días:
Jueves 13.02.14 – 03:00 horas
Viernes 14.02.14 – 08:00 horas
Sábado 15.02.14 – 05 horas
Lunes 17.02.14 – 08 horas

- **PRUEBA DE AFORO.-** Esta prueba es importante, especialmente cuando conjuntamente con las observaciones del caudal se toman algunas medidas del abatimiento producido. Estas dos magnitudes, rendimiento y abatimiento, tienen una aplicación directa en la selección de los elementos de un equipo permanente de bombeo que se ajuste a las características de operación. Además con esta prueba se determina la curva de rendimiento del pozo y se puede obtener el rendimiento proyectado de este.
- La prueba de aforo tuvo una duración de 24 horas, iniciándose el día 18.02.2014 se utilizó una electro bomba sumergible de 60 Hp modelo 6S181A/2 + MS20060, con un Variador de Velocidad Electrónico que permite regular la velocidad de giro de la bomba.
El N. Estático al momento de iniciar el bombeo era de 36.00 metros.
- Para elegir la ecuación apropiada que permita elaborar la curva de rendimiento del pozo en las condiciones actuales, se analizó la información hidrogeológica determinada para la zona, y se determinó el carácter de confinamiento de las aguas subterráneas, correspondiendo para los acuíferos de la zona el carácter libre, adaptándose la fórmula mejorada de Jacob y Keller.

$$S = AQ + BQ^2$$

S = Abatimiento, m.

Q = Caudal, m³/h.

Se eligió el mínimo y el máximo valor de los datos cuando el caudal y nivel dinámico se hubieron estabilizado y con esto se hallaron los parámetros A y B del pozo, quedando la ecuación de este modo.

$$S = 0.01965598 Q + 0.00012829 Q^2$$

- Durante la prueba de bombeo se pudo obtener caudal de explotación de 70.00 litros por segundo con un nivel dinámico de 49.10 metros y un abatimiento de 13.10 metros con arenas muy finas.

4. RECOMENDACIÓN

- El pozo rinde un caudal de 70.00 litros por segundo, con nivel dinámico de 49.10 metros. Pero se tiene que bombear más dentro del régimen de 58 a 70 l/s para limpiar el pozo de las arenas finas.
- Se recomienda colocar la succión de la bomba en el tramo de tubo ciego ubicado entre los 59.60 metros y 62.00 metros.
- Por ser un pozo recién construido se recomienda ir aumentando el caudal de manera progresiva, evitando así sacar arenas que puedan desestabilizar la grava acomodada a lo largo del pozo.
- Así mismo es recomendable controlar continuamente el Nivel Dinámico del pozo, mediante una sonda, para no sobre-explotar al pozo y malograr el equipo.

DATOS REALES - ESTABILIZADOS

POZO ULI - LACTEA

DIA	HORA		N.DINAMICO	ABATIMIENTO	CAUDAL	OBSERVACIONES
			metros	metros	litros/segundo	
Hora de Inicio : 9:30 am - Martes 18.02.2014						
18.02.2014	11:30	am	38.10	2.10	23.00	Agua limpia
18.02.2014	04:00	pm	41.80	5.80	41.50	Agua limpia
18.02.2014	08:30	pm	44.80	8.80	55.00	Agua limpia
19.02.2014	09:00	am	49.10	13.10	70.00	Agua limpia

POZO ULI - LACTEA

DATOS TABULADOS

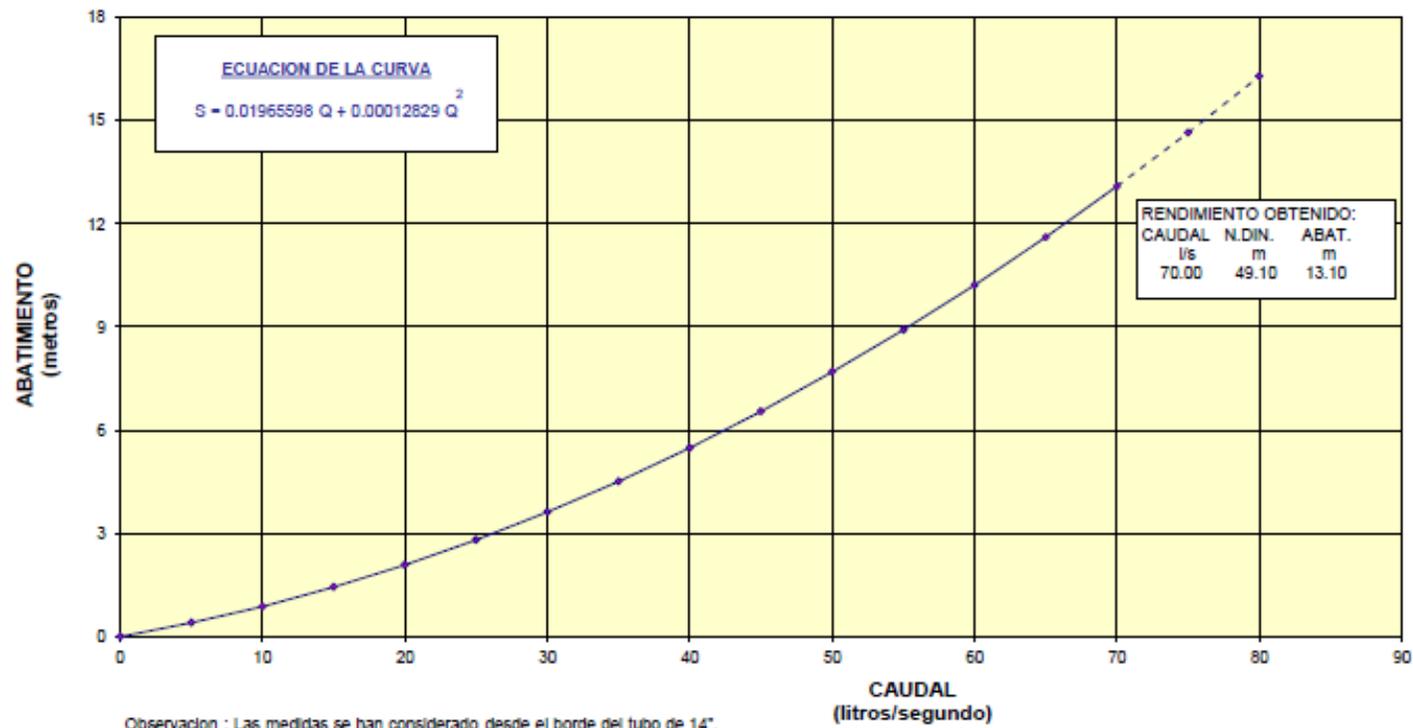
B= 0.00012829

A= 0.01965598

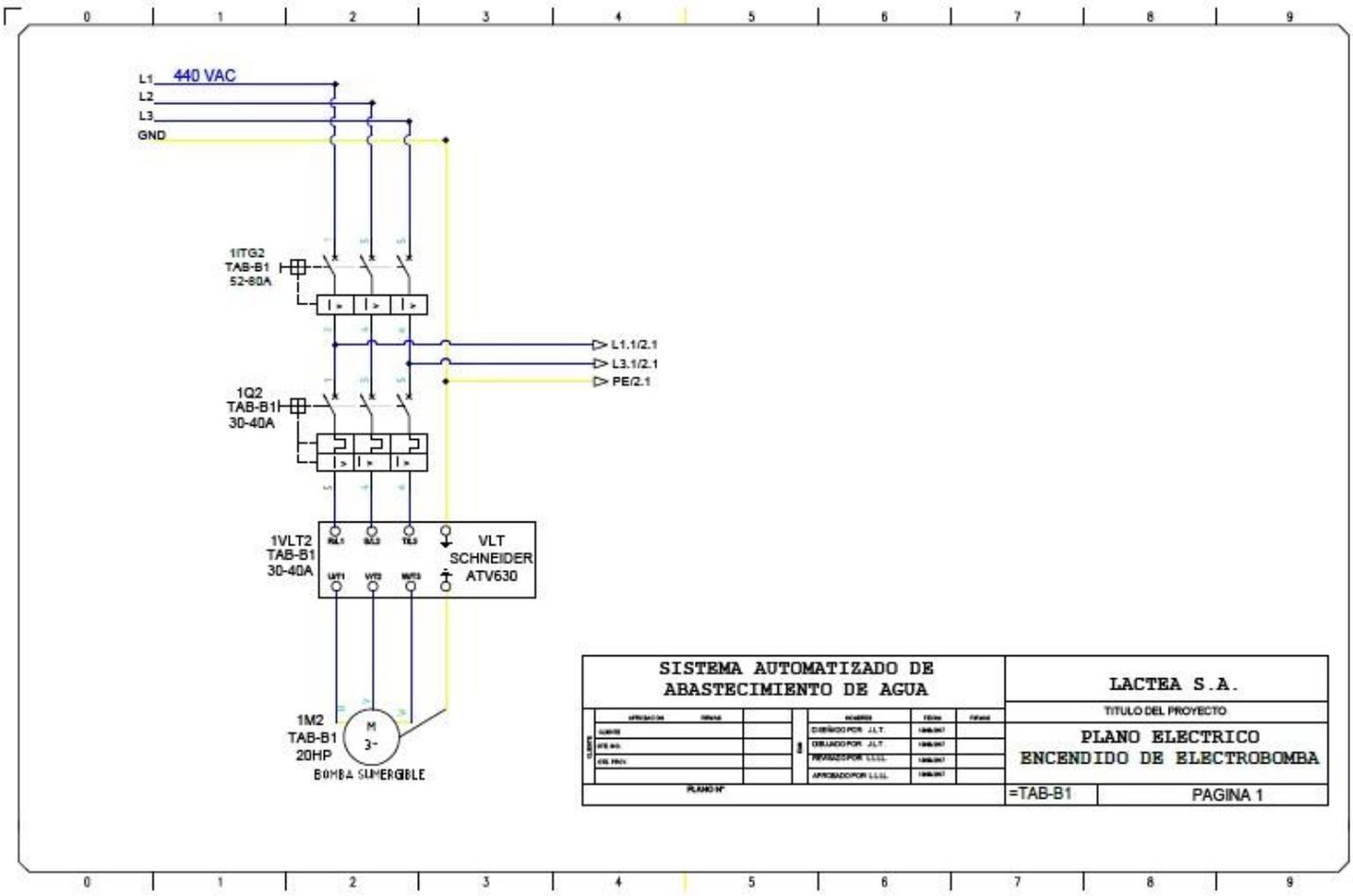
N.E (metros)= 36.00

	m3/h		metros		
Q1= 41.5 lps	149.4	Ø1=	5.80		
Q2= 70 lps	252	Ø2=	13.10		
Q	Ø	Q	Ø	N.Dinamico	
litros/segundo	metros	metro.cub/hora	metros	metros	
0.00	0.000	0.0	0.000	36.000	
5.00	0.395	18.0	0.395	36.395	
10.00	0.874	36.0	0.874	36.874	
15.00	1.436	54.0	1.436	37.436	
20.00	2.080	72.0	2.080	38.080	
25.00	2.808	90.0	2.808	38.808	
30.00	3.619	108.0	3.619	39.619	
35.00	4.513	126.0	4.513	40.513	
40.00	5.491	144.0	5.491	41.491	
45.00	6.551	162.0	6.551	42.551	
50.00	7.695	180.0	7.695	43.695	
55.00	8.921	198.0	8.921	44.921	
60.00	10.231	216.0	10.231	46.231	
65.00	11.624	234.0	11.624	47.624	
70.00	13.100	252.0	13.100	49.100	
75.00	14.659	270.0	14.659	50.659	
80.00	16.302	288.0	16.302	52.302	

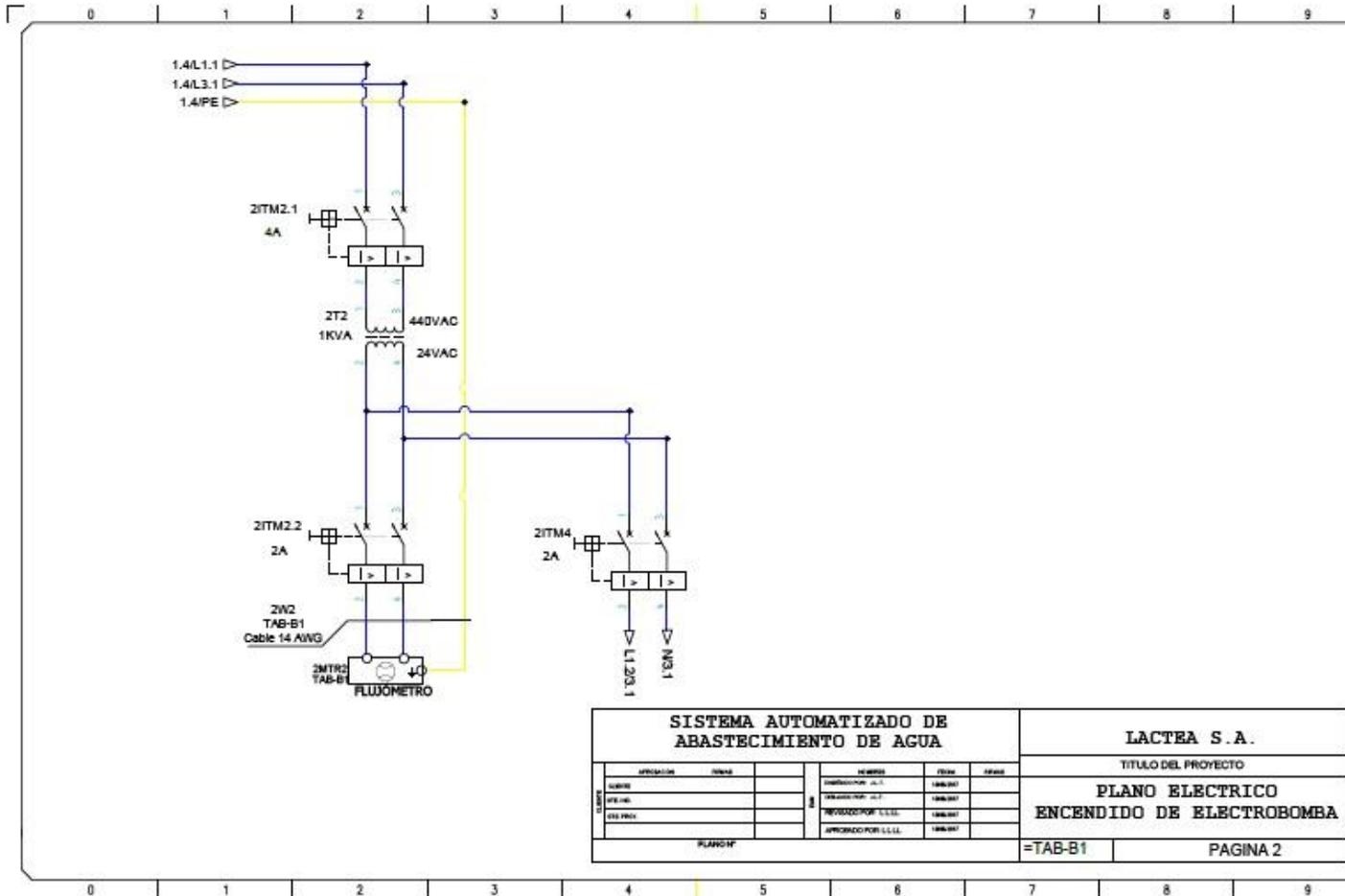
**CURVA DE RENDIMIENTO
POZO ULI Pto. MORIN - LACTEA**



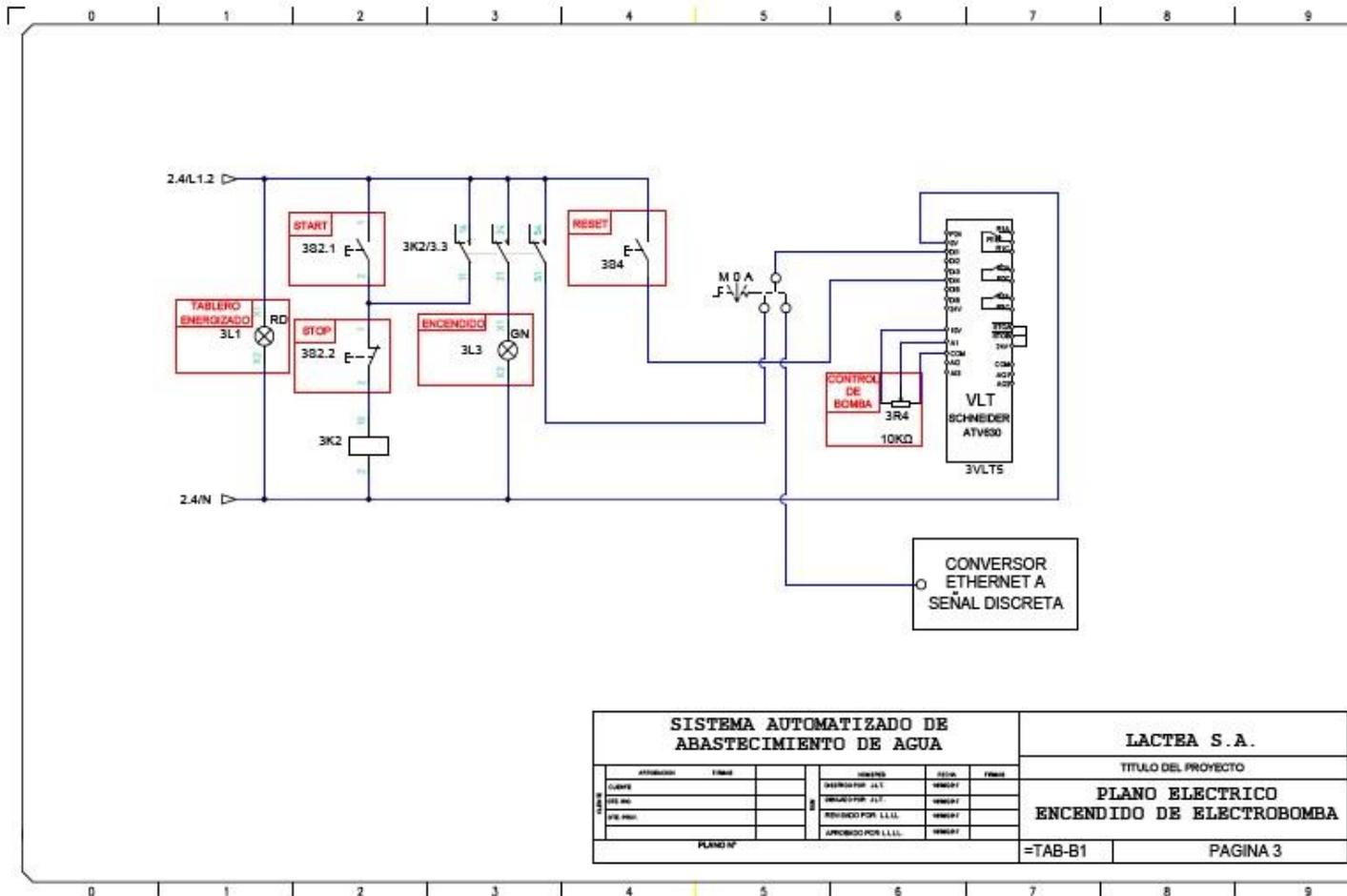
Anexo 09: Plano eléctrico de diseño en zona de pozo subterráneo



SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				LACTEA S.A.	
				TITULO DEL PROYECTO	
				PLANO ELECTRICO	
				ENCENDIDO DE ELECTROBOMBA	
PLANO 1F				=TAB-B1	PAGINA 1

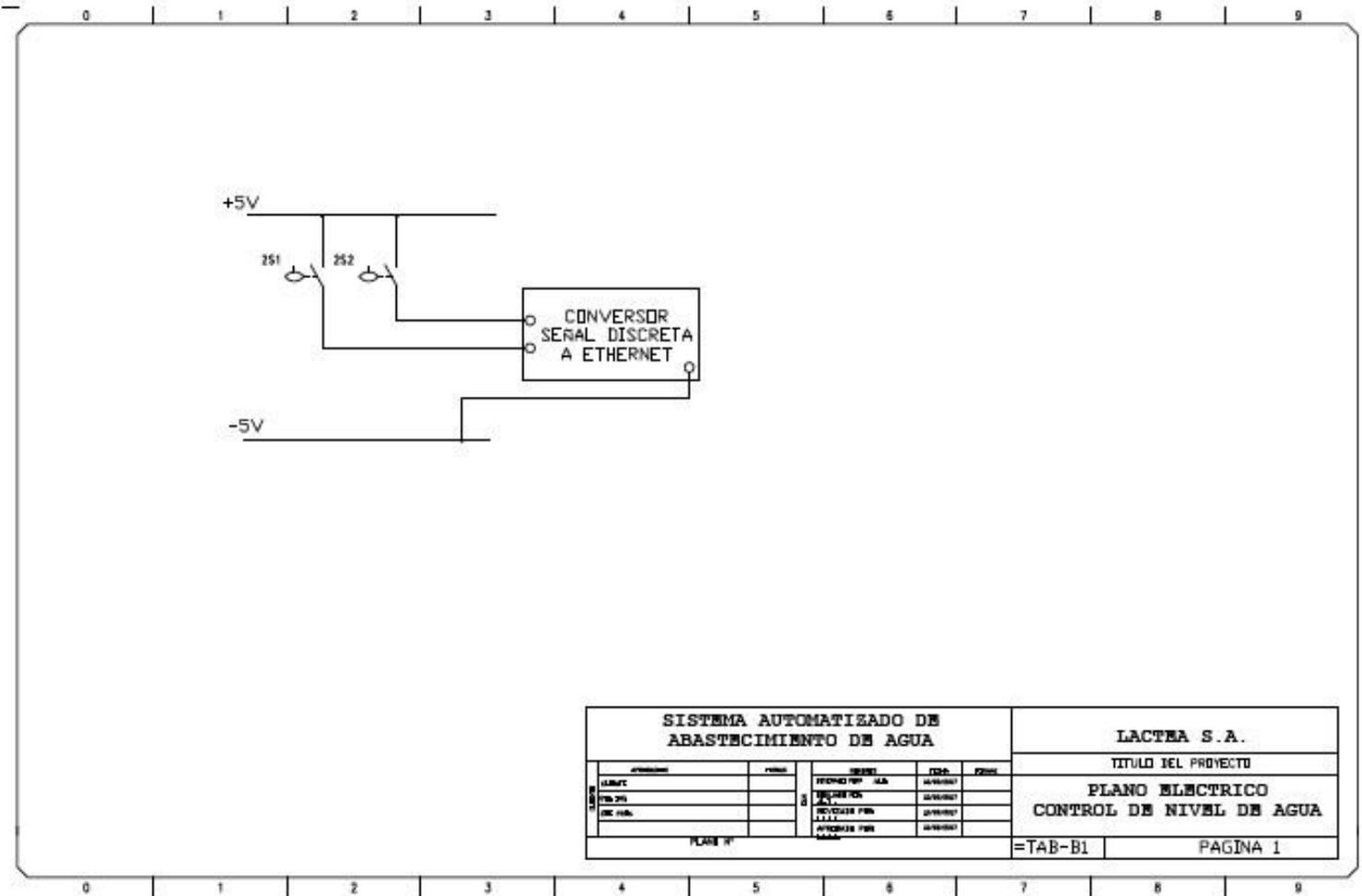


SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				LACTEA S.A.																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>OPERACION</th> <th>USUARIO</th> <th>REVISOR</th> <th>FECHA</th> <th>APROB.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				FECHA	OPERACION	USUARIO	REVISOR	FECHA	APROB.																			TITULO DEL PROYECTO		
FECHA	OPERACION	USUARIO	REVISOR	FECHA	APROB.																									
PLANO IV				PLANO ELECTRICO ENCENDIDO DE ELECTROBOMBA																										
=TAB-B1				PAGINA 2																										



SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				LACTEA S.A.	
APROBADO	FECHA	REVISADO	FECHA	TITULO DEL PROYECTO	
ELABORADO		DISEÑADO POR: J.L.L.	REVISADO	PLANO ELECTRICO ENCENDIDO DE ELECTROBOMBA	
REVISADO		REVISADO POR: J.L.L.	REVISADO		
REVISADO		APROBADO POR: L.L.L.	REVISADO		
PLANO Nº				=TAB-B1	PAGINA 3

Anexo 10: Plano eléctrico de diseño en zona de cisterna



SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				LACTEA S.A.	
				TITULO DEL PROYECTO	
				PLANO ELECTRICO	
				CONTROL DE NIVEL DE AGUA	
PLANO N°				=TAB-B1	PAGINA 1

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA PARA EL ESTABLO DE LA EMPRESA LACTEA S.A. ”**

Elaborado por:

Br. Martin Alberto Guerrero Flores

Br. Jose Luis Liza Tirado

Aprobado por:

Ing. Saúl Noé Linares Vértiz
PRESIDENTE

Ing. Eduardo Elmer Cerna Rodríguez
SECRETARIO

Ing. Oscar Miguel de la Cruz Rodríguez
VOCAL

Ing. Lenin Humberto Llanos León
ASESOR