

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas



“ APLICACIÓN DE UN SISTEMA SCADA RSVIEW32 PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE BOMBAS SUMERGIBLES EN UNA MINA A CIELO ABIERTO,CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de
Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Erick Franklin, Tacilla Sánchez

Bach. Ronal Javier, Cueva Correa

Asesor:

Ing.Mg. Elmer Ovidio, Luque Luque

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado primordialmente a Dios por darnos la oportunidad de lograr nuestros objetivos. A nuestras madres, por su grandioso sacrificio y amor, que desde niños ha sabido guiarnos por el camino del éxito, y que ha sido un ejemplo de trabajo y superación.

Dedicamos también la presente tesis a familiares y amigos que siempre nos apoyaron a pesar de nuestros errores; que nos dieron las fuerzas para superarnos cada día, para ser hombres de bien.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la universidad privada del norte, a la facultad de ingeniería de minas, por habernos dado la oportunidad de alcanzar uno de nuestros objetivos; a cada uno de los catedráticos de la escuela profesional de ingeniería de minas, que, con su experiencia, conocimiento y enseñanza, aportaron sus conocimientos en bien de nuestra formación académica y profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1	Realidad problemática.....	12
1.2	Formulación del problema.....	13
1.3	Limitaciones.....	13
1.4	Objetivos.....	14
	1.4.1 Objetivo general.....	14
	1.4.1 Objetivos específicos.....	14
1.5	Hipótesis.....	14
	1.5.1 Hipótesis general.....	14
	1.5.2 Hipótesis específica.....	14
1.6	Marco teórico.....	15
	1.6.1 Antecedentes.....	15

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1	Tipo de investigación.....	17
	2.1.1 Según el propósito.....	17
	2.1.2 Según el diseño de investigación.....	17
2.2	Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).....	18
	2.2.1 Población.....	18
	2.2.2 Muestra.....	18

2.3	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	18
2.3.1	Métodos utilizados.....	18
2.3.1.1	Técnicas de recolección de datos.....	18
2.3.1.2	Análisis de datos.....	18
2.3.1.3	Instrumentos de recolección de datos.....	19
2.4	Procedimiento.....	20
2.5	Automatización en la minería para pozos profundos en un sistema de bombeo.....	21
2.5.1	Automatización para pozos profundos.....	21
2.5.2	Tipos de automatización para pozos profundos.....	21
2.5.3	Automatización en minería diseñada para pozos profundos.....	22
2.5.4	Sistema de control del proceso para pozos en minería.....	23
2.5.5	Equipos utilizados para la automatización de pozos.....	23
2.5.5.1	Sensores para pozos profundos.....	24
2.5.5.2	Transmisores para pozos profundos.....	24
2.5.5.3	Válvulas para pozos profundos.....	24
2.5.5.4	Válvulas de control para pozos profundos.....	24
2.5.5.5	Dispositivos de entrada para pozos profundos.....	25
2.5.5.6	Controlador para pozos profundos.....	25
2.5.5.7	Redes de comunicación para pozos profundos.....	25
2.5.6	Descripción general de la zonas a controlar en el área de operaciones mina.....	25
2.5.6.1	Pozo perforado de agua acida en operaciones mina.....	26
2.5.6.2	Línea de descarga para bombas sumergibles.....	26
2.5.7	Mejoras en operaciones con la aplicación de un sistema de control.....	27
2.5.7.1	Control.....	27
2.5.7.2	Funcionamiento óptimo.....	27
2.5.7.3	Vínculos inalámbricos.....	27
2.5.7.4	Manejo del sistema.....	27

2.5.7.5	Interacción y automatización.....	27
2.5.7.6	Monitoreo en tiempo real.....	28
2.5.8	Equipos de alimentación de energía para el funcionamiento del pozo profundo.....	28
2.5.8.1	Transformador de energía para pozos.....	28
2.5.8.2	Tablero eléctrico para pozos.....	28

CAPÍTULO III: RESULTADOS

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros de la bomba sumergible utilizadas hydroflo 9HL – 9ML.....	29
Tabla 2	Resumen del procedimiento de selección de métodos de perforación para pozos profundos.....	29
Tabla 3	Procedimiento de montaje del pozo con bomba 9hl (8 etapas) y motor sme 350 hp (1era parte).....	30
Tabla 4	Procedimiento de montaje del pozo con bomba 9hl (8 etapas) y motor sme 350 hp (2da parte)	31
Tabla 5	Procedimiento de montaje del pozo con bomba 9hl (8 etapas) y motor sme 350 hp (3ra parte).....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Principales elementos de un grupo bomba y motor sumergible.....	33
Figura 2	Bombas hydroflo pumps 9hl listas para su instalación.....	33
Figura 3	Análisis de la curva de nivel 9hl – 8 etapas.....	34
Figura 4	Instalación de pozos con su respectiva bomba y motor sumergible.....	35
Figura 5	Nivel dinámico y nivel estático de un pozo perforado.....	35
Figura 6	Instalación de bomba y motor sumergible con grúa de 40 ton.....	36
Figura 7	Instalación de sistema de bombeo con grúa de 40 ton doble gancho.....	36
Figura 8	Descripción del transformador y tablero eléctrico para el funcionamiento del pozo perforado.....	37
Figura 9	Perforación externa para la extracción de agua subterránea.....	38
Figura 10	Perforación interna para la extracción de agua subterránea.....	39
Figura 11	Configuración de plc atreves de rslogix 5000.....	40
Figura 12	Pantalla del sistema de control atreves de scada rsvview32.....	41
Figura 13	Pantalla del sistema de control y el monitoreo de pozos en scada	42
Figura 14	Pantalla de resumen del sistema de control de pozos en de scada	43
Figura 15	Control de bomba del pozo n°1.....	44

ANEXOS

Anexo N° 1	PLC y tableros de control instalados.....	52
Anexo N° 2	Válvula de control instalada y su respectivo sistema de arranque	53
Anexo N° 3	Montaje de tubería en una poza de lixiviación yanacocha norte....	54
Anexo N° 4	Estación de bombeo con su respectivo tablero de control en el reservorio san José.....	55
Anexo N° 5	Mantenimiento de la bomba hydroflo 9hl talleres yanacocha norte	56
Anexo N° 6	Transporte de casing para la instalación en pozos en el área de operaciones mina.....	57
Anexo N° 7	Desmontaje de casing y los equipos sumergibles para su mantenimiento en talleres yanacocha norte.....	58
Anexo N° 8	Tubería de descarga de la estación de bombeo sahara 01.....	59
Anexo N° 9	Estación de bombeo sahara 01.....	60
Anexo N° 10	Estación de bombeo sahara 02.....	61
Anexo N° 11	Estación de bombeo de agua cianurada.....	62
Anexo N° 12	Tanque de rebombeo de agua cianurada.....	63
Anexo N° 13	Motores y bombas instaladas para en bombeo de agua cianurada.....	64
Anexo N° 14	Formato de inspeccion y de matenimiento de bombas sumergibles	65
Anexo N° 15	Formato de instalacion de bombas sumergibles.....	66

RESUMEN

La siguiente tesis se desarrolló debido a los problemas encontrados en el rubro minero en el área de pozos profundos, donde están instalados los equipos de bombeo que a consecuencia de las fuertes lluvias y las malas condiciones hidrológicas del terreno que se presentan al momento, perforar generando la ruptura del nivel freático dañando los equipos sumergibles, accesos y paralizando el frente de trabajo debido a la gran acumulación de agua filtrada del subsuelo.

Por lo tanto, en la siguiente investigación el objetivo es aplicar un sistema de control para los equipos sumergibles (bombas y motor) para así tener un monitoreo constante de su funcionamiento detallado, así mismo también detectar las fallas que se presenten en el desarrollo del trabajo realizado en pozos profundos y mejorar las condiciones de trabajo para perforadoras y camiones.

Todos los datos que logramos recopilar fue en base salidas al campo, observación, check list, formatos, entrevistas y bibliografía revisada, obteniendo como primer resultado la configuración del PLC para lograr los enlaces entre equipos y centro de control para concluir que aplicando un sistema de control para bombas sumergibles en minería a cielo abierto se mejorara las condiciones de trabajo en el área de operaciones mina.

Palabras clave: Pozos Profundos, PLC, Equipos De Bombeo, Condiciones Hidrologías,
Nivel Freático

ABSTRACT

The following thesis was developed due to the problems found in the mining area in the deep wells area, where the pumping equipment is installed, which as a result of the heavy rains and the bad hydrological conditions of the land that are present at the time, drilling generating the rupture of the phreatic level damaging the submersible equipment, access and paralyzing the work front due to the great accumulation of filtered water from the subsoil.

Therefore, in the following investigation the objective is to apply a control system for the submersible equipment (pumps and motor) in order to have a constant monitoring of its detailed operation, as well as to detect the faults that arise in the development of the work performed in deep wells and improve working conditions for drilling rigs and trucks.

All the data we gathered was based on field trips, observation, check list, formats, interviews and revised bibliography, obtaining as a first result the configuration of the PLC to achieve the links between equipment and control center and we concluded that applying a system of Control for submersible pumps in open pit mining will improve working conditions in the mine operations area.

Keywords: Deep Wells, PLC, Pumping Equipment, Hydrological Conditions, Phreatic Level

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A nivel mundial todas las empresas mineras se ven afectadas por el agua en temporadas de lluvias asimismo también por el agua que es filtrada del subsuelo interrumpiendo varios procesos como la perforación de producción, paralizando el trabajo y generando pérdidas económicas muy significativas y tiempos perdidos los cuales afectan directamente la producción. A causa de las fallas constantes que tienen las bombas sumergibles al momento de bombear el agua de forma fiable de las zonas en explotación todo esto debido a que no cuentan con la aplicación de un sistema de control adecuado (*Tovar, 2016*)

Todas las empresas mineras peruanas dentro de sus operaciones se han visto afectadas por las fallas constantes en los sistemas de bombeo debido a la gran acumulación de agua de ríos subterráneos en su nivel freático y lluvias estos aspectos dificultan las operaciones de minado, el problema sería que las palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros no tendrían las suficientes condiciones para realizar sus operaciones respectivas de minado de material, y a consecuencia de este problema la operación se ve en la necesidad paralizar una gran parte del trabajo en minera puesto que una cantidad masiva de agua de lluvias o filtrada del subsuelo dificultaría el trabajo que se está realizando, y todo esto se debe a la baja eficiencia de los equipos de succión tal como son bombas sumergibles ya que no cuentan con un sistema de control sistemático desde el momento de su instalación. (*Tovar, 2016*)

En zonas como Cajamarca la mayoría de proyectos mineros a cielo abierto presenta en sus diferentes procesos problemas con su sistema de bombeo tal es el caso de las empresas mineras quienes están encargada del mantenimiento e instalación de bombas sumergibles a pozos profundos en operaciones de un proyecto minero, que a causa de las lluvias constantes y las condiciones hidrológicas que se presentan en los diferentes frentes de trabajo se ven afectados por la filtración de agua con un elevado caudal , generando costos de operación y en algunos casos paralizando procesos como perforación y otros trabajos, además de afectar los avances en los frentes de producción debido a que no se cuenta con un sistema de control constante permitiendo de esta manera que los equipos utilizados tengan deficiencias relacionadas con el rendimiento, especialmente las bombas sumergibles instaladas en áreas de perforación, carguío, etc. presentando fallas y averías constantes, debidos principalmente, al rápido desgaste de sus componentes, sea el caso de elastómeros, sellos mecánicos entre otros.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera va a mejorar los trabajos en una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca con la aplicación del sistema scada rsvi32 para la automatización de bombas sumergibles en pozos profundos 2019?

1.3 Limitaciones.

- Falta de información de los pozos profundos.
- Falta de información de los equipos de bombeo por parte de los proveedores.
- Difícil ingreso al área de operaciones en temporada de lluvia.

- Falta de información del software en aplicación para el trabajo de investigación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Aplicar un sistema scada rsvi32 para la automatización de bombas sumergibles en una mina a cielo abierto, Cajamarca 2019”

1.4.2 Objetivos específicos

- Mejorar las condiciones de trabajo de los diferentes procesos mineros a cielo abierto.
- Determinar las fallas que presentan las bombas sumergibles y darle soluciones inmediatas.
- Monitorear constantemente las estaciones de bombeo en los diferentes procesos mineros.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Con la aplicación de un sistema scada rsvi32 se automatizará bombas sumergibles para poder determinar fallas y monitorear las estaciones de bombeo asimismo ayudará a mejorar las condiciones de trabajo en una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca.

1.5.2 Hipótesis específica

Aplicando el sistema scada rsvi32 tendremos un monitores en tiempo real de las estaciones de bombeo automatizando las bombas sumergibles instaladas en un pozo.

1.6 Marco teórico.

1.6.1 Antecedentes.

(*Sánchez,2015*) Manifiesta en su Argumento titulado “drenaje de minas a cielo abierto” escuela politécnica de la universidad de são paulo. Encontró que los problemas de drenaje y sistema de bombeo a minas a cielo abierto se originan en gran porcentaje a las fallas por los equipo y estaciones de rebombeo debido a que no cumplen con su función principal que es el de mantener las condiciones adecuadas de trabajo en la operación y a consecuencia se va generando aspecto muy significativo ya que de ello depende que los niveles de producción sean altos. El autor propone que implementando una estación de control para el sistema de bombeo se lograr minimizar las fallas de los equipos estacionarios. Por lo tanto, el antecedente mencionado presenta relación con el trabajo de investigación y ayudara a elaborar, reforzar la tesis “Aplicación de un sistema de control para bombas sumergibles en pozos profundos para una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca, 2019.”

- (*Ojeda,2016*). Manifiesta en su tesis titulada” Diseño De Un Sistema De Automatización Industrial Para El Sistema De Bombeo De Aguas” universidad católica del Perú. Encontró que en todos los procesos mineros se utiliza el agua como alternativa de abastecimiento para el desarrollo de procesos por acción de lixiviación las cuales son evacuadas hacia grandes pozas atreves de un sistema de Rebombeo automatizado. El autor propone realizar los cálculos necesarios para la selección de los equipos de bombeo

como de control. también que se desarrolle un programa que permita controlar el proceso de bombeo. Por lo tanto, el antecedente mencionado presenta relación con el trabajo de investigación y ayudara a elaborar, reforzar la investigación “Aplicación de un sistema de control para bombas sumergibles en pozos profundos para una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca, 2019.”

- (*Soto, 2016*), desarrolló su tesis titulada “Técnica de Control de un Sistema de Bombeo de Agua Potable para una Mayor Eficiencia en su Servicio en la Unidad Doe Run Perú” Universidad Nacional del Centro del Perú. Encontró que con la implementación un PLC y los electroniveles a estaciones de bombeo, ayudan a llevar a cabo un control más eficiente sin riesgos de fuga de las pozas de lixiviación evitando que las bombas operen en vacío mediante la sincronización en el arranque y parada de las bombas ya sea por tiempo o de acuerdo al nivel del agua que tenga dicha poza lixiviada. El autor propone que es fundamental aplicar un sistema de control en pozas de lixiviación, para evitar la pérdida de materia prima y mejora la calidad del producto. Por lo tanto, el antecedente mencionado presenta relación con el trabajo de investigación y ayudara a elaborar, reforzar la investigación “Aplicación de un sistema de control para bombas sumergibles en pozos profundos para una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca, 2019.”

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 Según el propósito.

- **Aplicada**

Porque nos brinda la solución a un problema determinado y específico.

(Sampieri, 2015)

- En el siguiente trabajo de investigación “Aplicación de un sistema de control para bombas sumergibles en pozos profundos para una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca, 2019.”se está utilizando el tipo de investigación aplicada porque daremos una solución específica a los problemas generados por la filtración de agua subterránea que se presentan en los pozos profundos en el nivel freático y en las estaciones de bombeo ubicadas en áreas como perforación, voladura. etc. Para ello se aplicará un sistema de control.

2.1.2 Según el diseño de investigación.

- **No experimental.**

Porque se observan fenómenos que se presentan naturalmente, para después poder llegar a darle solución *(Sampieri, 2015)*

- El siguiente trabajo de investigación que se está realizando se desarrollara observando y detectando las fallas en las estaciones de bombeo para posteriormente analizarlas y darle las soluciones respetivas que corresponden sin afectar directamente la operación minera ni generar pérdidas para la empresa que se encargada del montaje de estos equipos de bombeo.

2.2 Población Y Muestra

2.2.1 Población.

- Todos los pozos profundos en una mina a cielo abierto en la zona de Cajamarca.

2.2.2 Muestra.

- Pozo profundo perforado.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Métodos utilizados.

2.3.1.1 Técnicas de recolección de datos.

Para la elaboración de la siguiente tesis nos centramos básicamente en utilizar las siguientes técnicas:

- **Entrevista.** - Estuvimos en constante comunicación con el personal de campo y la supervisión, así mismo los puntos que no teníamos acceso se lo solicitamos directamente al área de watering y operaciones mina.
- **Observación.** - Para poder desarrollar la tesis ha habido trabajos donde se desconocía con exactitud el procedimiento todo el trabajo por tal motivo se tuvo que observar detalladamente todo el procedimiento utilizados en el montaje y desmontaje de los equipos sumergibles y el sistema de bombeo.

2.3.1.2 Análisis De Datos.

Para el análisis de datos se procedió a la recolección de toda la información de la problemática encontrada en operaciones y buscarle una solución específica determinando la posibilidad de mejoras en este caso analizamos los tiempos perdidos que generan pérdidas económicas

2.3.1.3 Instrumentos de recolección de datos.

Para la elaboración de la siguiente tesis nos centramos básicamente en utilizar:

- **Check list de funcionamientos de equipos.**

Estos check list no ayudaron a verificar que los equipos estén operativos antes de su instalación y no tener problemas después en el proceso de bombeo.

- **Formatos y permisos para la instalación del sistema de bombeo.**

Estos formatos y permisos son documentos principales para proceder con el trabajo y la instalación del pozo profundo con su respectivo sistema de bombeo.

- **Registros de flujos y tiempos de operación.**

Estos registros tienen un aporte muy importante después de la instalación en el sistema de bombeo ya que básicamente se detallará la dirección y la cantidad de agua succionada a sí mismo el tiempo de succión del líquido llegue a su punto de descarga.

- **Registros de monitoreo de niveles freáticos o capa freática.**

Estos registros nos van a ayudar a determinar las zonas de acumulación del agua subterránea.

- **Formato de los equipos de telemetría.**

Estos formatos son utilizados para la calibración de los equipos de telemetría antes de ser instalados en operaciones y crear el enlace entre el pozo perforado y el sistema de control.

- **Check list de los equipos de funcionamiento de telemetría.**

los check list de los equipos de telemetría son utilizados básicamente para determinar si los equipos de telemetría están operativos o no.

- **Registros de los enlaces entre pozo y telemetría.**

Registros que son necesarios para tener un control detallado en el área de telemetría entre el pozo perforado y la estación de bombeo.

2.4 Procedimiento.

Dentro del procedimiento desarrollado para la elaboración de nuestra tesis cabe resaltar que vamos a detallar conceptos básicos donde daremos a conocer todos los procedimientos que se ha utilizado para llegar a nuestro objetivo final.

- Como primer punto se procedió a la recolección de información, luego verificamos los equipos en campo, procedemos a la prueba e instalación de equipos sumergibles, para luego proceder con el montaje de los equipos operativos y finalmente lograr la aplicación del sistema de control para tener un monitoreo detallado del trabajo realizado.
- Como segundo punto se realizó análisis y la interpretación de la información, elaborando nuestra tesis en un borrador para que conjuntamente con la ayuda de nuestro asesor procedamos al levantamiento de las observaciones hechas y finalmente llegar a la sustentación final.
- Como tercer y último detalle conjuntamente con nuestro asesor se hizo las coordinaciones respectivas para la sustentación final en la facultad de ingeniería de minas.

2.5 Automatización en la minería para pozos profundos en un sistema de bombeo.

2.5.1 Automatización para pozos profundos.

La automatización para pozos es el uso adecuado de elementos mecánicos, eléctricos o electrónicos donde los equipos de bombeo sumergidos en un pozo profundo están enlazados con la superficie mediante conexiones que se hacen tanto a la bomba como al motor describiendo el funcionamiento o posibles fallas que se presente también tiene el objetivo principal de controlar procesos de un sistema de bombeo de aguas subterráneas en minería a cielo abierto como el prendido y apagado de los equipos y remplazar el trabajo del personal involucrado con el objetivo de simplificar el proceso o el trabajo desarrollado. Buscando mejoras en todos los procesos. *(Ojeda,2016)*

2.5.2 Tipos de automatización para pozos profundos.

Nos basaremos en las formas más comunes de automatizar en la industria minera moderna.

- Control automático de procesos para pozos profundos.

Este tipo de automatización se refiere básicamente al manejo de procesos realizados por los equipos de bombeo generando diversos tipos de cambios en el resultado de su funcionamiento. Este proceso nos va a ayudar a tener un control detallado del sistema de bombeo. *(Ojeda,2016)*

- El procesamiento electrónico de datos para pozos profundos.

Este tipo de automatización está directamente relacionado con los sistemas de información controlando los detalles del trabajo realizado tanto de la bomba como del motor sumergido, y todos estos detalles serán monitoreados desde un centro de cómputo, utilizando monitores de computadoras. *(Ojeda,2016)*

- **La automatización fija para pozos profundos.**

Este tipo de automatización es aquella que se encuentra asociada directamente al empleo de sistemas lógicos en los accesorios de bombeo instalados y a consecuente de este proceso se podrá generar tener un control lógico de todas las maquinas asociadas al proceso en este caso a la bomba y al motor que se encuentran trabajando en las profundidades del pozo. *(Ojeda,2016)*

- **La automatización flexible para pozos profundos.**

Este tipo de automatización se basa en el control numérico computarizado de las maquinas asociadas al proceso del sistema de bombeo. Describiendo todos los valores de trabajo que se desarrollan al momento de iniciarse el bombeo.

La mayoría de las empresas mineras que utilizan directamente la automatización como un proceso de mejora son las que destacan en un ámbito globalizado a nivel mundial, ya que son aquellas que aprovechan al máximo sus recursos y optimizan sus procesos, respetando y cumpliendo con el compromiso del medio ambiente.

Hoy en día la todas las empresas mineras utilizan la automatización, buscando agrupar un conjunto de disciplinas teóricas y tecnológicas que nos permitan la construcción y el empleo de sistemas de control que ayuden a mejorar los procesos.

(Ojeda,2016)

2.5.3 Automatización en minería diseñada para pozos profundos.

Automatización en la minería se basa específicamente en el diseño de un plan de monitoreo para los diferentes accesorios de bombeo así mismo también busca la mejora de sistemas de control logrando optimizar la utilización y consumo de recursos establecidos. *(Ojeda,2016)*

utilizando técnicas modernas de control para poder predecir y prevenir situaciones inusuales que se presentes en el desarrollo del trabajo y a consecuencia de todo esto puedan causar pérdidas económicas en la producción la empresa. *(Ojeda,2016)*

2.5.4 Sistema de control del proceso para pozos en minería.

Todos los pozos perforados en funcionamiento obligatoriamente deben de tener un sistema de telemetría (que es la básicamente la medición de todos los niveles de flujos de agua bombeada del subsuelo hacia la superficie mediante sensores, así mismo también nos va a ayudar a determinar la profundidad de cada pozo, secciones transversales y volumen de agua subterránea en las profundidades donde esta instalados el sistema de bombeo).

Con un sistema de control que se encuentre enlazado directamente a el área de manejo de aguas o a el área de watering mejoraremos el trabajo en operaciones no teniendo que paralizar ningún proceso por la presencia de aguas acumuladas. El sistema de control consiste básicamente en utilizar sensores de alta presión y sensores de flujo para bloquear el sistema de bombeo cuando este lo requiera y también activarlo cuando lo necesite de tal manera que cuando la estación de bombeo presente alguna falla o tal es el caso de que se presente una ruptura en la tubería se accione el sistema de protección e interrumpa inmediatamente el bombeo *(Ojeda,2016)*

2.5.5 Equipos utilizados para la automatización de pozos.

Nuestro trabajo de investigación requiere de equipos para la automatización los cuales vamos a dar a conocer detalladamente con sus respectivos conceptos básicos que nos ayudaran a entender mejor el desarrollo de nuestra tesis.

2.5.5.1 Sensores para pozos profundos.

Cumplirán la función de realizar las operaciones de medición en el sistema de control implementado. Ayudando a tener un monitoreo rápido del trabajo que están desarrollando los equipos. *(Ojeda,2016)*

2.5.5.2 Transmisores para pozos profundos.

Es un instrumento que cumple la función de captar la variable del funcionamiento en el proceso del sistema de bombeo y para luego trasmitirla a una distancia determinada a otro indicador también conocido como controlador. La función principal de este equipo es de acondicionar y normalizar la señal recibida desde la profundidad de bombeo para luego transmitirla a la distancia establecida en la superficie. *(Ojeda,2016)*

2.5.5.3 Válvulas para pozos profundos.

Las válvulas son dispositivos mecánicos que cumplen una función determinada y es la de controlar los todos los fluidos en un sistema de bombeo, así mismo también tiene la función del cierre y la obstrucción de toda la zona del paso de los fluidos. *(Ojeda,2016)*

2.5.5.4 Válvulas De Control Para Pozos Profundos.

Las válvulas de control son los equipos en un sistema de bombeo los más usados y se les encuentra mayormente todas las plantas de proceso de manejo de aguas. Cumplen con el objetivo principal de cuidar las tuberías HDP instaladas dentro de los pozos perforados de todos los aumentos desequilibrados de presión generada por el agua bombeada a consecuencia del arranque y la detención de las bombas sumergidas en los pozos profundos. *(Ojeda,2016)*

2.5.5.5 Dispositivos de entrada para pozos profundos.

Permiten establecer un enlace directo entre el sistema de control y la máquina para que el operador de equipos tenga un control absoluto del funcionamiento correcto en un pozo profundo. Para este proceso se tendrá que verificar las condiciones del arranque de la bomba y motor respectivamente realizando paradas coordinadas.

(Ojeda,2016)

2.5.5.6 Controlador para pozos profundos.

Es un equipo electrónico quizás el más importante en un sistema de control para pozos profundos ya que es el controlador total del funcionamiento de los equipos de bombeo. para el desarrollo del trabajo y crear el sistema de control para bombas sumergibles utilizaremos: una PC, un PLC que es un equipo denominado un controlador de lógica programable. *(Ojeda,2016)*

2.5.5.7 Redes de comunicación para pozos profundos.

Las comunicaciones y enlaces que se hacen entre bomba y motor hacia la superficie son aquellas que permiten el flujo de información emitida desde la profundidad del pozo perforado mediante el controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción en operaciones utilizado equipos adicionales como: detectores, actuadores, otros controladores.

El objetivo principal de un sistema de comunicación para pozos profundos es el de proporcionar el intercambio de toda la información encontrada en el funcionamiento de los equipos de bombeo. *(Ojeda,2016)*

2.5.6 Descripción general de las zonas a controlar en el área de operaciones mina

Todo el diseño de la automatización que utilizaremos se basa principalmente en la integración de: un controlador lógico programable (PLC) o también conocido como

punto lógico de control, sensor de nivel, sensor de flujo, sensor de pH, sensores de presión y actuadores (Bombas y motores sumergibles).

Dentro del desarrollo del trabajo para lograr el sistema de control entre los equipos sumergidos y la superficie se tiene previsto diseñar un sistema de automatización que controle el sistema de bombeo de aguas acumuladas o provenientes de ríos subterráneos. *(Ojeda,2016)*

- Tal es el caso de operaciones mina donde tenemos bastantes problemas al momento del bombeo de agua, y es necesario automatizar estos equipos para el monitoreo en tiempo real.

2.5.6.1 Pozo perforado de agua acida en operaciones mina.

El pozo perforado que genera aguas acidas desde la profundidad hacia la superficie para el desarrollo de su trabajo y determinar el momento en el cual las bombas sumergibles deben empezar el proceso de bombeo, se utilizará un sensor transmisor de nivel, que nos indicara si el nivel del agua ya ha sobrepasado el mínimo requerido. *(Ojeda,2016)*

2.5.6.2 Línea de descarga de bombas sumergibles.

Cuando los equipos de bombeo empiezan a trabajar, tal es el caso de la bomba sumergible 9HL el fluido es evacuado hacia la hacia la superficie en la tubería de descarga. Y en la línea de descarga de la bomba se instalarán equipos llamados indicadores de presión o también conocidos como manómetros, los cuales mostrarán detalladamente la presión en la estación de Control. *(Ojeda,2016)*

2.5.7 Mejoras en operaciones con la aplicación de un sistema de control.

2.5.7.1 Control.

El control que realizaremos se basa en que después de realizar el proceso de perforación bajo un estudio litológico detallado e instalación de los equipos de bombeo automatizaremos utilizando Microprocesadores con programas desarrollados exclusivamente para controlar bombas sumergidas, logrando un excelente funcionamiento del sistema del pozo profundo. *(Ojeda,2016)*

2.5.7.2 Funcionamiento óptimo.

Comunicación que buscamos entre el motor y bomba sumergible que queremos lograr es tener un óptimo desarrollo del trabajo en operaciones mina cumpliendo con el protocolo de automatización vamos alcanzar totalmente libre de errores.

2.5.7.3 Vínculos inalámbricos.

Todos los vínculos inalámbricos que instalaremos vamos a realizarlo por medio de radio-módem o por Wireless IP compatibles las dos opciones en el mismo programa para así tener el monitoreo desde un solo pc. *(Ojeda,2016)*

2.5.7.4 Manejo del sistema.

Para el manejo u operación de sistema que vamos a lograr establecer entre un pozo de bombeo y un pc, no se va a necesitar personal muy especializado para el monitoreo, porque el panel de control es extremadamente simple e intuitivo.

2.5.7.5 Interacción y automatización.

Una vez logrado la implementación del sistema de control de pozos podremos monitorear manualmente desde la central o el pozo, quedando registrado toda la actividad realizada en fecha y hora para seguir buscando mejoras en las estaciones de bombeo. *(Ojeda,2016)*

2.5.7.6 Monitoreo en tiempo real.

Todo el trabajo de monitoreo se podrá realizar con una PC junto al controlador central a través de Internet detectando fallas posibles de los equipos sumergidos brindando soluciones específicas donde se va a simplificar la mano de obra reduciendo los costos operativos. *(Ojeda,2016)*

2.5.8 Equipos de alimentación de energía para el funcionamiento del pozo profundo.

Para el funcionamiento de la estación de bombeo instalada en el pozo profundo, vamos a utilizar obligatoriamente un tablero (variador) y un transformador de energía, Para que una vez suministrada La energía en media tensión llega al transformador cumpla la función de convertir a baja tensión y así poder alimentar al tablero eléctrico, el tablero a su vez suministrara energía al motor instalado en el pozo para que se pueda accionar la bomba y se pueda ejecutar el proceso de bombeo. *(Ojeda,2016)*

2.5.8.1 Transformador de energía para pozos.

Es un equipo eléctrico que cumplen la función principal de disminuir la energía suministrada de media a baja tensión con la finalidad de que la energía eléctrica pueda ser utilizada por el tablero.

Asimismo, este transformador se utilizará para la protección de las maquinas eléctricas en este caso el tablero eléctrico, motor y bomba sumergidos controlando que los pulsos de energía en cantidades exactas para que puedan desarrollar su trabajo. *(Ojeda,2016)*

2.5.8.2 Tablero eléctrico para pozos.

Su función principal dentro de la operación es proteger los dispositivos de distribución de energía, *(Ojeda,2016)*

Tabla 1
Parámetros De La Bomba Sumergible Utilizadas Hydroflo 9HL – 9ML

MARCA	MODELO	ETAPAS	ALTURA	CAUDAL(L/S)	NPS-HR(M)
HYDROFLO	9ML	8	260	80	8.3
	9HL	7	357	53	7.3
		8	408	53	7.3

Fuente: Elaboración Propia
Tabla 2
Resumen Del Procedimiento De Selección De Métodos De Perforación Para pozos profundos

RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PERFORACIÓN PARA POZOS PROFUNDOS				
DUREZA	LITOLOGÍA	DIÁMETRO	PERFORACIÓN (M)	PERFORACIÓN PROFUNDA
MUY DURA	Pizarras	GRANDE	X	X
Resistencia a la compresión >2.000kp/ cm²	Cuarcitas	Pequeño	Rotopercucion Con Circulación	
	Granitos	(<300 mm)	Directa	X
	Basaltos		Rotopercucion Con Circulación Directa(inversa)	Rotopercucion Con Circulación inversa.
MEDIA				
Resistencia a la compresión entre 200 - 800kp/ cm²	Calizas	GRANDE	¿rotación a circulación inversa?	¿rotación a circulación inversa?
	Areniscas		Rotopercucion Con Circulación Directa.	Rotopercucion Con Circulación Directa(inversa)
		Pequeño (<300 mm)	¿rotación a circulación inversa?	¿rotación a circulación inversa?
BLANDA	Arenas		Pozos abiertos percusión rotación a circulación inversa	percusión rotación a circulación inversa
Resistencia a la compresión entre <200kp/ cm²	Limos	GRANDE	rotación a circulación inversa	rotación a circulación inversa
	Margas	Pequeño (<300 mm)	rotación a circulación inversa	rotación a circulación inversa
	Arcillas			

Fuente: Escuela De Organización Industrial

Tabla 3

Procedimiento De Montaje del pozo con bomba 9HL (8 Etapas) y motor SME 350 HP (1era parte)

TRABAJO	MONTAJE /PROCEDIMIENTO
<p>Instalación de bomba 9HL (8 Etapas) y motor SME 350 HP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para el montaje de motor, bomba y tuberías se empleará una eslinga de cadenas(pulpo)de grado 8 de ¾". los ganchos del pulpo deberán contar con un agujero para colocar un pasador que impida una eventual salida del grillete. 2. Primero se realiza el montaje del motor para esto el operador debe utilizar los dos winches de la grúa alternadamente, izando la carga (motor) en forma horizontal tal que permita luego posicionarlo en forma vertical. De esta forma se evitará que el extremo inferior del motor choque o arrastre contra el suelo o contra en casing del pozo lo cual podría generar algún daño al eje del motor. 3. A continuación se realizara el acole del motor y bomba para lo cual también se debe utilizar los dos winches de la grúa alternadamente izando la carga (bomba)hasta una altura tal que permita luego posicionarla en forma vertical para posibles daños al eje de la bomba sumergible.

Fuente: CR servicios generales

Tabla 4

Procedimiento De Montaje del pozo con bomba 9HL (8 Etapas) y motor SME 350 HP (2da Parte)

TRABAJO	MONTAJE /PROCEDIMIENTO
<p>Instalación de bomba 9HL (8 Etapas) y motor SME 350 HP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Una vez que el motor y bomba han sido acoplados el operador levantara el motor y bomba conjuntamente hasta sacarlo de la canastilla y lo desplazara lentamente para que el soldador y el técnico auxiliar retiren la canastilla de la boca del pozo. 5. Cuando el conjunto del motor y bomba se encuentren situados a un costado del pozo el técnico soldador colocará el pescante para extraer los cintillos de plástico usando la abrazadera que tiene este aditamento. 6. Durante las maniobras para introducir el motor y bomba a el pozo, el operador deberá detener el descenso para que el personal de pozos proceda en clocar la protección 7. A partir de ese momento existe un riesgo de caída del conjunto por lo que está prohibido que el personal de pozos, rigger y vintero se ubiquen en la elipse que forma el cable tendido en el suelo.

Fuente: CR servicios generales

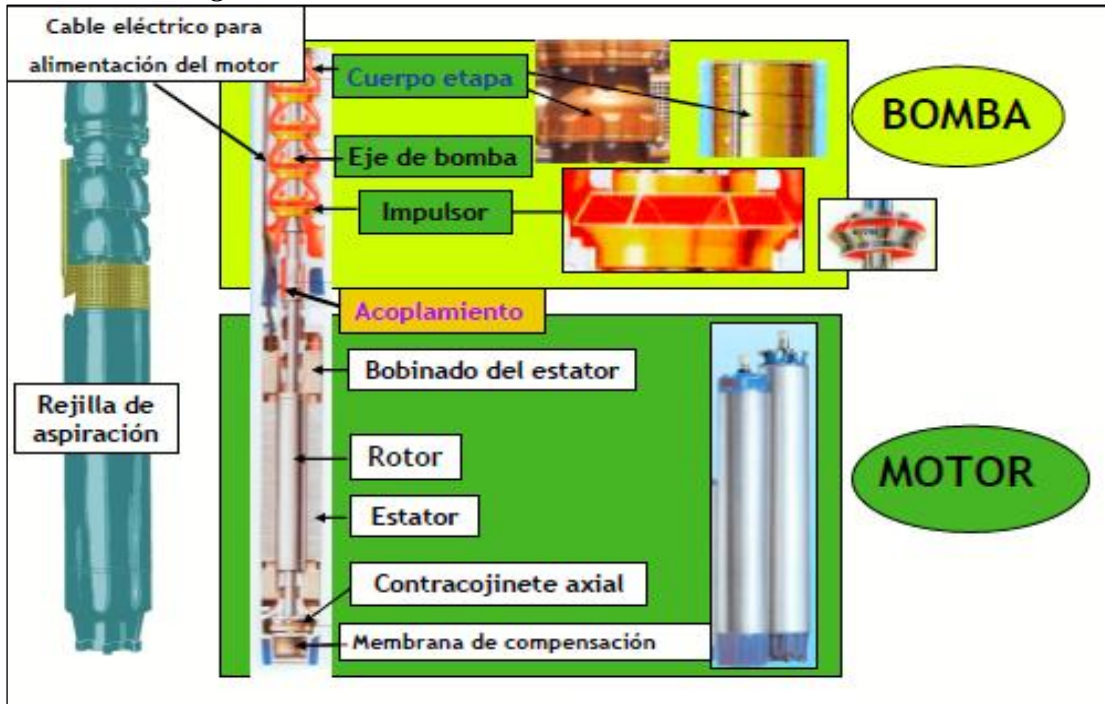
Tabla 5

Procedimiento De Montaje del pozo con bomba 9HL (8 Etapas) y motor SME 350 HP (3ra Parte)

TRABAJO	MONTAJE /PROCEDIMIENTO
<p>Instalación de bomba 9HL (8 Etapas) y motor SME 350 HP</p>	<p>8. El personal de pozos colocara el elemento de protección al cable del motor para evitar rasgaduras y cortes en los mismos. Dicha protección ira desde la salida del motor hasta la descarga de la bomba. Se deberá cubrir totalmente los cables de protección de tal forma que no tenga contacto ni con la bomba ni con el casing.</p> <p>9. El motor procederá a introducir al conjunto motor y bomba sumergible dentro del casing, hasta que asiente sobre la herramienta tipo U colocada por el mecánico soldador. El rigger procederá en desconectar el pulpo y el mecánico soldador procederá en retirar el elevador, esta herramienta tipo U posteriormente será remplazado por una mordaza cuando el peso de la columna del pozo (tuberías, cables, motor y bomba sumergibles) y de los accesorios que supere los 5000 kg aproximadamente, para ello el operador deberá informar a los técnicos cuando la balanza de la grúa muestre que se alcanzó ese valor.</p>

Fuente: CR servicios generales

Figura 1. Principales elementos de un grupo bomba y motor sumergible.



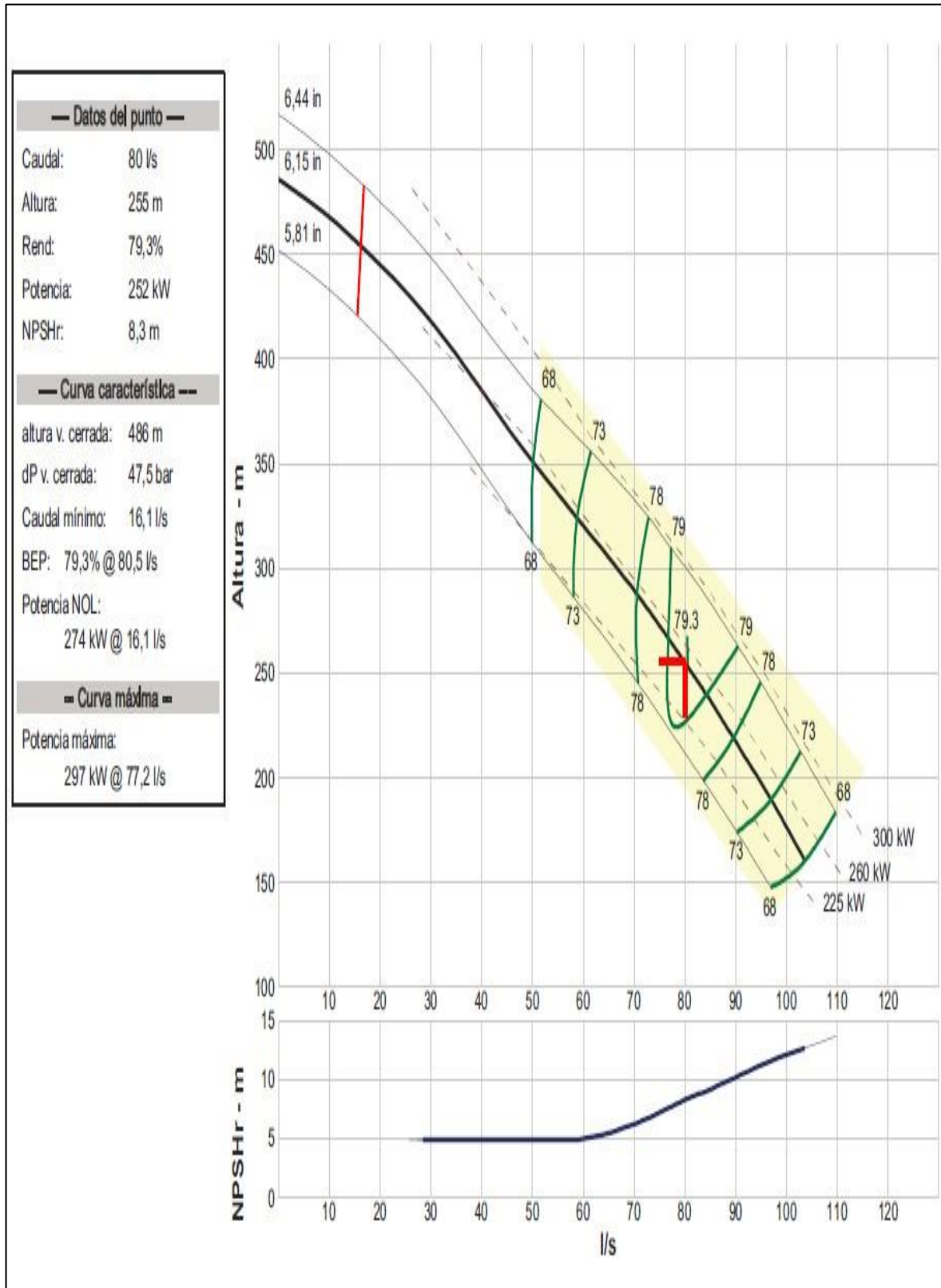
Fuente: Escuela De Organización Industrial

Figura 2. Bombas Hydroflo Pumps 9hl Listas Para Su Instalación.



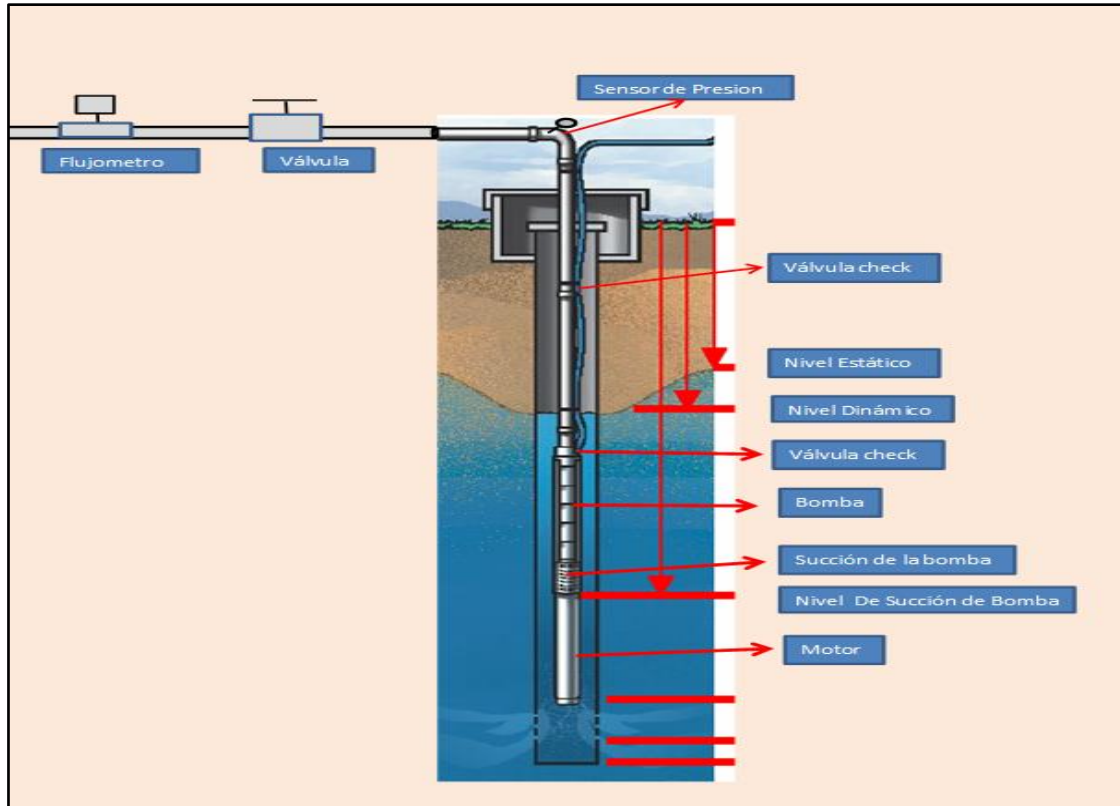
Fuente. Hydroflo Pumps

Figura 3. Análisis de la curva de nivel 9hl – 8 etapas



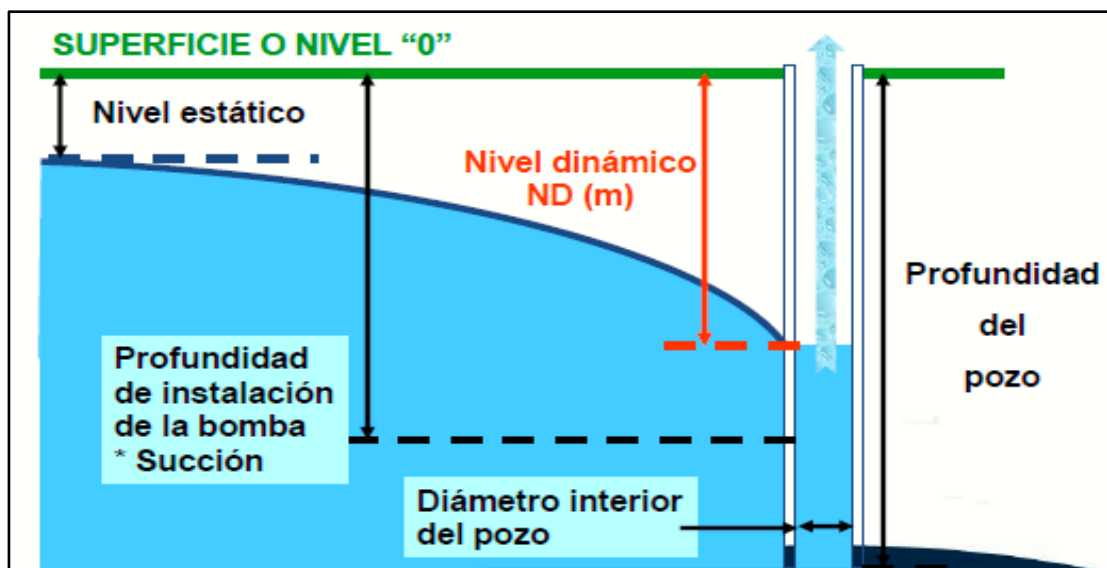
Fuente: La Llave

Figura 4. Instalación de pozos profundos con su respectiva bomba y motor sumergible



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5. Nivel Dinámico Y Nivel Estático De Un Pozo Perforado



Fuente: La Llave

Figura 6. *Instalación De Bomba Y Motor Sumergible Con Grúa De 40 Ton*



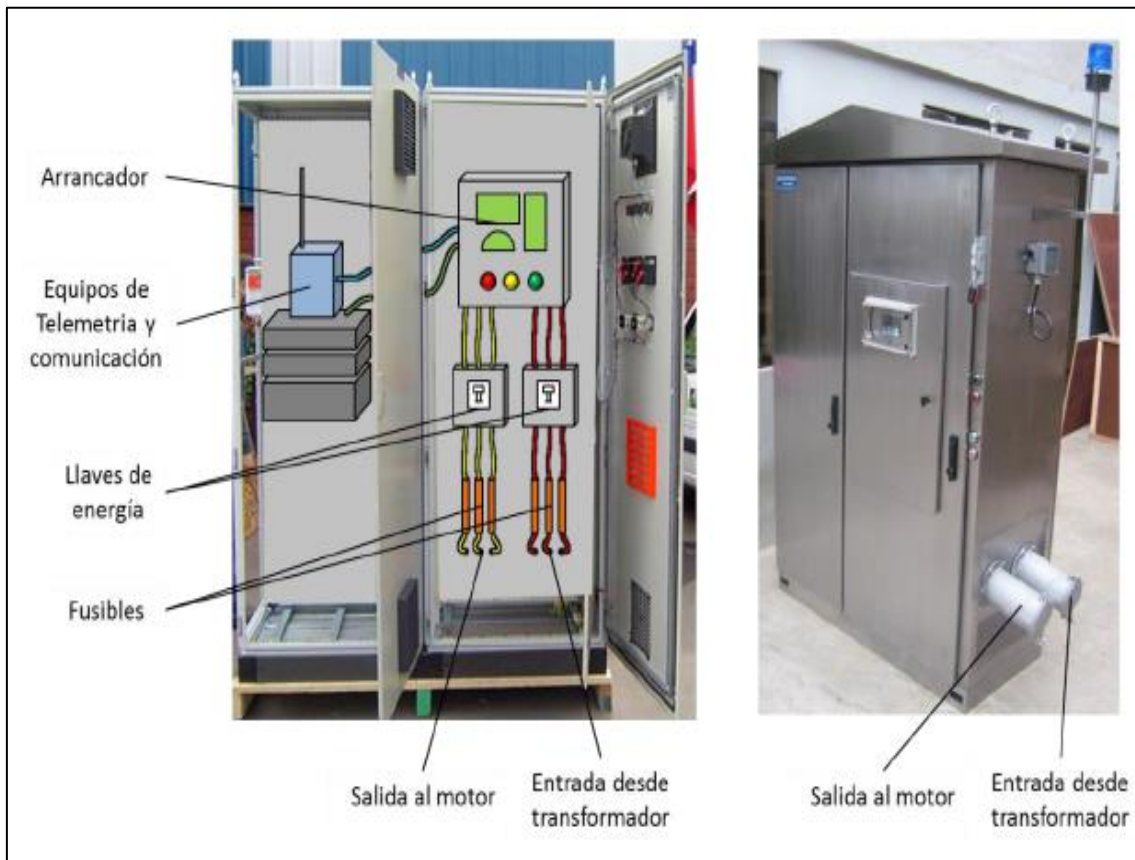
Fuente: Ing. Elmer Rigoberto Becerra Hernández - Minera Yanacocha

Figura 7. *Instalación De Sistema De Bombeo Con Grúa De 40 Ton Doble Gancho*



Fuente: Ing. Elmer Rigoberto Becerra Hernández - Minera Yanacocha

Figura 8. Descripciones Del Transformador Y Tablero Eléctrico Para El Funcionamiento Del Pozo Perforado



Fuente: Ing. Elmer Becerra – Minera Yanacocha

Nota: Todos los equipos de telemetría y equipos electrónicos instalados tienen que ser operados y monitoreados por personal capacitado ya sea por la empresa que provee estos equipos o por la unidad minera, con la finalidad de no tener problemas con el funcionamiento del pozo y también a evitar posibles accidentes dentro de la operación minera

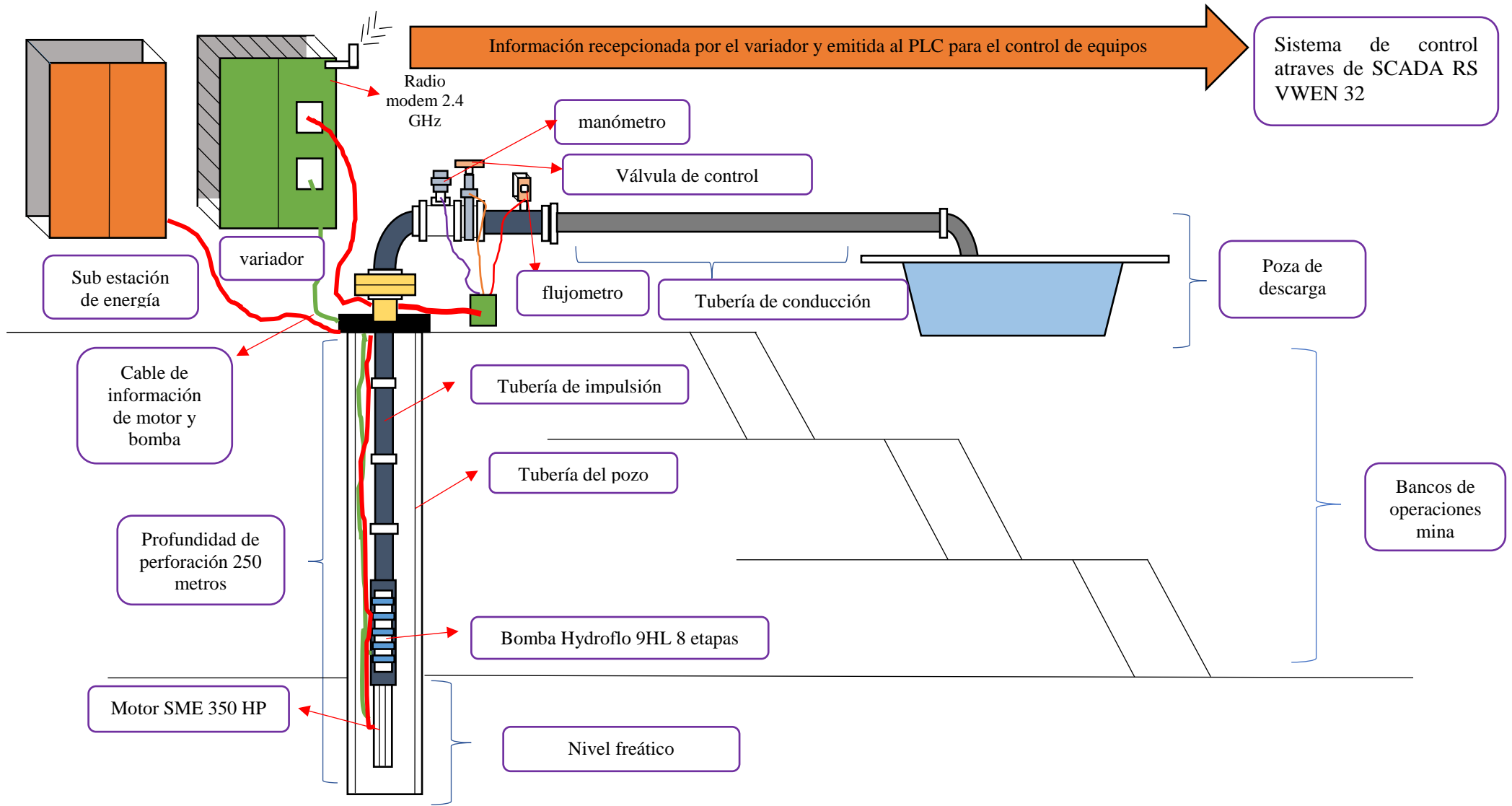


Figura 9. Perforación Externa Para La Extracción De Agua Subterránea

Fuente: Elaboración Propia

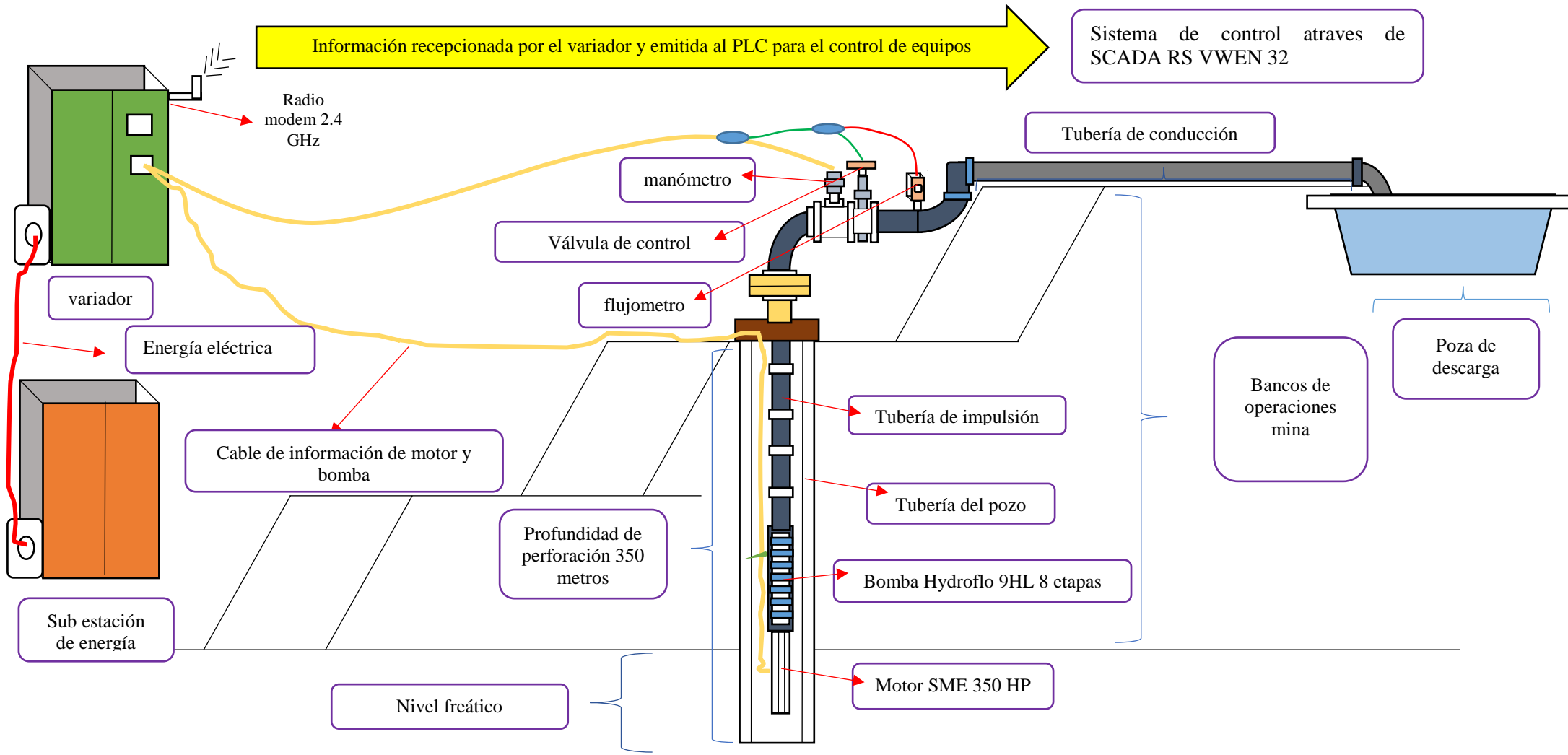


Figura 10. Perforación interna Para La Extracción De Agua Subterránea

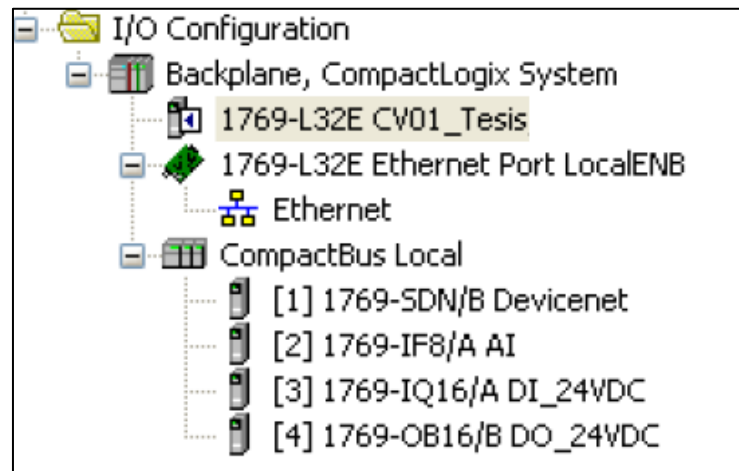
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Una vez instalados los equipos de bombeo en un pozo profundo perforado (bomba 9HL-8 etapas y motor SME 350 HP), así mismo también instalados los equipos de telemetría obtuvimos los siguientes resultados.

1.1 Como un primer punto logramos la configuración del PLC y obtuvimos el primer enlace entre el sistema de bombeo y la superficie para la aplicación del sistema de control ubicado en el variador a través de un programa llamado RSLOGIX 5000, aquí vamos a configurar el procesador de información, tarjeta de entradas analógicas de bombeo y las tarjetas de entradas y salidas digitales esta comunicación entre PC Y PLC va ser mediante ETHERNET.

Figura 11. Configuración de PLC a través de RSLOGIX 5000



Fuente: Elaboración Propia

Una vez configurado el PLC en el variador logramos enlazar los equipos de bombeo instalados en el pozo con el variador donde se encuentra instalado el punto lógico de control recepcionando y almacenando toda la información del funcionamiento del sistema (bomba, motor) además de los equipos instalados

fuera del pozo de bombeo (manómetro, flujometro, válvulas de control) para luego emitir esta información a través de un radio modem de 2.4 GHz al centro de control ubicado en el área de DISPATCH para tener el monitoreo del funcionamiento de la estación de bombeo instalada en el pozo automatizado.

- 1.2** Como segundo punto importante una vez que configuramos el PLC, es necesario que el centro de control DISPATCH tenga la información recepcionada del funcionamiento del sistema de bombeo por el PLC, este procedimiento lo hicimos a través de un software para la automatización minera, llamado SCADA RSVIEW32.

Este software nos está permitiendo tener un control de los equipos instalados en el pozo profundo verificando detalladamente su funcionamiento y mostrando las fallas que pueden presentarse en el desarrollo del proceso de bombeo.

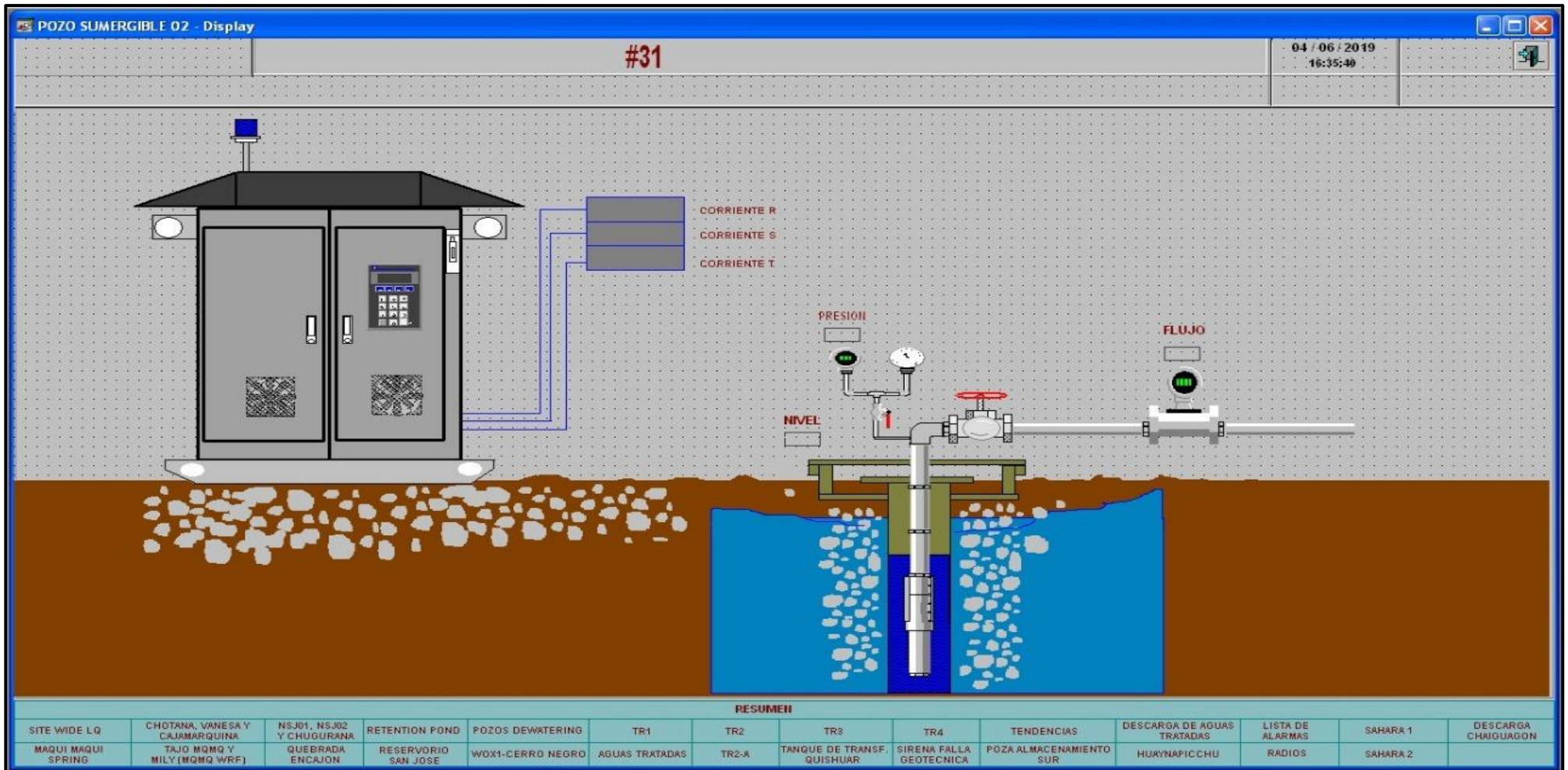
Figura 12. Pantalla del sistema de control a través de SCADA RSVIEW32.



Fuente: Elaboración Propia

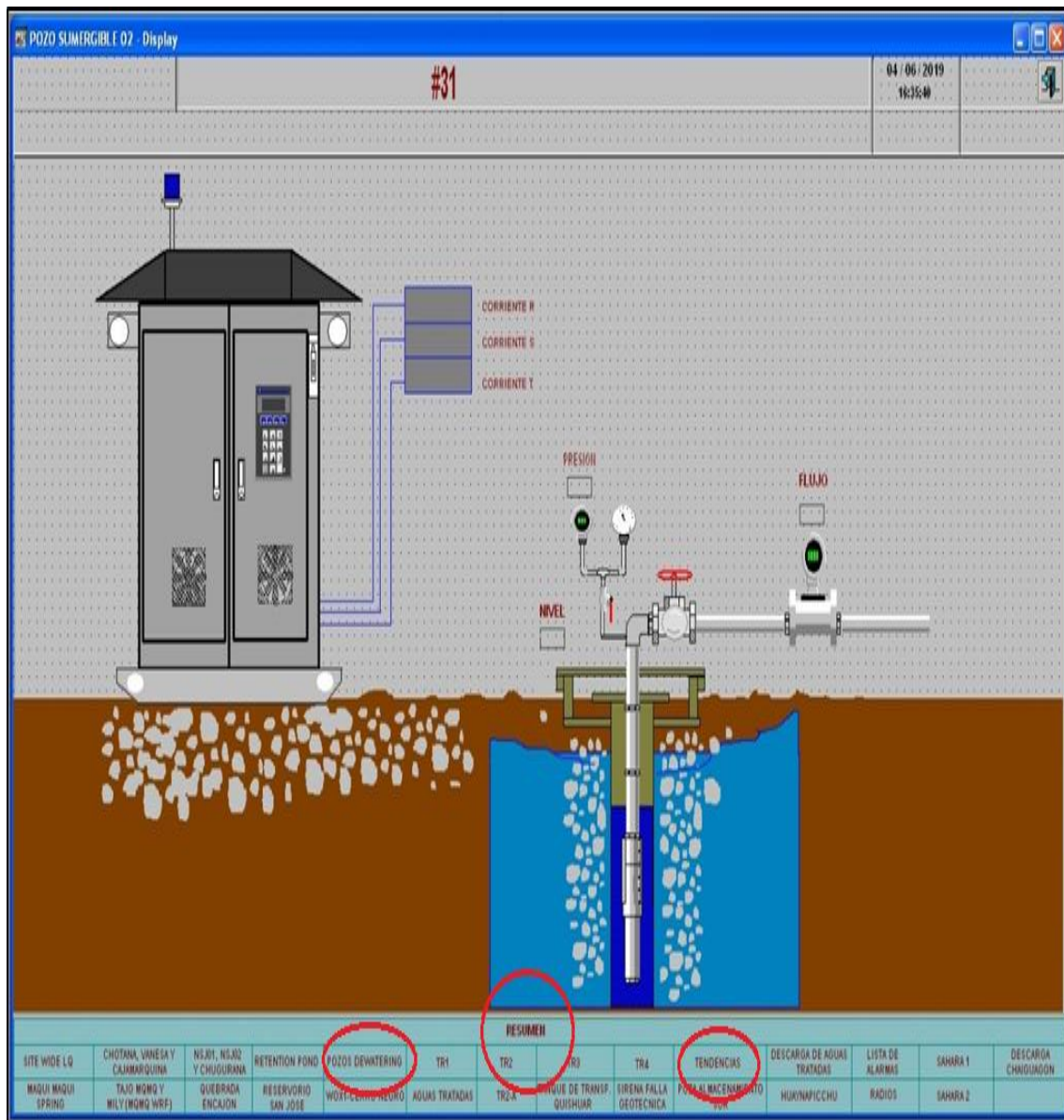
Nota: En la figura mostramos el panel de control de la bomba instalada en el pozo profundo donde tendremos el control de válvula o electroválvulas, el prendido puede ser también automático o manual de acuerdo a la necesidad de funcionamiento de los equipos, así mismo también tendremos el estado del selector en el variador y en caso los equipos necesiten un reset también se podrá realizar desde este panel de control.

Figura 13. Pantalla del sistema de control para el monitoreo de pozos a través de SCADA RSVIEW32



Fuente: Elaboración Propia

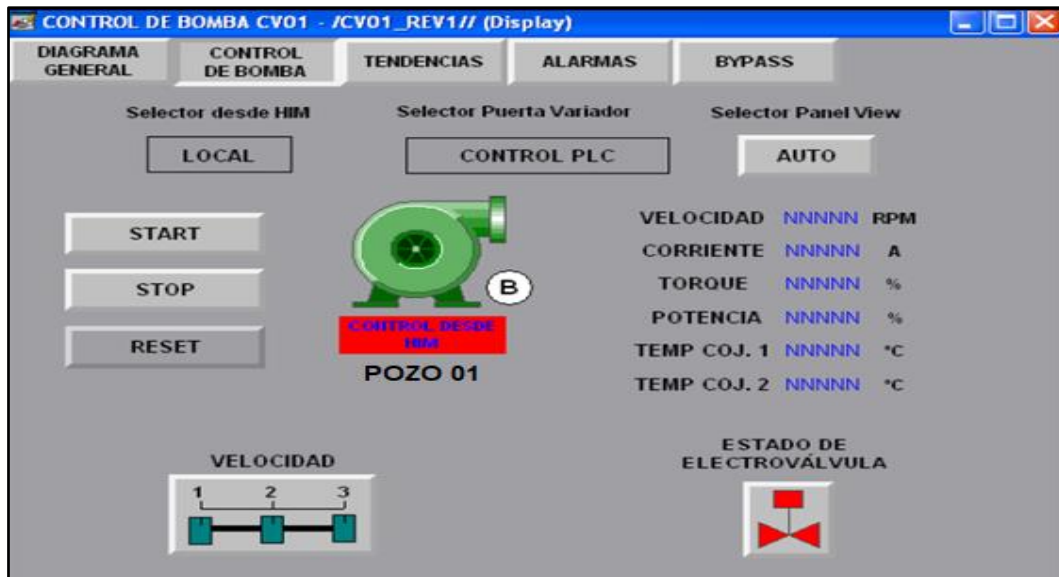
Figura 14. Pantalla de resumen del sistema de control para el monitoreo de pozos en de SCADA RSVIEW32



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la figura N° 20 en la parte inferior detallamos el resumen de la aplicación del sistema de control donde mostramos los pozos enlazados en el área de watering y los posibles pozos a enlazar, asimismo también se muestra las tendencias de los pozos que se encuentran dentro del sistema de control donde especifican el funcionamiento de todos los componentes que van instalados en los equipos sumergibles.

Figura 15. Control De Bomba Del Pozo N°1



Fuente: Elaboración Propia

- 1.3** Logramos elegir adecuadamente el tipo de bomba y motor sumergible que van a ser instalados en el pozo perforado basándonos en el flujo y altura de bombeo, la potencia de trabajo que tiene que tener la bomba y el caudal al momento de succionar y descargar el fluido que requiere el pozo teniendo como base la curva de nivel de la bomba 9HL para alcanzar la eficiencia máxima de su funcionamiento.
- Luego procedimos con el montaje adecuado de la bomba con su respectivo motor (Bomba Hydroflo 9HL – 8 Etapas y motor SME 350 HP) cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos para la instalación de equipos sumergibles y los parámetros de trabajo que requiere la operación minera.
 - También se logró Mejorar las condiciones de trabajo del área de operaciones donde se está desarrollando las diferentes labores con un monitoreo constante en la estación de bombeo instalados en el pozo determinando las posibles fallas que pueden presentarse por el funcionamiento de los equipos.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados aceptamos la hipótesis general que nos planteamos para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación que establece que con la aplicación de un sistema de control para bombas sumergibles se podrá determinar fallas y monitorear las estaciones de bombeo asimismo ayudará a mejorar las condiciones de trabajo en minería a cielo abierto.

- Estos resultados guardan relación con lo que manifiesta (*Soto, 2012*), en su tesis titulada “Técnica de Control de un Sistema de Bombeo de Agua Potable para una Mayor Eficiencia en su Servicio en la Unidad Doe Run Perú, este autor expresa que con la implementación un PLC y los electroniveles a estaciones de bombeo, ayudan a llevar a cabo un control más eficiente sin riesgos de fuga de las pozas de lixiviación evitando que las bombas operen en vacío mediante la sincronización en el arranque y parada de las bombas ya sea por tiempo o de acuerdo al nivel del agua que tenga dicha poza lixiviada, manteniendo condiciones adecuadas de trabajo en el área de procesos de lixiviación .Ello es acorde con lo que en este estudio se logró desarrollar y aplicar.
- Así mismo también los resultados encontrados guardan relación con lo que desarrollo (*Sánchez,2015*) en su Argumento drenaje de minas a cielo abierto donde expresa que los problemas de drenaje y sistema de bombeo a minas a cielo abierto se originan en gran porcentaje por fallas de los equipo y estaciones de bombeo debido a que no cumplen con su función principal que es el de mantener condiciones adecuadas de trabajo y a consecuencia de esto se generan aspecto

muy significativo y no se logra alcanzar los niveles de producción altos. En tal sentido lo manifestado por el autor tiene concordancia con el estudio que se logró desarrollar e aplicar.

- Sin embargo, en lo que no concuerda el estudio realizado con el autor (*Ojeda, 2016*) quien diseño de un sistema de automatización para el sistema de bombeo de aguas, propone realizar los cálculos necesarios para la selección de los equipos de bombeo como de control también que se desarrolle un programa que permita controlar el proceso de bombeo. Y nosotros encontramos en nuestros resultados que con la aplicación de un sistema de control dentro de un PLC y un radio modem se podrá tener un centro de control para el monitoreo del pozo que está trabajando y a consecuencia de todo este trabajo se pueda mejorar las condiciones de trabajo en operaciones mina.

4.2 CONCLUSIONES

- En esta tesis se aplicó un sistema de control para bombas sumergibles en minería a cielo abierto teniendo como base los criterios de perforación para la construcción de un pozo profundo, para luego empezar con el montaje de los equipos sumergibles(bomba y motor) con un procedimiento de trabajo adecuado y cumpliendo con los estándares requeridos para el proceso de instalación de los equipos de bombeo, seguido de la instalación, configuración y programación de los equipos de telemetría para lograr los enlaces requeridos entre el pozo en funcionamiento y nuestro centro de control de acuerdo a las normas de la ley de minería actual.
- Así mismo se logró mejorar las condiciones de trabajo en el área de operaciones mina con la aplicación de un sistema de control que esta enlazado directamente con el área de dispatch (despacho) teniendo un monitoreo constante de los equipos de bombeo instalados en el pozo profundo y a consecuencia obtuvimos un bombeo de fluido adecuado que es destinado a la poza de descarga y no permitiendo la filtración de agua subterránea ,mejorando en su totalidad el desarrollo de los trabajos programados como perforación y voladura en operaciones mina.
- También se logró identificar fallas que los equipos sumergibles presentaron en el transcurso de su trabajo desarrollado en el pozo profundo mediante la aplicación del programa de automatización minera Scada rsvew 32 el cual muestra el desempeño detallado del funcionamiento de los equipos de bombeo.

- Se logró definir el tipo de bomba sumergible que vamos a utilizar de acuerdo a la necesidad de bombeo del pozo perforado y teniendo como base la curva de la bomba, también se logró tener un monitoreo constante del funcionamiento detallado del trabajo de los equipos instalados en el pozo a través de SCADA que es un programa que se utilizó para aplicar el centro de control.

REFERENCIAS

- **Aguirre, (2015)** *Optimización Del Bombeo De Agua Subterránea En Un Tajo Abierto*. Lima, Perú: Universidad Nacional De Ingeniería.
- **Flowpap, (2019)**. *Manual De Servicios Para Bombas Sumergibles De Pozos Profundos*:México.Recuperado:<https://papantonatos.gr/wpcontent/uploads/2018/01/Manual-de-Servicio-FLOWPAP-.pdf>
- **Gonzales,(2016)**.*Evaluación De Los Parámetros De Perforación En Barrenos Y Correlación Con La Geología Del Terreno*,Lima, Perú: Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía.
- **Hidrófilo, (2019)** *Bombas Turbinas /Bombas Verticales*: USA. Recuperado: <https://es.scribd.com/document/362654390/Hydroflo-Pumps>
- **José, (2016)**. *Captaciones Subterráneas/Perforación Y Equipamiento De Sondeos Para Captación De Aguas Subterráneas*, Lima, Perú. Escuela De Organización Industrial.
- **Meza, (2016)**. *Métodos De Perforación*, Lima, Perú: Repositorios De Educación Superior En Minería.
- **Ojeda, (2016)**. *Diseño De Un Sistema De Automatización Industrial Para El Sistema De Bombeo De Aguas*. Lima, Perú: Universidad Católica Del Perú.
- **Sánchez, (2015)**. *Drenaje De Minas A Cielo Abierto*. São Paulo: Escuela Politécnica De Minería.
- **Soto, (2015)**. *Técnica De Control De Un Sistema De Bombeo De Agua Potable Para Una Mayor Eficiencia En Su Servicio En La Unidad Doe Run Perú*. Ayacucho: Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

- **Sampieri, (2018)** *Metodología De La Investigación. 5ª. Ed. McGraw-Hill.* México, D.F.
- **SME, (2019)** *Motores Sumergibles:* USA: Recuperado: http://www.htsc.us/descargas/Fluidos_SME.pdf
- **Tovar, (2016)** *Agua Subterránea En El Medio Ambiente Minero Y Su Importancia En Los Planes De Cierre:* Lima, Perú. Recuperado: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/cursos_cierreminas

ANEXOS

ANEXO N° 1. PLC y tableros de control instalados.



ANEXO N° 2. Válvula De Control Instalada Y Su Respectivo Sistema De Arranque



ANEXO N° 3. Montaje De Tubería En Una Poza De Lixiviación Yanacocha Norte



*ANEXO N° 4. Estación De Bombeo Con Su Respectivo Tablero De Control En El Reservorio
San José.*



ANEXO N° 5. Mantenimiento De La Bomba Hydroflo 9HL Talleres Yanacocha Norte



ANEXO N° 6. Transporte De Casing Para La Instalación En Pozos En El Área De Operaciones Mina



ANEXO N° 7. Desmontaje De Casing Y Los Equipos Sumergibles Para Su Mantenimiento En Talleres Yanacocha Norte



ANEXO N° 8. Tubería De Descarga De La Estación De Bombeo Sahara 01



ANEXO N°9. Estación De Bombeo Sahara 01



ANEXO N° 10. Estación De Bombeo Sahara 02



ANEXO N° 11. Estación De Bombeo De Agua Cianurada.



ANEXO N° 12. Tanque De Rebombeo De Agua Cianurada.



ANEXO N° 13. Motores Y Bombas Instaladas Para En Bombeo De Agua Cianurada.



Anexo n° 14. formato de inspeccion y de mantenimiento de bombas sumergibles.

258049
N° de OT: 258137

CONFIPETROL

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Descripción de la Orden de Trabajo		- Tender cable eléctrico para ventilador #22 de 10193-5 - Energizar Ventilador # 22									
TIPO DE OT: PREVENTIVO (MP) PREDICTIVO (M94) CORRECTIVO (MC) INSPECCION (SP) OTRO SERVICIO (SO)		SERVICIO A TERCEROS (ST)		SERVICIO DE TERCEROS (SOT)		SISOMAC (SOI)		PROYECTO (PRY)		REPARACION GENERAL (RG)	
Fecha y Hora Inicio Trabajo:		11/07/19 11:00		Nro. Equipo:		Modelo:		Kms:			
Fecha y Hora Término Trabajo:		11/07/19 16:00		Horometro:		Prioridad: ALTA: <input checked="" type="checkbox"/> MEDIA: BAJA:		NIVEL: 2770			
Hrs. Intervención del Trabajo:		5h		Ciental/Contrata: Camiluz		EQUIPO QUEDA: Operativo: <input checked="" type="checkbox"/> Inoperativo: <input type="checkbox"/>					
Fecha y Hora Paro de Equipo:		11/07/19 16:00		Zona: VALERIO 1		Área de Mantto: MEM					
Fecha y Hora Alta del Equipo:		11/07/19 18:00		Hrs. de Paro del Equipo (TTR): 2h							
Sistema:				Sub Sistema:							
Componente:				Modo de Falla:							
Detalle de los Trabajos Realizados:		Se realizar tendido de cable eléctrico 4x30mm ² de 200 m. y se levanta a los alcapatos. y se energiza al tablero de paso. y tambien se tende cable eléctrico 4x35mm ² de 40 m. para el el tablero del ventilador # 22. se energiza los zpts. correcciones y									
Observ. Trabajos Pendientes:		se deja operativo provado del sentido de giro.									
Código Técnico		Apellidos y Nombres		HH		Código Técnico		Apellidos y Nombres		HH	
SK1445		Perez Moreno Vidal		07h							
SK1320		Arispe Galindo Nilson		7h							
SK1413		Serebina Pomaoya Alexander		7h							
MATERIALES UTILIZADOS											
Código de Material		Descripción del Material				Cod. personal que retiro del Almacén		Und.	Cant	Nro. de Vale	
		Precinto							60		
		Cinta aislante							02		
		Cinta Vulcanizante							04		
		tubolares de empalme							06		
Conformidad del Usuario						Verificación de Sup.					
Nombre:						Nombre: <i>F. Rojas</i>					
Cargo:						Cargo:					

ANEXO N° 15. Formato de instalacion de bombas sumergibles en pozos.

CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL DE BOMBAS SUMERGIBLES						
TIPO:	Preventivo	SISTEMA:	Alcaldes	FRECUENCIA:	60 H2	
MARCA:	Bomba de subterreo	FECHA:	22-06-19	CLIENTE:	MINA	
N° SERIE:		TENSION:	475	ORDEN DE TRABAJO:		
COD. EQUIPO:	1041-64	UBICACION:	Cajamarca H.E.	POTENCIA:	7.5 HP	
HORA INICIO:	04:00	HORA FIN:	08:00	GRUPO DE CONEXION:	Alargado serie	
Nota - Antes de realizar cualquier operación o procedimiento de mantenimiento, asegúrese de aplicar las OR reglas de oro del electricista						
INSPECCION Y PRUEBAS DE COMPONENTES						
				SI	NO	COMENTARIOS
A. MOTOR ELÉCTRICO						
Medición de Resistencia de aislamiento del bobinado, valor superior a 5 Mega ohmios.				✓		
Verificar que el cable eléctrico que alimenta el motor sea tetrapolar y con el aislamiento de goma.				✓		
El cable eléctrico que alimenta el motor de la bomba, no debe de tener empalmes, ni picaduras.				✓		
Ajustar pernos de la bornera, abrazaderas que sujetan el cable eléctrico y canastilla en la succión.				✓		
Medir la resistencia óhmica del las tres fases del motor eléctrico.						
B. TABLERO ELÉCTRICO						
Comis con rele diferencial y palanca externa				✓		
Realizar la Inspección y ajuste del Conector de puesta a tierra.				✓		
Realizar Limpieza del tablero, accesorios y componentes, usando solvente dieléctrico.				✓		
Realizar ajustes en todos los conectores de los interruptores eléctricos.				✓		
Realizar inspección y reordenamiento de conductores eléctricos.				✓		
Verificar la señalización, codificación y candado de bloque que se encuentren en buen estado.				✓		
Verificar que el cable de puesta a tierra se de rígido y con un calibre superior a 50mm ² .				✓		
C. MEDICIÓN DE ENERGÍA						
Realizar la medición de tensión antes de iniciar el mantenimiento preventivo				VALOR		COMENTARIOS
Realizar la medición de corriente antes de iniciar el mantenimiento preventivo				475 VAC		
				6.2 AMP.		
2. EQUIPOS DE MEDICION						
EQUIPOS DE MEDICION		MODELO	SERIE	AÑO DE FABRIC	OBSERVACIONES	
megometro		MUSE				
plata empalmada		MUSE				
3. OBSERVACIONES Y PENDIENTES:						

V_o 475 VAC
 I_o 6.2 AMP.
 m6: 12.5 modn.