



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE
GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DE UNA RED ELÉCTRICA PARA POZO PROFUNDO
UTILIZANDO BOMBAS SUMERGIBLES TRIFÁSICAS DE HASTA 10
HP EN LA CIUDAD DE MONTECRISTI, PROVINCIA DE MANABÍ.”

AUTOR:

MACIAS LOOR, JEAN PIERRE

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de

**INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador 17 de septiembre del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por JEAN PIERRE MACÍAS LOOR, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial.

TUTOR

f. _____
VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador 17 de septiembre del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MACIAS LOOR, JEAN PIERRE

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de una red eléctrica para pozo profundo utilizando bombas sumergibles trifásicas de hasta 10 hp en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí** previo a la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico - Mecánica, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido, de tipo

Guayaquil, Ecuador 17 de septiembre del 2019

EL AUTOR

MACIAS LOOR, JEAN PIERRE



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, MACÍAS LOOR, JEAN PIERRE

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de una red eléctrica para pozo profundo utilizando bombas sumergibles trifásicas de hasta 10 hp en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

EL AUTOR

MACÍAS LOOR JEAN PIERRE

REPORTE URKUND

Datos

Documento: Trabajo de Titulación
Título del Trabajo: "DI SEÑO DE UNA RED ELÉCTRICO PARA POZO PROFUNDO UTILIZANDOC BOMBAS SUMERGIBLES TRIFÁSICAS DE HASTA 10 HP EN LA CIUDAD DE MONTECRISTI, PROVINCIA DE MANABÍ"
Carrera: Ingeniería en Eléctrico Mecánica
Estudiante: JEAN PIERRE MACIAS LOOR
Semestre: A-2019
Fecha: AGO/2019

Reporte final URKUND

The screenshot displays the URKUND web application interface. At the top, there is a navigation bar with the URKUND logo and user information for Luis Vallejo Samaniego. The main content area is divided into two columns. The left column shows document metadata: 'Documento: ma2macias081818.pdf (054882862)', 'Presentado por: jpm1_31_1995@hotmail.com', and 'Recibido: luis.vallejo.ucsg@analysis.urkund.com'. A yellow box indicates a 2% match: '2% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.' The right column, titled 'Lista de fuentes', lists sources with categories like 'Enlace/nombre de archivo' and 'Fuentes alternativas'. Below this, a comparison window shows two text blocks side-by-side. The left block is highlighted in orange and contains text about transformer safety. The right block is highlighted in grey and contains identical text. The comparison shows a 97% match for the highlighted text.

Conclusión: La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 2% .

Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.
DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

Terminando una etapa nueva de mi vida como universitario, me he dado cuenta de que son pocas las personas que en verdad se preocupan por nuestro bienestar y crecimiento, tanto como ser humano y en la vida profesional, por esta razón quiero dejar un muy profundo agradecimiento a todas esas personas que día a día se preocuparon por mi, para que el día de mañana sea una mejor persona y profesional.

En primero lugar agradecer a Dios por permitirme estar el día de hoy aquí, porque gracias a él se me abrieron muchas puertas y también me enseñó que una caída no es una derrota y que siempre se puede seguir adelante por mas difícil que sea la situación.

Por supuesto agradecerles a mis padres que con todos sus esfuerzos me apoyaron de todas las maneras posibles y no me permitieron rendirme por mas difícil que estuviera el problema.

A mi hermana que, aunque no compartimos mucho, siempre supo ayudarme a su manera y cada vez que tuve un problema no dudo en ayudarme.

A mi novia que siempre me impulsaba a ser mejor estudiante y me demostró que si ponía un poco más de mi parte podría ser el mejor.

A mi tutor y a mi director de carrera que gracias a su ayuda pude concluir una de las etapas mas difíciles de mi carrera universitaria.

EL AUTOR
JEAN PIERRE MACIAS LOOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se dedico en primer lugar a Dios, por permitirme haber llegado hasta aquí cumpliendo mis metas y poder seguir mi vida profesional con todas las ganas de salir adelante en la vida.

De igual manera se los dedico a mis padres que siempre se esforzaron al máximo para que tuviera todo lo necesario para poder cumplir con mis obligaciones y nunca me permitieron que por miedo no cumpliera uno de mis sueños.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS, M.Sc.
DECANO

f. _____
ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.Sc.
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____
ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

<i>REPORTE URKUND</i>	V
<i>AGRADECIMIENTO</i>	VI
<i>DEDICATORIA</i>	VII
<i>RESUMEN</i>	XV
<i>CAPÍTULO 1</i>	2
<i>INTRODUCCIÓN</i>	2
1.1. Justificación y alcance	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Tipo de investigación	3
1.5. Metodología	3
<i>PARTE I MARCO TEÓRICO</i>	5
<i>CAPÍTULO 2</i>	5
<i>PROSPECCIÓN GEOFÍSICA TÉCNICA PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS</i>	5
2.1. Fuentes hídricas	5
2.2. Métodos de perforación y equipos	7
2.2.1. Pozo abierto o excavados	8
2.2.2. Método de hincado	9
2.2.3. Método rotativo	10
2.2.4. Diámetros de las perforaciones	12
2.2.5. Reporte de perforación	13
2.3. Perforación de pozo	14
2.3.1. Estudio geo-eléctrico	14
2.3.2. Sistemas de radiestesia	17

2.3.3. Selección de puntos de perforación.....	18
2.3.4. Abandono de la perforación de un pozo	19
<i>CAPÍTULO 3.....</i>	<i>20</i>
<i>BOMBAS SUMERGIBLES PARA POZOS DE AGUA</i>	<i>20</i>
3.1. Características de sistema de bombeo de aguas subterráneas.....	20
3.2. Turbina multi-etapas.....	22
3.3. Motor eléctrico sumergible	24
3.4. Protecciones.....	29
<i>CAPÍTULO 4.....</i>	<i>31</i>
<i>RED ELÉCTRICA PARA UN SISTEMA DE BOMBEO SUMERGIBLE.....</i>	<i>31</i>
4.1. Red de distribución eléctrica	31
4.2. Principales elementos de una red de distribución	32
4.2.1. Transformadores de media potencia	32
4.2.2. Conductor eléctrico	33
4.2.3. Aisladores de media tensión.....	35
4.2.4. Protecciones eléctricas de media tensión.....	36
4.3. Características de un cuarto para banco de transformadores.....	37
4.3.1. Transformador	39
4.3.2. Conductores eléctricos de baja tensión	41
4.4. Mantenimientos de transformadores	42
4.4.1. Procedimientos para los mantenimientos	43
<i>CAPÍTULO 5.....</i>	<i>46</i>
<i>NORMATIVIDAD</i>	<i>46</i>
5.1. Normativas de recursos hídricos	46
5.2. Aprobación por parte de CENEL Manabí	48
<i>PARTE II APORTACIONES.....</i>	<i>50</i>
<i>CAPÍTULO 6.....</i>	<i>50</i>
<i>ANÁLISIS GEOELÉCTRICO Y PROSPECCIÓN GEOFÍSICA</i>	<i>50</i>

6.1 Introducción.....	50
6.2. Ubicación y emplazamiento.....	50
6.3 Estudio freático del suelo	51
6.4. Especificación técnica	53
<i>CAPÍTULO 7.....</i>	<i>55</i>
<i>SELECCIONAMIENTO DE MOTORES Y TURBINAS SUMERGIBLES.....</i>	<i>55</i>
7.1 Caudales de los diferentes puntos de bombeo	55
7.2. Equipos elegidos	55
<i>CAPÍTULO 8.....</i>	<i>59</i>
<i>DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA TRIFÁSICA.....</i>	<i>59</i>
8.1. Descripción de los equipos existentes en la actualidad	59
8.2 Diseño de las instalaciones eléctricas.....	59
8.3. Memoria técnica	66
<i>CAPÍTULO 9.....</i>	<i>69</i>
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>69</i>
9.1. Conclusiones.....	69
9.2. Recomendaciones.....	70
<i>ANEXOS.....</i>	<i>74</i>
<i>GLOSARIO.....</i>	<i>92</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE POZOS.....	8
FIGURA 2. 2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE EXCAVACIÓN DE POZOS ABIERTOS.....	9
FIGURA 2. 3 MÁQUINA DE PERFORACIÓN POR HINCADO	10
FIGURA 2. 4 BROCAS PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS.....	10
FIGURA 2. 5 MAQUINARIA ARTESANAL E INDUSTRIAL PARA PERFORACIÓN.....	11
FIGURA 2. 6 ESTRUCTURA DE UN POZO PERFORADO	13
FIGURA 2. 7 DIAGRAMA PARA LA PERFORACIÓN DE UN POZO DE AGUA.....	14
FIGURA 2. 8 APLICACIÓN DE MÉTODO GEO-ELÉCTRICO SONDEOS VERTICALES.....	15
FIGURA 2. 9 PERFIL GEO-ELÉCTRICO ESTRATOS EN MONTECRISTI.	16
FIGURA 2. 10 ELEMENTOS PARA REALIZAR RADIESTESIA	17
FIGURA 2. 11 EJEMPLO DE CÓMO SELLAR UN POZO ABANDONADO.....	19
FIGURA 3. 1 PARTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE BOMBEO SUBTERRÁNEO	20
FIGURA 3. 2. POZOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CON BOMBA SUMERGIBLE	21
FIGURA 3. 3 CAMPO DE PRESTACIONES DE BOMBAS SUMERGIBLES	22
FIGURA 3. 4 ESTRUCTURA DE UNA TURBINA MULTI-ETAPAS.....	23
FIGURA 3. 5 PARTES DE UN MOTOR SUMERGIBLE.....	24
FIGURA 3. 6 TUBERÍA RÍGIDA PVC CON ROSCA	28
FIGURA 3. 7 TUBERÍAS FLEXIBLES.....	29
FIGURA 3. 8 PROTECCIÓN ELÉCTRICA MP-204.....	30
FIGURA 4. 1 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	31
FIGURA 4. 2 CARACTERÍSTICAS DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN (HVTECK) ARMADO	34
FIGURA 4. 3 PARTES PRINCIPALES DE CONDUCTOR HVTECK	35
FIGURA 4. 4 AISLADORES TIPO CADENA PARA MEDIA TENSIÓN.....	36
FIGURA 4. 5 PARTES DE CAJA PORTA FUSIBLE DE 15KV	37
FIGURA 4. 6 ROTULACIÓN DE PARTES DE UN CUARTO DE TRANSFORMADORES	38
FIGURA 4. 7 NOMENCLATURA DE CABLES DE BAJA TENSIÓN	42
FIGURA 4. 8 REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	44
FIGURA 5. 1 PROCEDIMIENTO PARA LA APROBACIÓN DE PROYECTO ELÉCTRICO....	49

FIGURA 6. 1 UBICACIÓN DE LOS POZOS DE AGUA	50
FIGURA 6. 2 DISTANCIAS ENTRE LOS POZOS Y EL RESERVORIO PRINCIPAL.....	51
FIGURA 8. 1 CONEXIÓN DELTA - DELTA DE BANCO DE TRANSFORMADOR	60
FIGURA 8. 2 CUARTO DE TRASFOMADOR Y ACOMETIDA SUBTERRÁNEA.....	64
FIGURA 8. 3 DIAGRAMA UNIFILAR DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1 LÍMITES PERMITIDOS DE PLAGUICIDAS EN EL AGUA	6
TABLA 2. 2 LÍMITES PERMITIDOS DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS EN EL AGUA	7
TABLA 2. 3 DIÁMETROS NOMINALES Y DIÁMETROS PERFORADOS DE LOS POZOS...	12
TABLA 3. 1 DATOS ELÉCTRICOS DE MOTORES SUMERGIBLES TRIFÁSICOS	25
TABLA 3. 2 CALIBRES DE CABLES Y SUS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES.....	27
TABLA 3. 3 CARACTERÍSTICAS DE TUBERÍAS FLEXIBLES	29
TABLA 4. 1 ESPECIFICACIONES DE TRANSFORMADORES DE 30/37,7MVA	33
TABLA 4. 2 DIMENSIONES DE CUARTOS DE.....	39
TABLA 4. 3 PARTES DE LOS TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	40
TABLA 5. 1 TIPOS DE PROYECTOS ELÉCTRICOS SEGÚN LOS KW	48
TABLA 5. 2 DESCRIPCIÓN DE FORMATOS PARA APROBACIÓN DEL PROYECTO	49
TABLA 6.1 RESULTADOS DE SONDEO GEO-ELÉCTRICO	52
TABLA 6. 2 COMPARACIÓN DE LOS SEV ESTUDIADOS	53
TABLA 6. 3 PROFUNDIDADES Y CAUDALES DE LOS POZOS	54
TABLA 8. 1 LEVANTAMIENTO DE CARGAS.....	62

RESUMEN

El presente trabajo académico consiste en el rediseño de una red eléctrica de distribución en media y baja tensión para una estación de bombeo de aguas subterráneas, ubicada en la ciudad de Montecristi en la provincia de Manabí, que actualmente cuenta con un sistema monofásico 13.8KV en media tensión y 240/120 voltios en baja tensión. La instalación actual presenta varias desventajas en la eficiencia de producción, entre las más relevantes se encuentran: la necesidad de equipos que potencien la extracción del recurso hídrico y el aprovechamiento eficiente y seguro de la energía eléctrica que se consume en la instalación mencionada. La estación posee una red eléctrica de tipo empírica, la carencia de un criterio técnico de dimensionamiento por consecuencia y muchos empalmes que causan varios puntos calientes en el sistema eléctrico y por esta razón se recomienda la renovación total del sistema eléctrico incluyendo los siguientes elementos: motores, disyuntores, conductores y paneles eléctricos.

PALABRAS CLAVES: REDISEÑO, DISTRIBUCION, SUBTERRANEAS, EFICIENCIA, APROVECHAMIENTO, EMPIRICA

ABSTRACT

This academic work consists of the redesign of a medium and low voltage electrical distribution network for an underground water pumping station, located in Manabí, Montecristo, which currently has a 13,8kV medium voltage and a 240/120 low voltage single phase system. The current electrical network has many disadvantages in terms of production efficiency, among the more relevant we mention: the necessity for equipment that boosts the water resource extraction as the efficient and safe exploitation of the electrical energy consumed in the aforementioned. The station has an empirical type electrical network, the lack of a technical criteria for dimensioning, as a consequence, and many junctions that cause many hot spots in the electrical.

KEY WORD: REDESIGN, DISTRIBUTION, UNDERGROUND, EFFICIENCY, EXPLOITATION, EMPIRICAL.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y alcance

El rediseño de una red eléctrica para pozo profundo utilizando bombas sumergibles trifásicas de hasta 10 hp en la Ciudad de Montecristi, Provincia de Manabí. Parte como un proyecto de repotenciación para mejorar la eficiencia eléctrica y a su vez aumentar la producción de extracción de agua de los pozos. La cuál, actualmente cuenta con una línea de distribución eléctrica a 13.8 KV monofásica, que suministra la energía eléctrica necesaria a todos los puntos de bombeos en la estación.

El diseño de esta nueva acometida será principalmente para aumentar la producción de extracción de agua en cada punto de bombeo, los cuales, en la actualidad están limitados por la falta de equipos de mayor capacidad de extracción de agua, en un sistema monofásico de cuatro pulgadas de diámetro externo del equipo.

Por esta razón, será necesario la instalación de un banco de transformadores de aproximadamente 100 KVA para cubrir la demanda de todos los equipos instalados en la estación, ya que, cuenta con varios motores de diferente capacidad que trabajan aproximadamente 24 horas al día.

1.2. Planteamiento del problema

El aumento de la demanda de agua en las industrias ubicadas en la zona de Montecristi y sus alrededores exige a la planta un aumento en su producción de extracción de metros cúbico. Las limitaciones de la planta en el aumento de su producción son causadas por la falta equipos monofásicos de mayor capacidad de bombeo en el mercado nacional, ya que estos serían ineficientes y de alto costo con relación al trabajo realizado.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una red eléctrica para pozo profundo utilizando bombas sumergibles trifásicas de hasta 10 hp en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la prospección geofísica del proyecto, basándose en pruebas de bombeo continuo para la determinación de la existencia de agua en el subsuelo.
- Seleccionar los equipos de bombeo basándose en los resultados de los estudios y pruebas de bombeo para determinar la cantidad de agua existente en cada pozo.
- Diseñar la red eléctrica para la alimentación de todos los puntos de bombeos en la estación.

1.4. Tipo de investigación

Para el presente trabajo de titulación se utilizará una investigación de tipo experimental y teórica con un enfoque técnico, para lo cual, se usará técnicas de investigación de campo descriptivas, factible para cumplir con lo requerido por este proyecto.

1.5. Metodología

La metodología usada en el presente proyecto empieza por la reevaluación del estudio de prospección geofísica y estudio geo-eléctrico, los cuales fueron realizados tiempo atrás para un futuro aumento de producción en la extracción de agua del subsuelo, los estudios determinaran los puntos de perforación con mayor factibilidad y porcentaje de éxito para la obtención de agua.

Al concluir con las excavaciones se realizará una prueba de bombeo continuo de agua, la cual determinará la calidad y cantidad de agua que se

puede extraer de dicho pozo perforado o ya existente, al obtener estos resultados se procederá llevando a cabo los cálculos para elegir el equipo de bombeo necesario para cada uno de los pozos y a su vez el levantamiento de cargas para la instalación eléctrica, tanto en los paneles de distribución y su cuarto de transformadores.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA TÉCNICA PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS

2.1. Fuentes hídricas

Una fuente hídrica es todo yacimiento de agua superficial tales como: ríos, mares, lagos etc. Que se encuentran de manera natural en nuestro planeta y de igual manera las fuentes de aguas subterráneas que se encuentran en el subsuelo como los pozos perforados que se usan para la extracción de esta agua subterráneas. Estas fuentes o yacimientos no son solo para el consumo humano sino también para fines como: la generación de energía eléctrica, acuicultura, agricultura.

En nuestro país podemos encontrar diferentes calidades de agua desde saladas en los mares y océanos las cuáles no son apta para el consumo humano, ya que, requiere un proceso de desalinización para poder ser consumida, hasta el agua dulce en los ríos, lagos y manantiales que con una respectiva prueba se puede determinar su calidad, midiendo rangos de dureza, sólidos, metales pesados, minerales etc.

Para que el agua sea considerada potable debe cumplir con los requisitos básicos de calidad exigidas por los organismos de control, ya que al superar rangos moderados de ciertos elementos puede llegar a ser nociva para la salud. Antes de que una fuente hídrica sea aprobada, esta debe ser analizada ya que puede contener impurezas y ciertos minerales que pueden llegar a ser tóxicos en cantidades elevadas para él organismo. Para que el agua sea considerada potable se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Estar libre de microorganismos causantes de enfermedades.
- No contener elementos nocivos para la salud de los consumidores.
- No tener olores desagradables perceptibles para el ser humano.

- No contener elementos que puedan dañar las instalaciones sanitarias tales como el óxido.

Una fuente hídrica debe cumplir con varios parámetros para no causar daño a los que consuman de ella, en especial en las sustancias químicas usadas en actividades de agricultura, ganadería, minería, etc. En el caso de los plaguicidas a continuación podemos observar la tabla 1.1, que especifica los principales plaguicidas usados en el medio y sus cantidades máximas permisibles de miligramo por cada litro.

Tabla 2. 1 Descripción de los límites permitidos de plaguicidas en el agua

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrín	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

Fuente: (INEN, 2014, p. 3)

De igual manera, hay otras sustancias muy comunes en los yacimientos de agua, los cuáles son las sustancias orgánicas, tanto de procedencia natural o por causa de la actividad humana tales como ganadería, agricultura o los diferentes sectores industriales. A continuación, ponemos observar en la tabla 1.2, las principales sustancias orgánicas que se puede encontrar en las vertientes de agua y sus límites máximos permitidos en miligramo por litro de agua.

Tabla 2. 2 Límites permitidos de sustancias orgánicas en el agua

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

Fuente: (INEN, 2014, p. 3)

2.2. Métodos de perforación y equipos

La técnica de excavación de pozos es una de las más antiguas usadas por el hombre para poder extraer agua de lugares en la que no se encuentra superficialmente, muchas civilizaciones usaron esta técnica para lograr así su supervivencia, las primeras perforaciones eran simples huecos en la tierra sin ningún tipo de protección frente a derrumbamientos. Por esta razón, no resistieron el paso del tiempo. En la actualidad podemos encontrar pozos antiguos en Europa que constan desde la edad del cobre, bronce y del hierro.

Es necesario tener en cuenta todos los factores que pueden influir en la perforación antes de seleccionar un método de perforación, sean estos factores económicos, geológicos, químicos, sociales, etc. Ya que estos pueden afectar en la producción de agua del pozo, en la calidad del líquido extraído y por su puesto puede llegar a afectar en los costos que se habían propuesto en el anteproyecto pudiendo encarecer el proyecto hasta un punto que no sea factible la perforación.

En la actualidad existen tres tipos de técnicas usadas para la elaboración de un pozo de agua, las cuales son conocidas comúnmente como: pozos excavado, pozos hincados y pozos aforados como se puede

observar en la figura 2.1. La elección de cual método usar es únicamente dependiente de la profundidad a la que se desea llegar con la excavación, del presupuesto con el que se cuenta y de las características geológicas con las que se cuentan en el terreno.

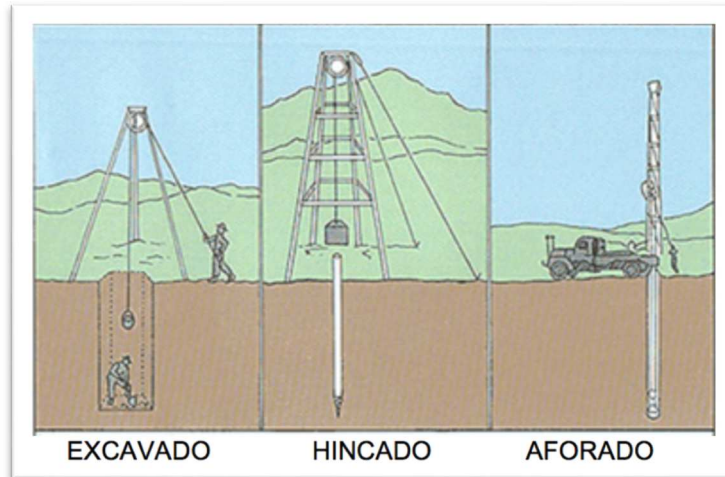


Figura 2. 1 Técnicas para la elaboración de pozos
Fuente: (WIKI WATER, 2016)

2.2.1. Pozo abierto o excavados

El uso de pico y pala para la excavación de un pozo es una técnica muy antigua y fácil de usar, aunque un poco extenuante, pero con costos muy por debajo que los demás tipos de perforación, dos de los principales requisitos que exige este tipo de excavación es que el suelo no sea extremadamente duro y que los niveles freáticos de la zona estén relativamente superficiales.

A menudo las protecciones usadas en este tipo de pozos es el reforzamiento de las paredes con piedras para evitar derrumbamiento, pero la técnica preferible como se puede observar en la figura 2.2, es el encamisado con anillos de hormigón armado fabricados en el mismo lugar de la excavación a medida que se avanza. Los pozos excavados normalmente llegan entre 10 a 20 metros de profundidad, pero en casos extremos pueden llegar entre los 30 a 40 metros; unas de las principales

desventajas de estos pozos es que como son de poca profundidad son mas vulnerables a la contaminación y que se sequen con mayor facilidad.



Figura 2. 2 Proceso de elaboración de excavación de pozos abiertos
Fuente: (GARCIA, 2015)

2.2.2. Método de hincado

En este tipo de perforación se procede a la deformación del terreno mediante el movimiento repetitivo en vertical de un tubo rígido de acero con el extremo inferior en forma de punta o en forma de un diamante, el cuál, es golpeado desde su extremo superior con un objeto sólido o mediante un martillo hidráulico, el cuál poco a poco va perforando la superficie. Este método es mayormente utilizado en terrenos con material arenoso o con grava.

Este tipo de perforación esta expuesto a la contaminación, ya que su profundidad va desde los 15 a 100 metros, al igual que los pozos excavados estos son vulnerables a secarse, pero en menor porcentaje, tomando en cuenta su profundidad podrían ser considerado pozos entre poco profundo y profundos. Esta técnica también puede usar tubos huecos por los cuales se ingresa agua al interior de la perforación como se puede observar en la figura 2.3 y se puede lograr una mayor rapidez en el avance de la perforación y mayor facilidad al momento del desalojo del material del interior del pozo por medio de las presiones del agua.

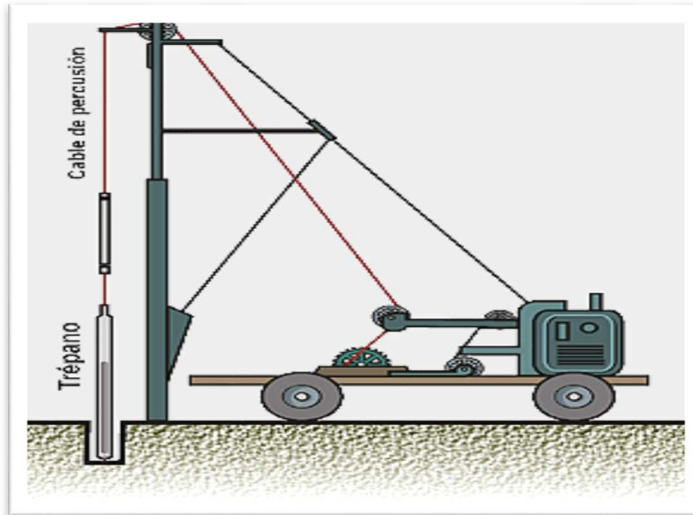


Figura 2. 3 Máquina de perforación por hincado
Fuente: (GARCIA, 2015)

2.2.3. Método rotativo

En la actualidad la técnica más apropiada y cotizada en la industria de la perforación a pozos de agua se la de pozos aforados, la cuál consiste en la excavación mediante la técnica de acción rotatoria, girando una tubería hueca rígida alrededor del eje vertical con una broca en su extremo inferior logrando así romper y triturar las diferentes capas del suelo como los muestra la figura 2.4. De igual manera como en los pozos hincados se envía un flujo de agua a presión para facilitar la excavación y la extracción de los residuos sólidos que se pueda encontrar en el pozo. En la actualidad, esta técnica puede llegar a alcanzar mas de los 300 metros de excavación usando diferentes tipos de técnicas muy útil para cada tipo de suelo y profundidad.



Figura 2. 4 Brocas para la perforación de pozos
Fuente:(AGUA Y CAMPO S.A., 2017)

- Utilizando medios motorizados ligeros, tales como: motores eléctricos, bombas y compresores que facilitan la excavación del terreno.
- Este método usa medios mecánicos pesados para realizar la perforación que permitan alcanzar grandes profundidades, estas torres de perforación normalmente deben ir montados camiones equipados.
- Utilizan un sistema de perforación rotatorias que rompe y tritura las rocas y previamente, si el suelo está blando, algo que suele ocurrir al inicio de las perforaciones, logran alcanzar grandes varios cientos de metros de profundidad en muy poco tiempo. A menudo se coloca una bomba en la parte inferior para bombear el agua hasta la superficie. (WIKI WATER, 2016, p. 3)



Figura 2. 5 Maquinaria artesanal e industrial para perforación de pozos
Fuente: (DANDO S.A., 2018)

Al usar estos métodos se debe tener en cuenta el trabajo realizado por los compresores y bombas, ya que estos deben generar presiones y caudales constantes para una buena extracción de residuos del fondo de la excavación y de igual manera poder avanzar con mayor facilidad y velocidad a mayor profundidad.

2.2.4. Diámetros de las perforaciones

Las perforaciones deberán realizarse de tal manera que cumplan con las características contenidas en el diseño del proyecto, ya que el diámetro de perforación y la profundidad va de mano con la cantidad de agua que se va a extraer del lugar y del equipo de bombeo que se desea instalar. Como lo muestra la tabla 2.3, las medidas más comunes de perforación son las siguientes, tanto en diámetro excavado por la broca y el diámetro interno del pozo ya concluido y listos para su funcionamiento:

Tabla 2. 3 Diámetros nominales y diámetros perforados de los pozos

DIAMETROS DE PERFORACIONES			
DIAMETRO NOMINAL DE REVESTIMIENTO		DIAMETRO DE PERFORACION	
(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)
152.4	6	254 - 311.15	10 - 12 1/4
203.2	8	311.15 - 374.65	12 1/4 - 14 3/4
254	10	374.65 - 444.5	14 3/4 - 17 1/2
304.8	12	444.5 - 508	17 1/2 - 20
355.6	14	508 - 584.2	20 - 23
406.4	16	584.2 - 660.4	23 - 26
457.2	18	660.4 - 762	26 -30
508	20	762 - 863.6	30 - 34

Fuente: (AGUAS Y CAMPO S.A., 2017)

En el caso que el pozo perforado tienda a derrumbarse, deberán instalarse revestimientos temporales con una profundidad tal que se logre llegar hasta debajo de la capa derrumbada. El diámetro de los revestimientos temporales debe ser mayor que el diámetro que exige el diseño original en cada pozo y este deberá mantenerse hasta alcanzar el fondo.

Un pozo concluido debe contar con todas sus protecciones físicas que lo protejan de derrumbes y de contaminaciones en el medio, de igual

manera la protección para las personas que habitan alrededor de un pozo por esto siempre se debe cumplir con todas las medidas en cada una de las partes del pozo desde el tapón hasta los sellos, tal como lo muestra la figura 2.6. que se muestra a continuación.

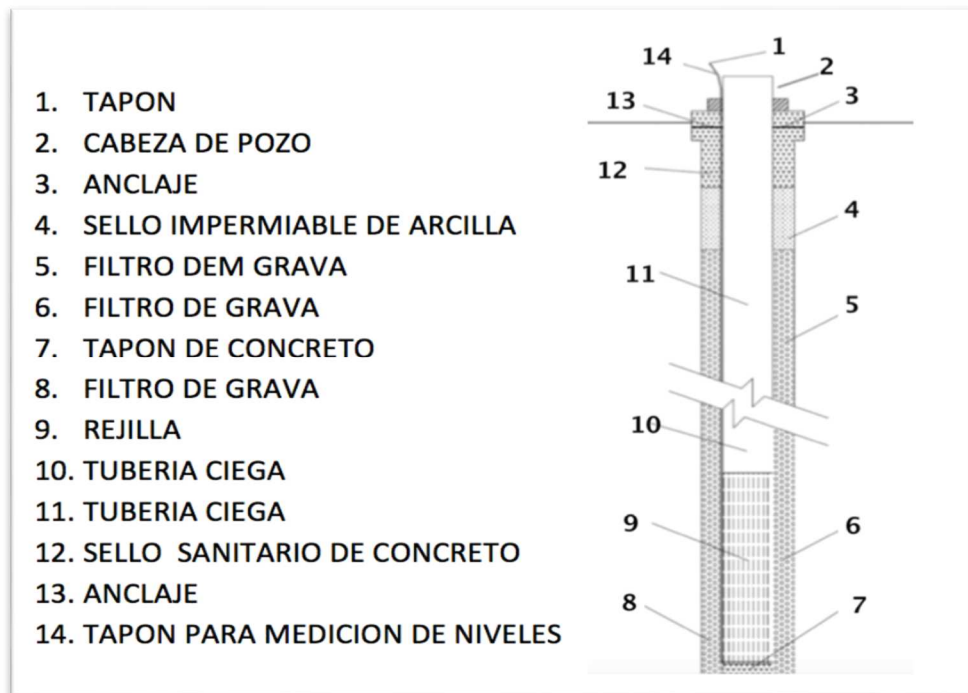


Figura 2. 6 Estructura de un pozo perforado
Fuente: (AGUA Y CAMPO S.A., 2017)

2.2.5. Reporte de perforación

Para una elaboración correcta de un informe final de la perforación se debe elaborar una bitácora diaria del lugar de perforación, contando con los siguientes datos como informe mínimo:

- Fecha de inicio y final del proyecto.
- Interrupciones y averías de la máquina.
- Cambio de ubicaciones.
- Consumo de materiales e insumos.
- Niveles freáticos en cada jordana de trabajo.
- Equipos usados: brocas.
- Velocidad de perforación promedio diaria.
- Informe de bombeo.
- Calidad de agua.

De igual manera se debe incluir un detalle de todas las partes del pozo con sus características de diseño y si se realizó algún cambio al diseño original por cualquier razón se debe justificar y detallar todos los cambios realizados por mas mínimos que sean, ya que cada cambio puede afectar directamente a la productividad del pozo.

2.3. Perforación de pozo

Para la perforación de un pozo se debe tener en cuenta varios factores que pueden variar las técnicas a usar, uno de los puntos más importantes es la elaboración de un estudio hidrogeológico se debe tener presente los siguientes puntos tal cual lo muestra la figura 2.7 que muestra los pasos a seguir para la elaboración de un proyecto de perforación de pozos de agua.

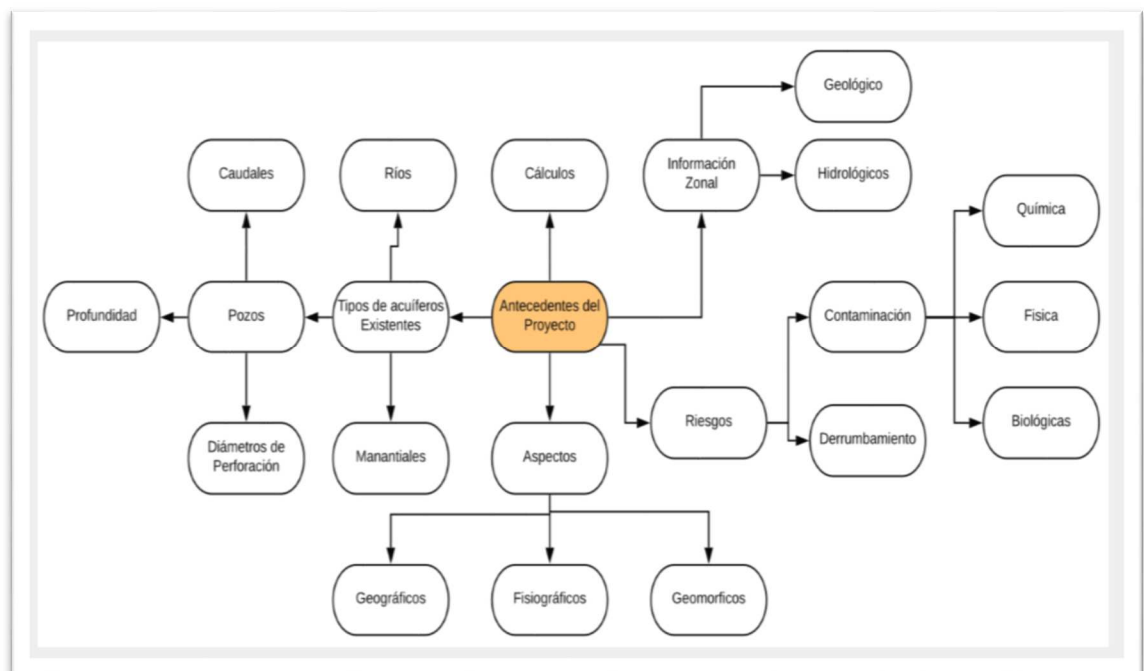


Figura 2. 7Diagrama para la perforación de un pozo de agua
Fuente: El Autor

2.3.1. Estudio geo-eléctrico

Un estudio geo-eléctrico consiste en el estudio del subsuelo y varias de las capas terrestres para la determinación de fuentes de aguas

subterráneas, tomando en cuenta varios aspectos como calidad de suelo, material orgánico, minerales, caudales de agua y calidad de agua, los estudios geofísicos se efectúan a todos los pozos perforados con las normas vigentes en la fecha. De manera que se tome una de las siguientes pruebas o varias de ellas:

- Pruebas de resistividad a 40 cm de distancia los electrodos.
- Pruebas de resistividad a 1,6 metros de distancia los electrodos.
- Prueba de potencial espontáneo.
- Prueba de calibración del diámetro de perforación.

Estas pruebas deben ser realizadas en una secuencia vertical que permita reconocer toda la información recopilada y sea fiable para la elaboración del informe técnico y poder proceder a una perforación exitosa.

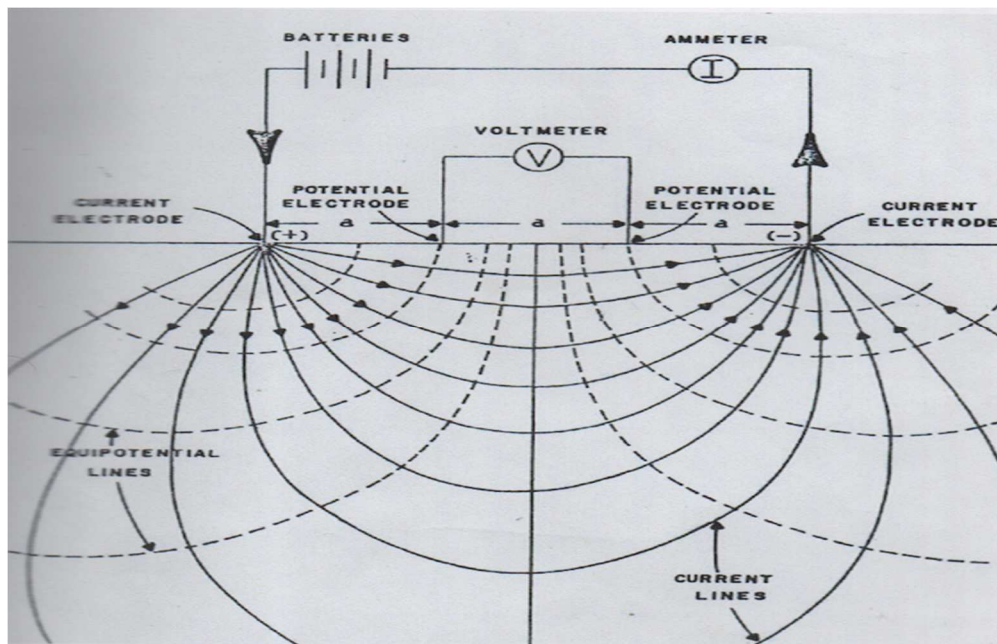


Figura 2. 8 Aplicación de método geo-eléctrico mediante sondeos verticales.
Fuente: (ING.JORGE PÉREZ, 2007).

En el estudio geo-eléctrico se ha aplicado el método de sondeos eléctricos verticales conocidos como "SEV", el mismo que es el más utilizado en la prospección geofísica para investigación de acuíferos; consiste en obtener información de las variaciones de resistividad de subsuelo mediante mediciones de superficie, como se observa en la figura 2.8, usando las siguientes formulas para la determinación de la resistividad aparente y la resistencia en ohmios. (ING. JORGE PÉREZ, 2007)

$$R_a = R \cdot K$$

$$R = (DV / I)$$

Determinación de la siguiente manera las variables:

Ra: Resistividad Aparente (Ohm-m).

DV: Diferencia de potencia (V).

I: Intensidad de corriente (A).

R: Resistencia (Ohmio).

K: Factor geométrico o factor G.

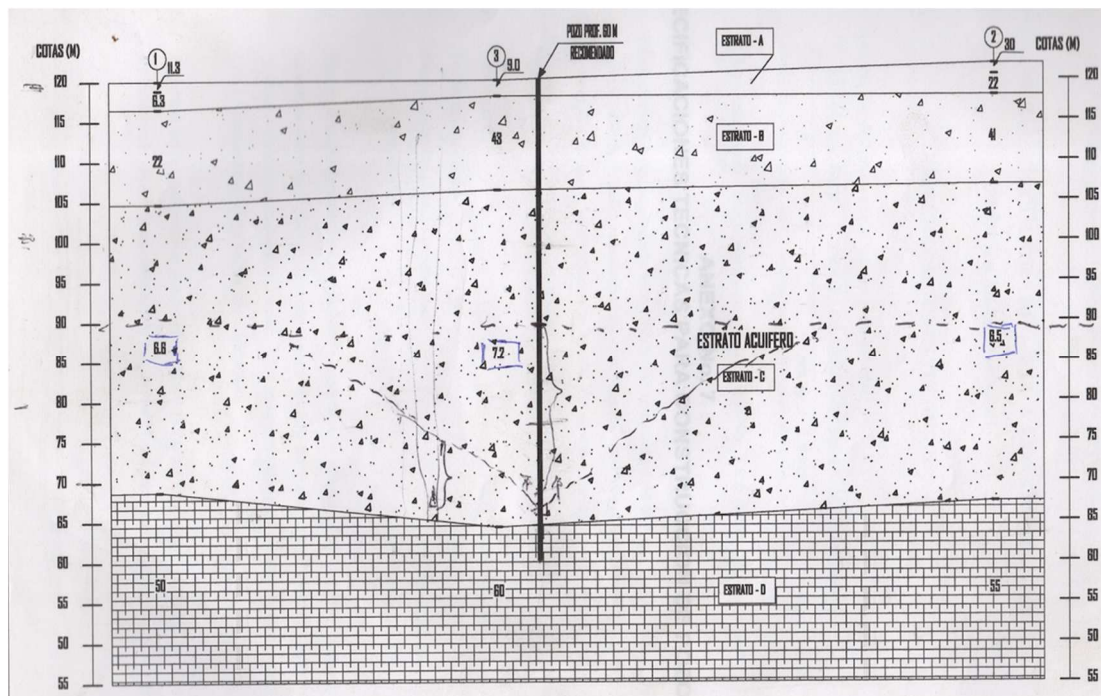


Figura 2. 9 Perfil Geo-eléctrico de los diferentes estratos en Montecristi.
Fuente:(ING. JORGE PÉREZ, 2007).

Este método permite investigar la distribución geo-eléctrica del subsuelo de forma indirecta, ya que la respuesta eléctrica de cada formación geológica dependerá en forma global de la composición mineralógica, de las propiedades físico-mecánicas de los materiales y componentes del subsuelo, del grado de saturación y características hidro-químicas del electrolito saturado, que cada uno de los estratos posee como lo muestra la figura 2.9.

Como resultado del estudio geofísico se obtiene posibilidad de construir un pozo exploratorio o de prueba y en el caso de ser factible, determinar la ubicación y profundidad recomendadas, el estudio constituye una herramienta de referencia, aproximación de los resultados geoelectrónicos que correlacionados con los aspectos geológicos permite recomendar la ubicación y profundidad de los pozos, cabe recalcar que la prospección geofísica por si sola no determina caudal ni calidad de agua a obtenerse, parámetros que se conocerán únicamente cuando se construye el pozo de prueba y se efectúe el ensayo de bombeo y los respectivos análisis de agua.

2.3.2. Sistemas de radiestesia

La radiestesia o zahorí proviene del latín radius “radiación” y el vocablo griego asisteis “percepción”, las cuáles se interpretan como “capacidad de sentir” es la habilidad que poseen las personas para determinar la presencia de radiaciones en el medio, usando técnicas ancestrales, aunque sin fundamentos científicos cien por ciento confiables, por esta razón es catalogada como una pseudocientífica. Desde la antigüedad se le a dado diferentes fines dependiendo de la civilización y del siglo que se encontraban.

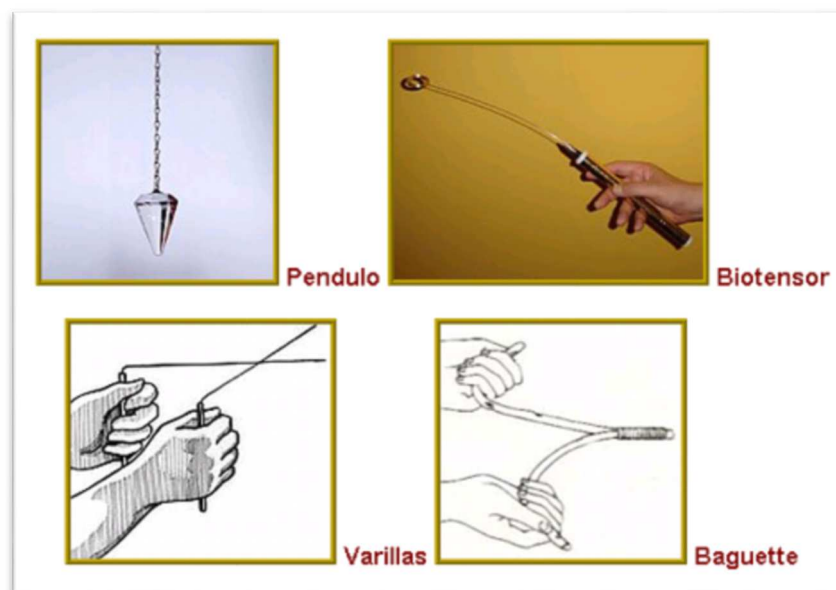


Figura 2. 10 Elementos para realizar radiestesia
fuente:(JOSÉ LUIS MARTOS, 2016)

Algunas civilizaciones antiguas conocían la radiestesia como rabdomancia que proviene del griego, rhabdos “vara” y manteia “adivinación”, por lo cual, la rabdomancia se refiere a la adivinación mediante el uso de varas. Esta pseudocientífica es usada para la identificación de lugares con existencia de energía o vibraciones en la superficie terrestre o en el subsuelo.

Algunos de los diferentes instrumentos más usados en nuestro medio en el área de la radiestesia son los péndulos magnéticos, varillas y horquillas como lo muestra la figura 2.10 que esta a continuación, estas técnicas son estudiadas por personas que dedican su vida al estudio de la radiestesia ya que cualquier persona no puede desarrollar esta técnica con éxito alguno, estas técnicas son usadas de igual manera para construcción de casa para que no se vean afectadas por fuentes hídricas subterráneas.

2.3.3. Selección de puntos de perforación

Para poder tener una máxima producción del pozo perforado se deben tener en cuenta varios puntos para la selección del lugar de perforación. Siempre basándose en los resultados de los estudios hidrogeológico, ya que toman un punto aleatorio puede llevar a una probabilidad de fracaso muy elevada porque no se toma en cuenta varios aspectos técnicos necesarios.

Es necesario de la misma manera contar con todos los permisos y requerimientos obligatorios por la ley para poder hacer uso de las fuentes de agua encontradas en el subsuelo, en especial tener muy presente la ley de recursos hídricos en la sección de aguas subterráneas. Otro punto importante para la selección del lugar es que dicho punto cuente con los accesos necesarios para las maquinarias y equipos que se ocuparan en la perforación de igual manera que cuente con el abastecimiento eléctrico necesario para los equipos de llegar a ser necesario.

2.3.4. Abandono de la perforación de un pozo

Las razones por la cual se podría abandonar o parar una perforación de un pozo son múltiples, ya que son muchos los factores que inciden en este tipo de proyectos y si una de las variables no es favorable, será imposible concluir la perforación deseada. Algunas de las causantes más comunes del abandono de una perforación son las siguientes:

- Escasez de agua en la perforación.
- Derrumbes de las paredes del pozo.
- Desviación de límites permitidos para la alineación vertical.
- Falta de presupuesto económico.
- Falta de permisos legales de para la perforación.

Por seguridad todo pozo paralizado parcial o indefinidamente deberá ser debidamente sellado usando un tapón adecuado para cada situación ya que podría causar contaminación del acuífero irreversibles y a su vez un pozo abandonado sin sellar es un riesgo muy alto para las personas que frecuenten el sitio o vivan cerca del punto de perforación. De la misma manera, un pozo abandonado deberá contar con una losa de hormigón de aproximadamente un metro cuadrado en la superficie de la excavación, con un espesor mínimo de 0.25 metros. Adicionalmente deberá colocarse la señalética respectiva indicando que en ese lugar se encuentre una perforación.



Figura 2. 11 Ejemplo de cómo sellar un pozo abandonado
Fuente: (20 MINUTOS EDITORIALI S.L., 2019)

CAPÍTULO 3

BOMBAS SUMERGIBLES PARA POZOS DE AGUA PROFUNDOS

3.1. Características de sistema de bombeo de aguas subterráneas

Un sistema de bombeo con equipo sumergido tipo lapicero cuenta con tres partes principales en su estructura, las cuáles son: la electrobomba que están compuesta por el motor y la turbina, tablero eléctrico. Adicional a esto se necesita varios complementos y accesorios como: cable concéntrico, tubería de PVC, cabo de nylon, manómetro y uniones de PVC.

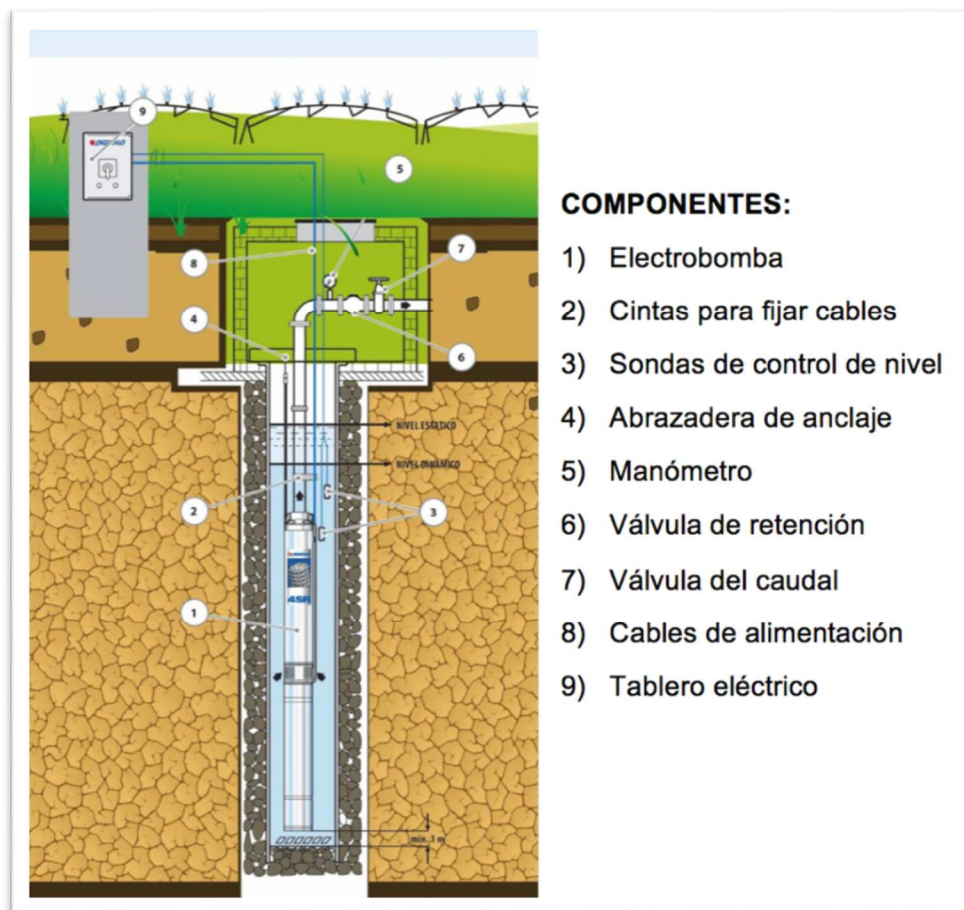


Figura 3. 1 Partes principales de un sistema de bombeo de aguas subterráneas
Fuente: (PEDROLLO, 2017)

Al usar este tipo de equipos se cuenta con numerosas ventajas, entre la más relevante están: proporcionar una fuerza de elevación adecuada para este tipo de trabajo, ya que no depende de las presiones externas para

exceder al fluido. El motor cuenta con un sistema de sellado que le permite estar inmerso en su totalidad en el líquido a bombear sin que este penetre en el motor y cause un cortocircuito.

Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a 50 g/m³. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones anti-incendio, etc. (PEDROLLO, 2008)

Una bomba sumergida tipo lapicero tiene como rangos máximos o como de prestaciones un caudal máximo de 420 l/min o 20.4 m³/h a una altura manométrica de 176m. Sus límites de uso son los siguientes:

- Temperatura máxima del +35 °C del fluido.
- Máximo volumen de arena de 50 g/m³.
- Profundidad de utilización hasta 200 m bajo el nivel del agua.
- Arranques/hora: 20 a intervalos regulares.
- Flujo de enfriamiento motor mínimo 8 cm/s.
- Funcionamiento continuo S1.

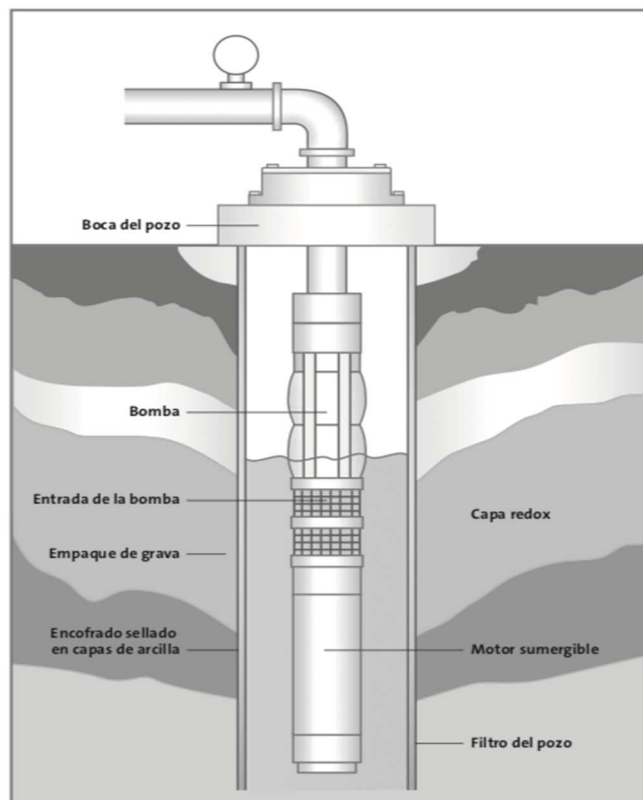


Figura 3. 2. Pozos de aguas subterráneas con bomba sumergible
Fuente: (GRUNDFOS SP, 2015)

3.2. Turbina multi-etapas

Cuando hablamos de los caudales de las turbinas hay muchas variables que se deben tomar en cuenta, ya sean estas en su mayoría mecánicas, físicas y geológicas. Uno de los principales aspectos que influyen en el caudal que un equipo sumergible pueda extraer es la disponibilidad del líquido en el subsuelo, por esta razón previo a la instalación del equipo se realiza un estudio de pruebas de caudales en el suelo que determina la cantidad de agua que se encuentra en ese punto.

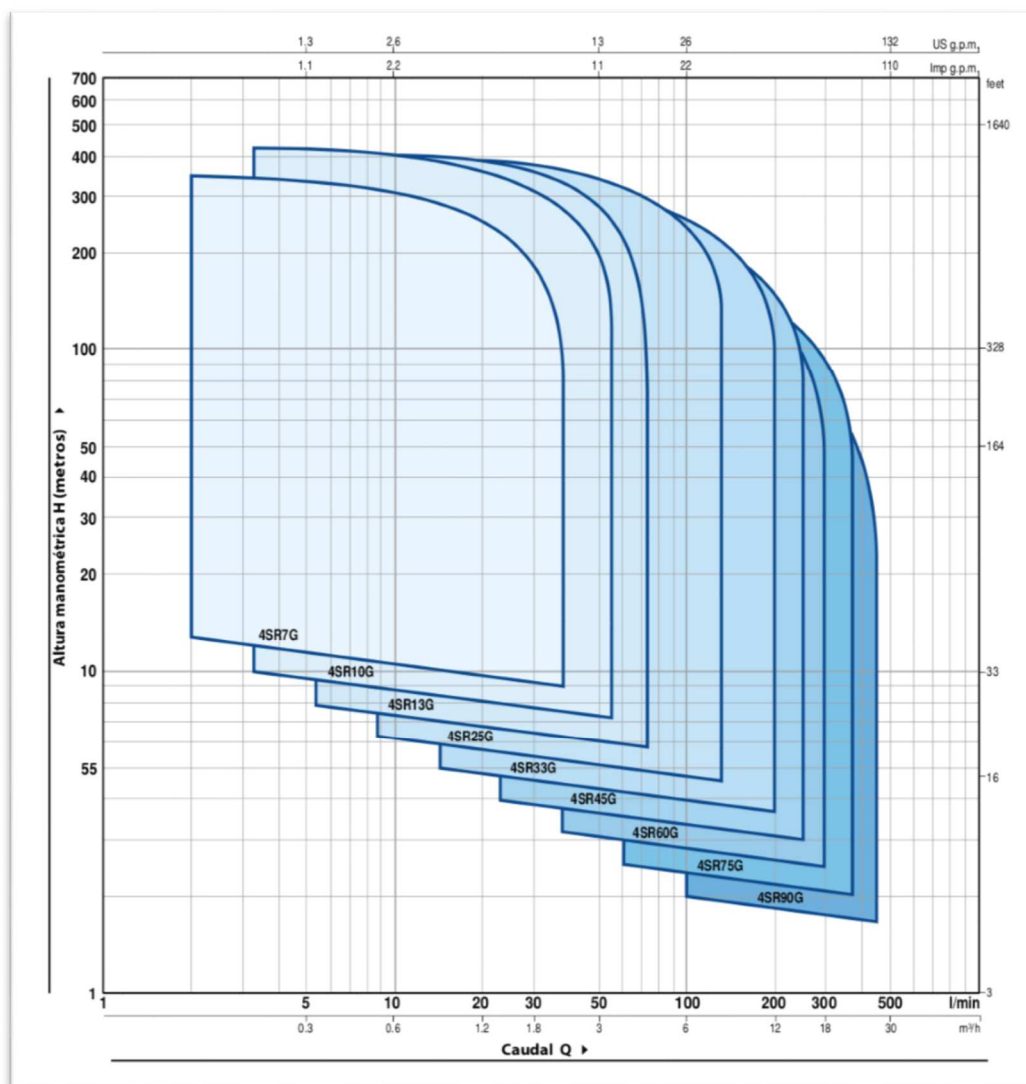


Figura 3. 3 Campo de prestaciones de bombas sumergibles
Fuente: (Pedrollo, 2017)

Otro factor muy importante es la profundidad a la que se desea instalar la bomba, ya sea esta una variable dependiendo del proyecto y tipo

de perforación que se realizó, variando desde los 10 metros hasta los 200 metros como su máximo. De la misma manera el diámetro de la tubería y los accesorios utilizados influyen de una manera importante, ya que la eficiencia de la bomba se ve afectada por las pérdidas por fricción en el sistema de tuberías instalado, como lo muestra la figura 3.3.

Una turbina multi-etapas esta constituida de una manera diferente a las turbinas convencionales de las bombas estacionarias, por esta razón cuentan con características diferentes y elementos más complejos en su estructura interna que podemos observar en la figura 3.3.

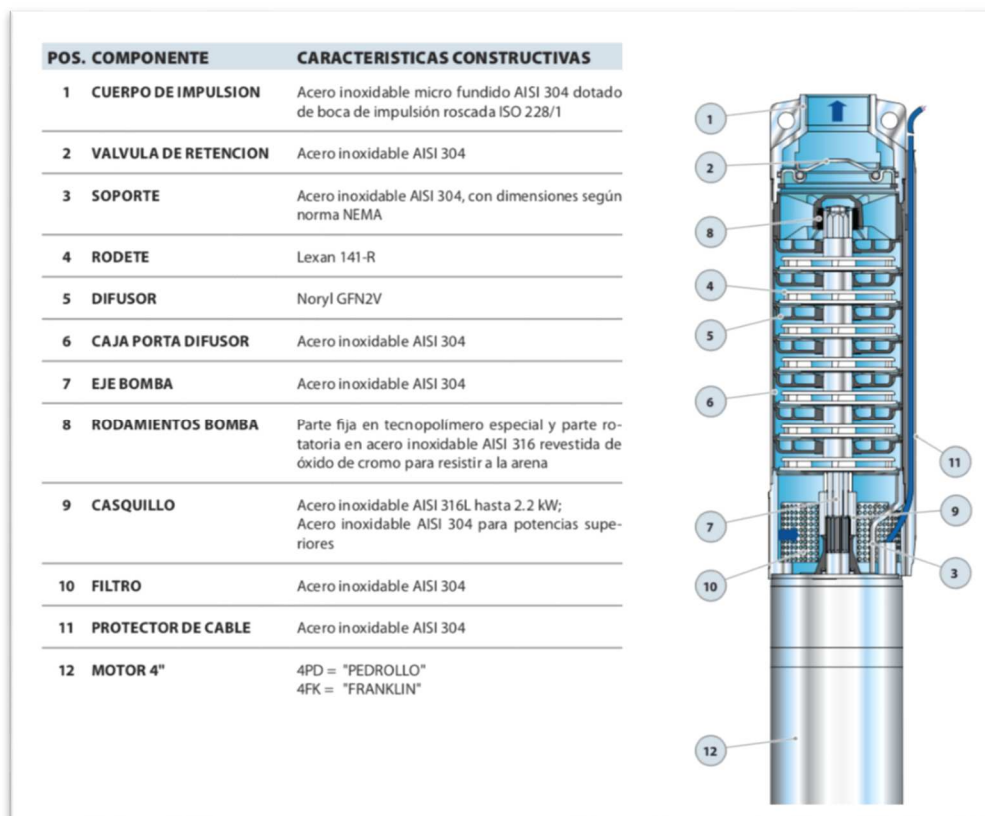


Figura 3. 4 Estructura de una turbina multi-etapas
Fuente: (Pedrollo, 2018)

Para el cálculo de la turbina se debe conocer la profundidad a la que se desea instalar la bomba y que caudal se desea extraer del pozo, ya que, estos son los dos principales factores que determinan el caudal directamente, además se debe tomar en cuenta la distancia desde el tapón del pozo hasta el lugar de descarga de agua en el cálculo.

Las bombas sumergibles tipo lapicero se recomiendan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a 50 g/m³. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones contra incendio, etc. (PEDROLLO, 2017, P. 1).

3.3. Motor eléctrico sumergible

Los motores son de tipo encapsulados, el bobinado es de alambre esmaltado, está herméticamente sellado y se encuentra relleno de material, cuya finalidad es retener el bobinado y, al mismo tiempo, incrementar la transferencia de calor. Estos motores incorporan un sistema de casquillo de cojinetes radiales (superiores e inferiores), así como unos cojinetes de empuje (hacia arriba y hacia abajo). Los cojinetes de empuje y los cojinetes de casquillo funcionan hidrodinámicamente en el líquido del motor basado en agua. (GRUNDFOS, 2017, p. 37).

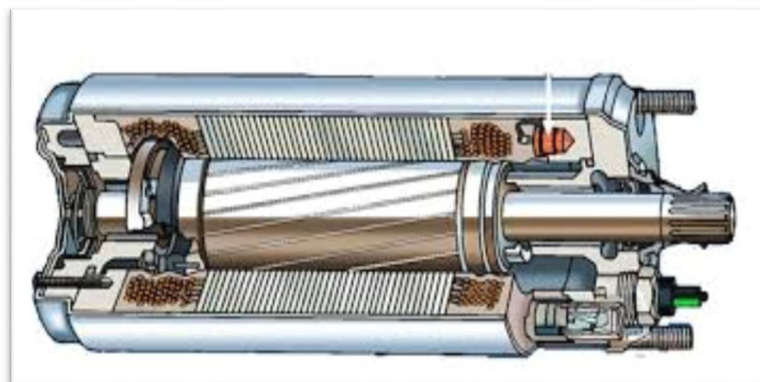


Figura 3. 5 Partes de un motor sumergible
Fuente: (Auto Solar, 2017)

Los motores sumergibles se caracterizan por poseer un grado de ingeniería más complejo que los motores estacionarios como lo muestra la figura 3.5, por dos principales razones: son motores más seguros al operar en ambientes hostiles y confiables. Al hablar de confiabilidad partimos de el alto grado de tecnología que posee tanto en el motor como en la turbina.

Otro de los factores por lo cual se diferencia un motor de una bomba sumergible y un motor convencional es el ambiente en el que opera el motor,

el cuál siempre se encuentra en su totalidad inmerso en agua sin ningún inconveniente.

Los motores sumergibles cuentan con dos grandes características indispensables entre las cuales se observan: un sistema de arranque por inducción. Esto significa que no existe contacto eléctrico entre el rotor y el estator; por esta razón no existe flujo de corriente eléctrica entre ellos. La parte eléctrica del motor está confinada estrictamente al estator, que contiene los devanados eléctricos del motor. Los devanados crean un campo magnético fuerte y giratorio que al interactuar con el rotor provoca que gire. El área entre el estator y el rotor es llenada con una solución cuya mayor composición es agua. (FRANKLIN ELECTRIC, 2008).

Tabla 3. 1 Datos eléctricos de motores sumergibles trifásicos y características

MODELO	TENSION (trifásica)			
	230 V	400 V	240 V	415 V
Trifásica				
4PD / 0.50	3.1 A	1.8 A	3.0 A	1.7 A
4PD / 0.75	3.5 A	2.0 A	3.3 A	1.9 A
4PD / 1	4.3 A	2.5 A	4.2 A	2.4 A
4PD / 1.5	5.0 A	2.9 A	5.2 A	3.0 A
4PD / 2	7.1 A	4.1 A	7.4 A	4.3 A
4PD / 3	10.6 A	6.1 A	10.2 A	5.9 A
4PD / 4	13.0 A	7.5 A	13.7 A	7.9 A
4PD / 5.5	17.0 A	9.8 A	17.8 A	10.3 A
4PD / 7.5	22.8 A	13.2 A	23.5 A	13.6 A
4PD / 10	29.2 A	16.9 A	29.9 A	17.3 A

Fuente: (PEDROLLO, 2018)

Los motores eléctricos cuentan con una amplia variedad de características eléctricas como lo muestra la tabla 3.1 pudiendo trabajar en diferentes rangos de voltaje según sea el requerimiento y variando su potencia desde 1/2 HP hasta una máximo de 10 HP trifásicos, en los motores de 4 pulgadas de diámetro.

Mantener el agua lejos de la parte eléctrica del motor (los devanados), encapsular y sellar herméticamente el estator. Esto no sólo es para proteger al estator, sino también para mantenerlo con un recubrimiento soldado para aislarlo del mundo exterior, a su vez los devanados están rodeados por una resina epóxica que los mantiene firmes y aislados entre si. Esto es diferente en la mayoría de los motores de superficie en donde los devanados están generalmente expuestos al aire, haciendo su fabricación más económica. (FRANKLIN ELECTRIC, 2008, p. 1)

Los devanados crean un campo magnético fuerte y giratorio que interactúa con el rotor y que provoca que gire. El área entre el estator y el rotor es llenada con una solución cuya mayor composición es agua. (FRANKLIN ELECTRIC, 2008).

Los motores sumergibles usan un tipo de cable especial tipo THW/THHW, los cuáles son conductores en temple suave, cableado clase C, con aislamiento individual termoplástico de PVC, identificados en colores negro, amarillo y rojo; reunidos en paralelo, cubierta exterior termoplástico de PVC color negro en configuración plana encapsulada como lo muestra la figura 3.6. Además poseen una gran flexibilidad que facilita su instalación y a su vez cuentan con una alta resistencia a la humedad, a la abrasión y resistencia mecánica, el cuál es adecuado para alimentación de motores eléctricos sumergibles en agua dulce o salada, para bombas de pozo profundo. (CONDUCTORES DEL NORTE, 2012).



Figura 3.6 Cable sumergible
Fuente: (SHANGHAI JIUKAI, 2018)

Para un buen dimensionamiento de los conductores de alimentación de los motores sumergibles es necesario consultar las características del fabricante como lo muestra la tabla 3.2, ya que estos pueden estar expuestos a caída de tensión, por las largas distancias que debe recorrer la energía antes de llegar al motor. El dimensionamiento del conductor se basa en los datos de placas y en el criterio del diseñador para su selección.

Tabla 3. 2 Calibres de cables y sus características y propiedades

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	
	Cobre			Aluminio			
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

Fuente: (CNEL, 2012)

Para la extracción del agua se necesita usar una tubería rígida con uniones de PVC como se puede observar en la figura 3.6. Este tipo de tubería están especialmente fabricado para las bombas sumergibles y son

diseñadas para soportar la presión hidrostática interna, y de igual manera las altas cargas ocasionadas por el peso de la bomba, la presión y peso de la columna de agua, en otras palabras, están diseñados para soportar grandes cargas dinámicas.



Figura 3. 6 Tubería rígida PVC con rosca
Fuente: (EURORENOVABLES, 2019)

Por lo general, el primer tubo que se encuentra en la parte inferior del sistema estará sujeto a muy altas presión hidrostática y el tubo que se encuentra en la parte superior en la salida del pozo tiene que soportar una gran carga mecánica, al tener que soportar el peso de todo el conjunto (bomba, tubería, y el agua). Soportan una máximo de temperatura de 45 grados centígrados y son resistentes a reacciones químicas cuando se utiliza en aguas alcalinas.(EURORENOVABLES, 2019)

De igual manera, otra de las opciones que podemos utilizar como elemento de conducción del agua son las tuberías flexibles para pozos profundos las cuales podemos observar en la figura 3.7. El beneficio de la tubería flexible es la ausencia de acoples o uniones que dificultan la instalación y el desmontaje de la bomba ya que se puede sacar a mayor velocidad que estar desenroscando tubos individuales, este sistema se puede usar a un máximo de 100 metros de profundidad. Esta tubería es más liviana que los galvanizados, por lo tanto, mas fácil de maniobrar.



Figura 3. 7 tuberías flexibles
Fuente:(EUORENOVABLES, 2019)

Entre sus principales características se encuentran que su durabilidad es aproximadamente de 25 años, por lo tanto, es un gran ahorro en mano de obra ya que además es fácil de instalar, cuenta con racor rápidos elaborados en acero inoxidable 316, internamente la tubería cuenta con una superficie muy lisa, lo cual causa una disminución muy importante en la fricción por lo tanto aumenta la eficiencia del bombeo de agua. Además, podemos encontrar otras características muy importantes como lo muestra la tabla 3.3.

Tabla 3. 3 Características de tuberías flexibles

DATOS TÉCNICOS	
Características:	
• Diámetro nominal, m	32
• Espesor aproximado de la pared, m	2,0
• Peso aproximado por metro, g	240
• Presión de rotura, kg/c ²	45
• Límite de resistencia a la rotura por tracción, k	1.200
• Alargamiento en condiciones de trabajo	±1

Fuente: (EUORENOVABLES, 2019)

3.4. Protecciones

Las protecciones del motor deben ser confiables totalmente para que el sistema sea seguro tanto para los equipos como para las personas que están a sus alrededores. Entre las protecciones más comunes o cotidianas se encuentran los térmicos, breaker, guarda motor, variadores de velocidad

entre otros. Todos estos equipos son usados para un solo propósito en común, que es la protección del motor, ya sea esta protección de sobre corriente, sobretensión o bajo voltaje o un desfase.

Grundfos desarrolló especialmente para las bombas un equipo especializado en este tipo de bombas, la unidad de protección del motor MP 204 que podemos observar en la figura 3.8 la cual brinda una protección del motor que es tan confiable como fácil de usar. Protege su bomba las 24 horas del día y, además, le permite controlar su consumo de energía y sin perder de vista la facilidad de uso. Protege los motores de la bomba contra el bajo voltaje, la sobretensión y otras variaciones en la fuente de alimentación, lo que garantiza que la bomba continúe funcionando de manera constante. Los motores de la bomba también estarán protegidos contra el sobrecalentamiento que acompaña a tales variaciones y reduce la vida útil de la bomba. (GRUNDFOS, 2017, p. 51)



Figura 3. 8 Protección eléctrica MP-204
Fuente: (GRUNDFOS,2017)

El equipo de protección NP-204 que se muestra en la figura 3.6, consta de varias funciones de protección, los cuales va desde el análisis de corriente que esta consumiendo el motor, la temperatura, el consumo de energía, monitoreo de variaciones de tensión, medición de fugas a tierra entre otras funciones más como el análisis de factor de potencia y fallo de fases.

CAPÍTULO 4

RED ELÉCTRICA PARA UN SISTEMA DE BOMBEO SUMERGIBLE

4.1. Red de distribución eléctrica

El sistema de distribución eléctrica es la etapa final en el circuito desde la generación. El cual empieza en la generación eléctrica pasando por la transmisión y subtransmisión hasta llevar el suministro de electricidad a los usuarios finales como se puede observar en la figura 4.1. La red de distribución puede entregar electricidad en dos formas diferentes, tanto en media tensión (13.2 KV) como en baja tensión (240/120). Típicamente la red incluiría las líneas eléctricas y subestaciones transformadoras en media tensión y el cableado de distribución de bajo voltaje menor de 1 KV. (La comunidad de profesionales de ingeniería eléctrica, 2014)

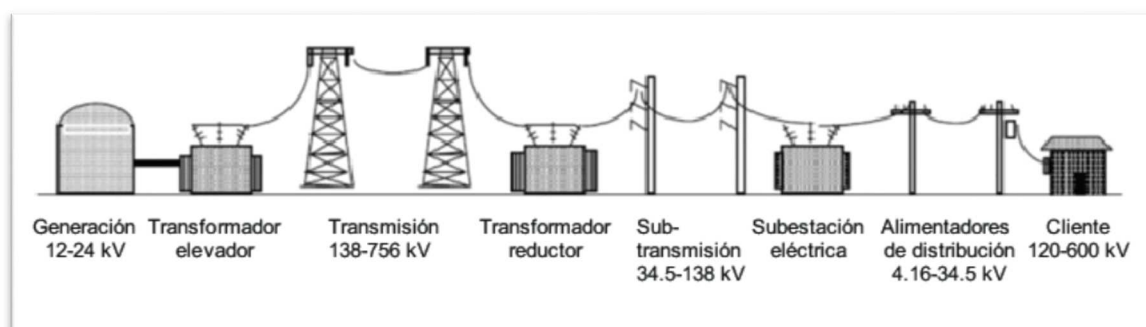


Figura 4. 1 Diagrama de distribución eléctrica
Fuente: (MONIR MIKATI, 2013)

En nuestro país podemos encontrar dos tipos de sistema de distribución, los cuáles son radiales o interconectadas. Un sistema radial se caracteriza por salir de una subestación eléctrica y recorre cierta distancia o área alrededor de la subestación sin estar conectada a otra subestación de distribución, normalmente las podemos encontrar en las zonas rurales las cuales recorre una gran distancia con cargas aisladas, por lo contrario una red interconectada como su nombre lo dice se encuentre interconectada con una o varias subestaciones, de esta manera se puede configurar el sistema eléctrico dependiendo las necesidades del momento, estas conexiones normalmente se encuentran en las ciudades las cuales no se pueden quedar sin energía en una emergencia, por lo tanto poseen un respaldo.

Las maniobras de los interruptores son controladas manual o remotamente ya que estos cuentan con un sistema de automatización y pueden ser controlados desde el centro de control. El sistema interconectado tiene varias ventajas y una de las principales es que en el momento de una emergencia o mantenimiento no es necesario desconectar el área por periodos largos de tiempo, sino que el área designada se conecta a otra subestación y sus actividades pueden seguir de maneras normal.

De la misma manera podemos encontrar dos tipos de acometidas de distribución, las cuáles son aéreas que las ponemos ver en los postes con las líneas de servicio público tradicionales y por el otro lado las instalaciones eléctricas subterráneas las cuales no podemos apreciar, pero cada vez son más utilizadas en regeneración urbana que usan un transformador Pad-mounted y cables aislados de cobre a diferencia de las aéreas que usan cables desnudos de aluminio.

4.2. Principales elementos de una red de distribución

Una red de distribución eléctrica es un sistema de distribución de energía, cuyo trabajo es el de abastecer de energía a todos los usuarios regulados del país, la cual cuenta con varios elementos en su conformación, entre ellos los postes, cables, transformadores y de igual manera elementos de protección, ya sean estos aisladores tipo pin o de cadena, pararrayos y caja porta fusibles entre otros.

4.2.1. Transformadores de media potencia

Los transformadores de mediana potencia de 3 a 50 MVA son utilizados para compatibilizar los niveles de tensión de la concesionaria de energía con aquellos de uso de los consumidores en general, o también solamente para los debidos ajustes de tensión necesarios para la funcionalidad de su propio sistema. Estos transformadores, debido a las características particulares entre las cuales podemos encontrar: potencia,

tensión nominal, frecuencia, entre otras características como lo podemos observar en la figura 4.1, son desarrollados de forma personalizada para cada aplicación pueden cumplir las particularidades exigidas por las concesionarias de energía y/o requisitos específicos de cada aplicación. (WEG S.A., 2015, p. 2)

Tabla 4. 1 Especificaciones Técnicas de los transformadores de 30/37,7MVA

Potencia	30000/37500 kVA	Tipo conmutacion	CST
Tensión nominal AT	69 kV	Taps	+/-2x2.5%
Tensión nominal BT	13.8 kV	Clase temperatura material aislante	E (120 °C)
Forma constructiva	Conservador con bolsa	Refrigeración	ONAF
NBI (AT)	350.0 kV	Material de los conductores AT/BT	Cu/Cu
Norma	NBR 5356	Elevación temperatura de los devanados	65.0 °C
Frecuencia	60.0 Hz	Elevación de temperatura devanados punto más caliente	80.0 °C
GRUPO CONEXION	Dyn1	Impedancia	12.5 %
Fase	Trifasico	Pérdidas en vacío	22.0 kW
Instalación	A la intemperie	Pérdidas totales	230.0 kW
Altitud máxima de instalación	1000.0 m	Corriente de excitación	0.5 %
Atmosfera	No agresiva	Nivel de ruido	75.0 dB
Temperatura ambiente máxima	40.0 °C	Descargas parciales	300.0 pC
Factor K	K1		

Fuente: (WEG S.A. 2015, p.2)

4.2.2. Conductores eléctricos

Los conductores de media y alta tensión son parte integral de la infraestructura de cada país en los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Por ello se les exige una alta disponibilidad de servicio, confiabilidad y seguridad al mismo tiempo se debe contar con cables de media y alta tensión en sus versiones estándar o hechos a medida, incluso desarrollar nuevos diseños dependiendo de sus distintos usos. (GENERAL CABLE, 2018, p. 77).

En los conductores eléctricos podemos encontrar diferentes familias de cables, entre ellas las más usadas son las siguientes:

Media tensión:

- HVTECK (Armado).
- XAT y EAT mono y multi-conductor.
- XAT / EVA mono y multi-conductor.

Alta tensión:

- HV CWS – Aluminio, HV CWS-Cobre.
- HV LS – Aluminio, HV LS – COBRE.

En la figura 4.2 se puede observar varias de las características principales de los cables de media y alta tensión, usados en instalaciones eléctricas subterráneas, entre las características más relevantes se encuentra que son conductores que retardan las llamas, poseen una resistencia mecánica alta, resisten la intemperie y puede soportar temperaturas de hasta 90 grados centígrados.



Figura 4. 2 Características de cables de media tensión (HVTECK) armado
Fuente: (General cable, 2018)

Este tipo de conductores son usados usualmente en la industria y en redes de distribución eléctricas urbana, ya que poseen un alto grado de seguridad y confiabilidad al poseer certificados de cumplimiento de normas como: IEEE, ICEA, CSA entre otras que garantizan el cumplimiento de las características principales que ofrece este tipo de cables. A continuación, en

la figura 4.3 se observan las partes principales de un conductor HVTECK armado.

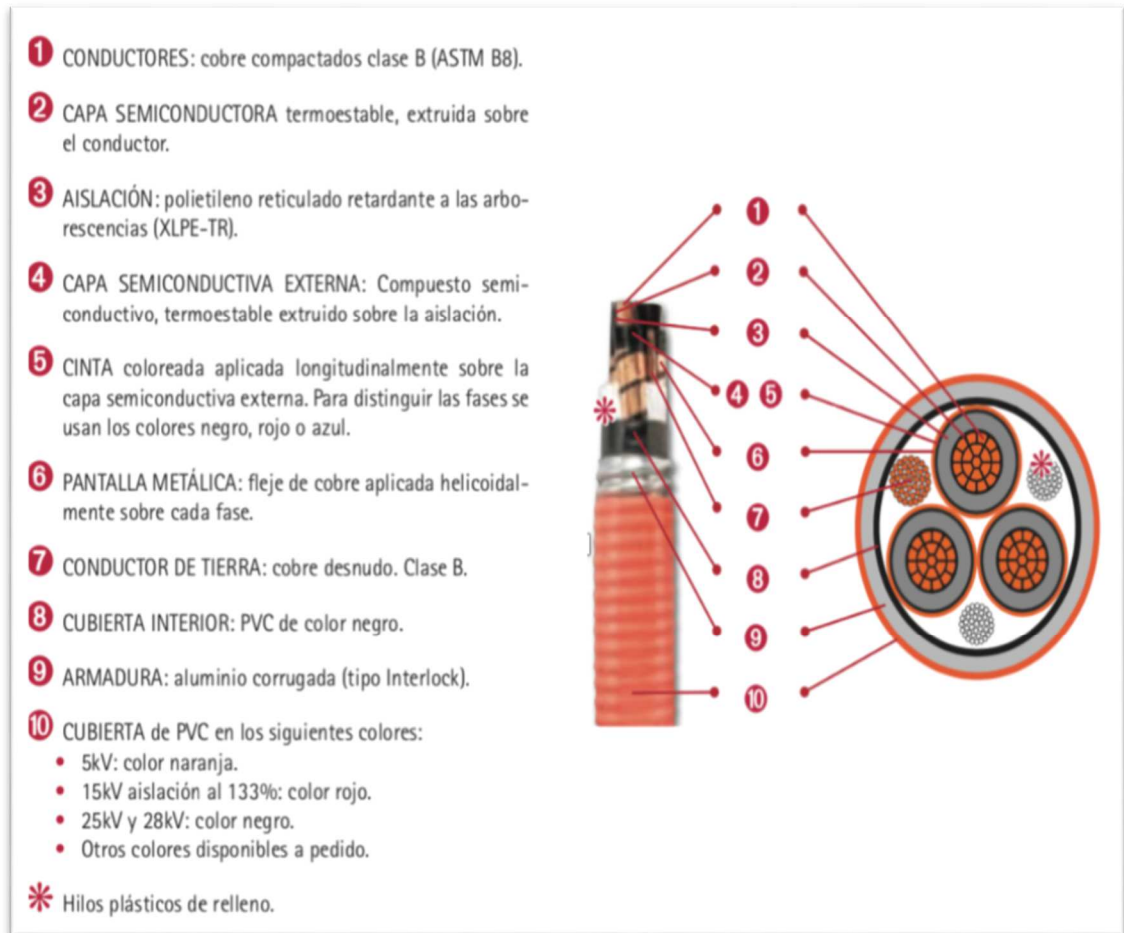


Figura 4. 3 Partes principales de conductor HVTECK
Fuente: (General Cable, 2018)

4.2.3. Aisladores de media tensión

Históricamente, los materiales más utilizados han sido la porcelana y de vidrio. Sin embargo, en la década de los 80 comenzó la instalación en número significativo de aisladores compuestos. Las características básicas que debe cumplir un material para poder ser empleado como aislador en infraestructuras de alta tensión es tener una resistividad alta y una gran resistencia mecánica. (Structuralia, 2018).

Varios de los aisladores más usados son fabricados de materiales como son la porcelana y el vidrio, ya sean estos los aisladores de tipo campana o de cadena, los cuales se logran observar en la figura 4.4 ya

ubicados cumpliendo su función y de igual manera los aisladores de barra que resisten un elevado esfuerzo de flexión y compresión.



Figura 4. 4 Aisladores tipo cadena para media tensión
Fuente: (Structulia, 2018)

4.2.4. Protecciones eléctricas de media tensión

Los dispositivos de protección controlan permanentemente el estado eléctrico de los elementos que componen un circuito MT-BT, y provocan la excitación de un dispositivo de apertura (p.ej. bobina de disparo de un disyuntor), cuando detectan una perturbación (cortocircuito, defecto de aislamiento, etc.). Los factores clave para un buen funcionamiento del sistema, es decir, conseguir aislar el defecto, son la fiabilidad de la medida, del aparato de conexión - desconexión (disyuntor) y del relé, así como el reglaje óptimo de la función de protección. (*PT071-Protecciones_en_MT.pdf*, s. f., p. 6)

El objetivo que todo elemento de protección debe cumplir son los siguientes:

- Mantener segura a las personas contra defectos eléctricos.
- Aumentar la vida útil de los equipos que se deterioran por fallas.
- Eliminar todo tipo de esfuerzo, ya sea este mecánico o térmico.
- Prevaler el servicio continuo del suministro eléctrico.

Los elementos de protección más comunes que se encuentran son las redes de distribución eléctrica, las cajas porta fusibles de 15KV la cual se puede observa en la figura 4.5 con su rotulado de partes y de igual manera los pararrayos tipo válvula de 10KV, los cuales son instalados en sistemas tanto

monofásicos como trifásicos, este tipo de protecciones se deben colocar en cada una de las fases por separado.

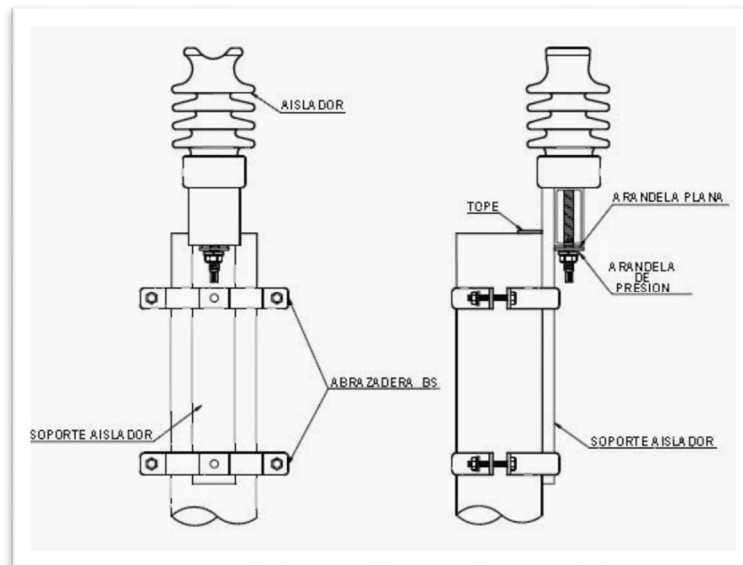


Figura 4. 5 Partes de caja porta fusible de 15KV
Fuente: (Unknown, 2013)

4.3. Características de un cuarto para banco de transformadores

Si la demanda total de cualquier inmueble es mayor a 30 KW el proyectista, constructor o propietario habilitará un cuarto destinado a alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores particularmente. También será responsable de proveer sus respectivos equipos de protección y accesorios, por razones de seguridad los cuartos de transformadores son de acceso restringido a personal calificado y no podrán ser utilizados para ningún otro fin.(CELEC EP, 2012)

Al necesitar cualquier requerimiento en el cuarto de transformadores ya sea para un mantenimiento o por una emergencia, la persona a cargo del trabajo debe hacer conocer a la empresa eléctrica sobre las actividades que desea realizar en dicho lugar, por lo menos con 48 horas de anticipación.

Un cuarto de transformadores debe estar ubicado en un lugar de fácil acceso para el personal encargado de la empresa eléctrica, ya sea esto para una inspección de rutina o para realizar cualquier trabajo realizado, por

razones de seguridad un cuarto de transformadores nunca debe estar ubicado sobre una cisterna o un reservorio de combustible.

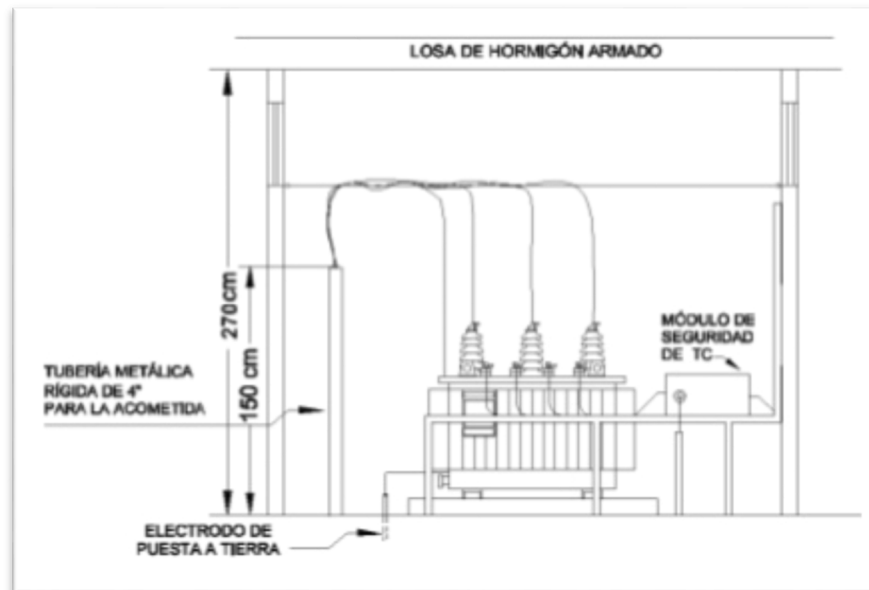


Figura 4. 6 Rotulación de partes de un cuarto de transformadores
Fuente: (CNEL, 2018)

El cuarto de transformadores debe ser construido de acuerdo con el reglamento de NATSIM, como se puede observar en la figura 4.6 el cuarto debe contar con una losa de hormigón a una altura mínima de 2.5 metros, con paredes de hormigón o de mampostería y columnas de hormigón armado. Para evitar la corrosión de las bases de los transformadores, se deberá construir sobre el piso una base de hormigón de por lo menos 10cm de espesor. Se debe contar con una ventilación adecuada para mantener una temperatura máxima de 40° centígrados. (CELEC EP, 2012).

Entre las características más importantes de un cuarto de transformadores se encuentran las siguientes:

- Ventilación correcta para evitar altas temperaturas.
- Rejas permanente tipo persianas para evitar el ingreso de objetos extraños.
- Las aperturas de ventilación deben ser equivalentes a 3 pulgadas cuadradas por cada KVA.
- Puerta de 2 metros de alto por uno de ancho como mínimo, construida de una plancha metálica de 1/16", con abatimiento al exterior.

- El área en metros cuadrados será determinada por la cantidad de KVA instalados como se puede observar en la tabla 4.2, de igual manera dependerá de si es un solo transformador trifásico o un banco de transformadores

Tabla 4. 2 Dimensiones de cuartos de transformadores según los KVA instalados

DIMENSIONES DEL CUARTO	CAPACIDADES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS
2.0 X 2.0 m	1 transformador monofásico de 75 KVA
2.0 x 2.5 m	1 transformador monofásico de 100 KVA
3.0 x 2.5 m	2 a 3 transformadores monofásicos de 150 KVA
4.0 x 3.0 m	3 transformador monofásicos de 300 KVA
5.0 x 3.5 m	3 transformador monofásicos de 750 KVA
6.0 x 3.5 m	3 transformador monofásicos de 1000 KVA
DIMENSIONES DEL CUARTO	CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO
2.5 x 2.5 m	1 transformador trifásico hasta 100 KVA
3.0 x 2.5 m	1 transformador trifásico hasta 150 KVA
3.0 x 3.0 m	1 transformador trifásico hasta 300 KVA
3.5 x 3.5 m	1 transformador trifásico hasta 750 KVA
4.0 x 4.0 m	1 transformador trifásico hasta 1000 KVA

Fuente: (CNEL, 2012)

4.3.1. Transformador

Los transformadores de distribución monofásicos son diseñados cumpliendo los requerimientos técnicos exigidos por las normas nacionales NTE INEN 2120 y las normas internacionales IEEE STD. C57. 12. 00, e IEC E0076 aptos para trabajar a la intemperie y de acuerdo con la capacidad son adecuados para instalar en poste o en subestación. (INATRA S.A., 2018)

Tabla 4. 3 Partes de los transformadores Monofásicos

Transformadores Monofásicos - Tipo Poste				
ITEM	Accesorios Del Equipo (INEN 2139: 2013)	CONV. ¹	CSP	CONM.
1	Bushing/terminal De Alto Voltaje (porcelana)	*	*	*
2	Bushing/terminal De Bajo Voltaje (porcelana)	*	*	*
3	Puesta A Tierra Del Terminal Neutro De Bajo Voltaje	*	*	*
4	Cambiador De Tomas Para Operación Desenergizada	*	*	*
5	Cambiador De Voltaje Dual	-	-	*
6	Descargador De Sobretensiones (alta Tensión)	-	*	-
7	Dispositivo Para Montaje De Pararrayos	*	*	*
8	Válvula - Alivio De Presión	*	*	*
9	Soporte Para Colgar En Poste	*	*	*
10	Orejas De Levantamiento	*	*	*
11	Placa De Identificación	*	*	*
12	Dispositivo De Puesta A Tierra Del Tanque	*	*	*
13	Marcación - Nivel Del Aceite	* / ***	* / ***	* / ***
14	Fusible De Expulsión	-	* / ***	-
15	Interruptor/disyuntor Baja Tensión Sumergido En Aceite	-	* / ***	-
16	Descargador De Sobretensiones (Baja Tensión)	-	**	-
17	Válvula Para Muestreo De Aceite	**	**	**

Notas:
 * Accesorios Normalizados.
 ** Accesorios Opcionales. (Por Solicitud Del Cliente)
 *** Accesorios Alojados En El Interior Del Transformador.
 (1) 1 Bushing Para Sistemas E GRD Y/E
 2 Bushing Para Sistemas E/E Y

Fuente: (INATRA S.A., 2018)

Los transformadores monofásicos son fabricados con diferentes características y partes según sea el requerimiento del usuario, las cuales se pueden observar en la tabla 4.3. a su vez este tipo de transformadores se dividen en dos principales tipos:

- Convencionales, sin protecciones y con uno o dos bushings en alta tensión de acuerdo al modo de trabajo, es decir, individual o en banco.

- Autoprotegidos (CSP), incluyen pararrayo, fusible de expulsión para media tensión y breaker de baja tensión, además poseen luz piloto para indicar condiciones de sobrecarga.

4.3.2. Conductores eléctricos de baja tensión

Un conductor eléctrico es un elemento diseñado y fabricado para conducir electricidad de un punto a otro. Entre los principales materiales para su fabricación se encuentra el cobre y el aluminio, los cuáles son seleccionados para este trabajo por sus grandes propiedades al conducir energía eléctrica. Entre los dos elementos el cobre posee una mejor conductividad eléctrica, pero al mismo tiempo con un costo mayor sobre el aluminio.

La conformación de un cable eléctrico consta de cuatro partes principales, las cuales son:

- Conductor eléctrico: El núcleo de cable, el cuál es el encargado de la conducción eléctrica de aluminio o cobre, se pueden encontrar de varios hilos de uno solo.
- Aislamiento: Se encuentra en la parte externa de conductor, el cual es encargado de mantener el aislamiento eléctrico, térmico y de la seguridad del sistema como tal.
- Capa de relleno: El encargado de mantener la forma del conductor, ya que se puede llegar a deformar o unirse cuando poseen más de un hilo.
- Cubierta: Es la última capa del conductor tipo esmalte que protege el cable de los factores externos.

Entre los principales conductores eléctricos se encuentran: conductor de alambre desnudo, conductor de alambre aislado, conductor de cable flexible,

conductor de cordón o multipolar. Este último está conformado de dos o más alambres aislados o cables flexibles en un solo cuerpo exterior.

De la misma manera los distintos calibres de conductores eléctricos y los distintos tipos de aislamiento dependiendo del trabajo a realizar dependiendo de sus abreviaciones en inglés se pueden determinar los aislamientos tipos THN, THW, THHW y THWN como se observa en la figura 4.7.

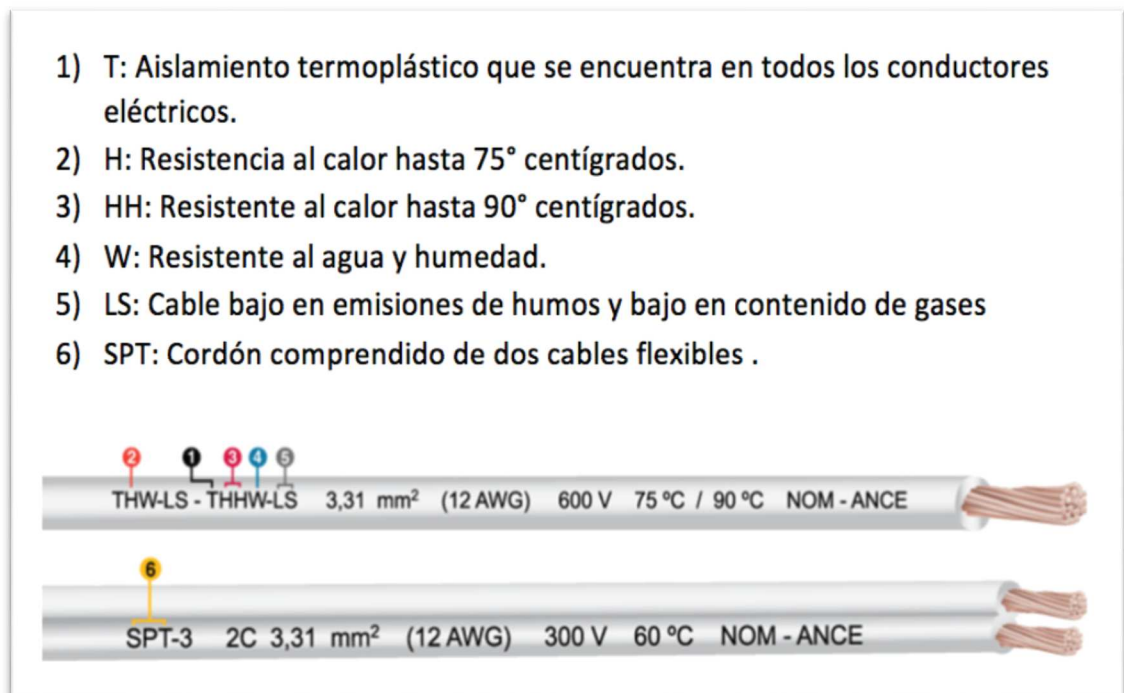


Figura 4. 7 Nomenclatura de cables de baja tensión
Fuente: (CONELSA S.A., 2017)

4.4. Mantenimientos de transformadores

Como en todo equipo o máquina los transformadores eléctricos necesitan de un correcto mantenimiento, para así poder extender al máximo su vida útil. De igual manera se recomienda que las tensiones no se encuentren fuera de sus límites y que su aceite dieléctrico sea de una excelente calidad y cumpla con los parámetros necesarios.

La salida de un transformador del sistema eléctrico al que está conectado ocasiona por lo general pérdidas de producción considerables,

así como otros inconvenientes. Por esta razón, es importante asegurar un funcionamiento libre de fallas del transformador, a través de un programa de mantenimiento que esté bien estructurado y que sea fielmente llevado a cabo. La inspección periódica ayuda a detectar condiciones anormales de un transformador y sus partes antes de que los daños sean mayores. (PROLEC S.A., 2007)

Todo trabajo de mantenimiento en los transformadores o inspecciones, deben ser llevados a cabo con el máximo cuidado y con estrictas normas de seguridad, entre las más relevantes como están: desconexión de los transformadores de toda fuente posible de corriente y a su vez el aterrizaje de cada una de sus fases y terminales, tanto del lado de alta como en de baja.

En caso de requerir trabajar en el interior del tanque se debe tener en cuenta que la presión interna del transformador es alta, por lo cuál se debe reducir mediante el uso de la válvula de alivio o el tapón de aceite, antes de proceder a retirar la tapa principal del tanque. Al concluir, los trabajos se debe inspeccionar el tanque, ya que no pueden quedar objetos extraños dentro del transformador al energizar.

4.4.1. Procedimientos para los mantenimientos

El transformador siendo un dispositivo estático, puede ser sometido a condiciones de operación que exceden las especificaciones. Dependiendo de la duración de estas, puede generarse una disminución de su expectativa de vida útil. Cuando se encuentre un daño en el transformador y éste no puede ser reparado en el campo, debe enviarse al taller de servicio ó a la fábrica. Al enviar el transformador al taller de servicio por cualquier motivo, es recomendable hacer una inspección cuidadosa de todas sus partes, para así, en un mismo servicio, hacer todas las reparaciones necesarias o reposición de partes envejecidas prematuramente. (PROLEC, 2007, p. 15)

Se recomienda en una reparación evaluar mejoras adicionales como:

- Pintar el tanque.
- Cambiar empaques, en especial los de cubierta y tapa de registro.
- Revisar el nivel y las condiciones del aceite
- Revisar hermeticidad y el apriete de tornillos.

4.4.2. Mantenimiento preventivo

En función del tamaño del transformador y de la importancia del servicio puede ser necesario someterlo a un programa periódico de mantenimiento preventivo, que incluya una inspección del mismo, así como pruebas eléctricas, con el fin de garantizar su óptimo y continuo funcionamiento. Es recomendable una inspección visual periódica de las partes externas del transformador al menos cada dos años. En esta inspección se deberán tomar las precauciones y medidas necesarias sobre seguridad. (Prolec, 2007, p. 16)



Figura 4. 8 Realización de mantenimiento preventivo
Fuente: (TRANSFORMADORES, 2019)

En la figura 4.8 se observa la realización de un mantenimiento preventivo el cual se encarga de inspeccionar los siguientes puntos.

- Las boquillas de media tensión.
- Las boquillas de baja tensión y la conexión de los cables.
- Los accesorios de protección.
- Los seccionadores.
- La condición del recubrimiento.
- La hermeticidad.
- Los empaques
- Las válvulas y dispositivos para filtro prensa, drenaje y muestreo.

4.4.3. Mantenimiento correctivo

Entre las principales fallas que se puede encontrar en un transformador relacionadas con un mantenimiento correctivo se encuentra el deterioro del aceite dieléctrico, fallas de cualquiera de los equipos auxiliares y fallas de el devanado del transformador.

El deterioro del aceite aislante se debe a la humedad, las temperaturas y el oxígeno, ya que se desencadena una reacción química. De igual manera, el contenido de agua en el aceite dieléctrico no debe ser mayor a 1000 ppm y el nivel de humedad debe ser menor o igual a 40 ppm. De esta manera el aceite no se ve afectado y conserva todas sus propiedades aislantes. Otros de los puntos a inspeccionar en la revisión de aceite es la rigidez eléctrica, acidez y presencia de lodos.

Para poder concluir que un aceite es obsoleto se deben superar ciertos valores como son:

- Contenido de humedad mayor a 65 ppm.
- Acidez igual o mayor a 0.2 mg.
- Rigidez dieléctrica menor a 22 KV.
- Tensión interraccional, 16 dinas/cm o menor.
- Presencia de lodos.

Al cumplir con uno o varios de estos rangos de medición se debe determinar que el aceite debe ser descartado y reemplazado por un nuevo aceite dieléctrico. Para lo cual se deben seguir con los siguientes pasos, para no causar ningún tipo de daño al transformador. Como se muestra en la figura 4.9. en la cual se realiza un mantenimiento correctivo al transformador.

- Drenar el aceite.
- Sacar el conjunto de bobina y núcleo.
- Limpiar el tanque en su interior.
- Limpiar la parte viva y seca.
- Ensamblar parte viva del tanque.
- Llenar el transformador en vacío, con aceite nuevo.
- Dejar cámara de aire con respecto a los niveles de aceite.
- Probar la hermeticidad con presión positiva de 0.7 kg/cm².

CAPÍTULO 5

NORMATIVIDAD

5.1. Normativas de recursos hídricos

La ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, establece en el artículo 1, la naturaleza jurídica de los recursos hídricos, la cual determina que, los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria. (ASAMBLEA NACIONAL, 2014)

A su vez, establece en el artículo 4 los principios de esta ley de fundamentan de la siguiente manera:

- La integración de todas las aguas, sean estas superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas.
- El agua como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad.
- El agua como bien de dominio público es inalienable, imprescriptible e inembargable.
- El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua.
- El acceso al agua es un derecho humano.
- El Estado garantiza el acceso equitativo al agua.

- El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua.
- La gestión del agua es pública o comunitaria.

De igual manera en el artículo 117.- el cual habla sobre el uso y aprovechamiento de aguas subterráneas, se deberá contar con la respectiva licencia otorgada por la Autoridad Única del Agua. En caso de encontrarlas, se requerirá la autorización para su uso o aprovechamiento productivo sujeto a los siguientes requisitos:

- Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni la calidad del agua ni al área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería.
- Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general, con otras afloraciones preexistentes.

Para el efecto, la Autoridad Única del Agua requerirá de quien solicita su uso o aprovechamiento, la presentación de los estudios pertinentes que justifiquen el cumplimiento de las indicadas condiciones cuyo detalle y parámetro se establecerán en el Reglamento de esta Ley.

A su vez la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) en su Artículo 118.- Corresponsabilidad en la conservación del agua subterránea. Los sistemas comunitarios, juntas de agua potable, juntas de riego y los usuarios del agua son corresponsables con el Estado en la protección, conservación y manejo del agua subterránea. (*SENAGUA-AguasSubterraneas.pdf*, s. f., p. 7)

Art. 117.- Uso y aprovechamiento. Para la exploración y floración de aguas subterráneas, se deberá contar con la respectiva licencia otorgada por la Autoridad Única del Agua. En caso de encontrarlas, se requerirá la autorización para su uso o aprovechamiento productivo sujeto a los siguientes requisitos:

- a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni la calidad del agua ni al área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería.
- b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general, con otras floraciones preexistentes.

5.2. Aprobación por parte de CENEL Manabí

Todos los proyectos eléctricos deberán ser presentados para su aprobación e inicio de la construcción a través de los canales de atención al cliente: portal web o balcón de servicio, cumpliendo con las alineaciones técnicas CNEL EP para diseños y construcción. Especificaciones técnicas de materiales y equipos para el sistema de distribución dispuesta por el MEER. Los proyectos eléctricos para la aprobación deberán ser clasificados en función de las cargas de acuerdo con la tabla 5.1. (*PROCEDIMIENTO PARA APROBACIÓN, RECEPCIÓN Y ENERGIZACIÓN DE PROYECTO ELÉCTRICO*, 2016).

Tabla 5. 1 Tipos de proyectos eléctricos según los KW

Tipo de proyecto		
Tipo I	Tipo II	Tipo III
≤ 10 KW	$>10 - \leq 1000$ KW	> 1000 KW

Fuente: (CNEL EP, 2018)

Para la aprobación de un proyecto eléctrico tipo II es necesario cumplir con los siguientes requisitos que exige CNEL EP:


- Solicitud de revisión y aprobación de proyecto eléctricos en formato FO-TEC-CTR-001.
- Cédula de ciudadanía de la persona natural o copia del nombramiento del representante legal de la persona jurídica.
- Presentar registro de la propiedad donde se ubica el terreno, vigencia máxima de 6 meses.
- Esquema de ubicación geográfica del proyecto referido al sistema eléctrico de CNEL EP.
- Diseño eléctrico elaborado por un proyectista.

Tabla 5. 2 Código y descripción de formatos para aprobación del proyecto eléctrico

Código	Nombre o Descripción
FO-TEC-CTR- 01	Verificación de Calidad de Materiales en Construcción de Obras de Subtransmisión y Distribución.
FO-TEC-CTR- 02	Verificación de Calidad de Equipos en Construcción de Obras de Subtransmisión y Distribución.
FO-TEC-CTR- 03	Registro de Cumplimiento de Calidad de Materiales y Equipos en Construcción de Obras de Subtransmisión y Distribución.
FO-TEC-CTR-010	Acta de entrega y recepción de documentos habilitantes.

FUENTE: (CNEL, 2017)

Al presentar la carpeta con la documentación necesaria se deben adjuntar los documentos físicos originales que se muestran en la tabla 5.2, más dos copias en formato A4, adicional a esto un CD con el archivo en digital, los únicos documentos que se pueden aceptar en un formato diferente al A4 son: planos eléctricos, planos civiles y arquitectónicos, los cuales deben ser presentados preferiblemente en formato A1. Esta terminantemente prohibido aceptar hojas manchadas o con escritura sobrepuesta. En la figura 5.1 se observa el procedimiento para la aprobación de un proyecto eléctrico ya sea este una actualización, eliminación o una elaboración.

	PROCEDIMIENTO PARA LA APROBACIÓN, PERMISO DE INICIO DE CONSTRUCCIÓN, RECEPCIÓN Y ENERGIZACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS			Código: PR-TEC-CTR-002
				Versión: 01
Elaborado por: TEC/COM/PLA/CDG	Revisado por: TEC/COM/PLA	Aprobado por: GG	Fecha de Emisión: 2016-02-22	

Datos generales del documento				
ELABORACIÓN	X	ACTUALIZACIÓN	ELIMINACIÓN	
Nombre del documento:	Procedimiento para la aprobación, inicio de construcción, recepción y energización de proyectos eléctricos			
Código:	PR-TEC-CTR-002			
Versión:	01			
Proceso / Subproceso:	Gestión Técnica/Ingeniería y Construcciones.			
Observación:	-			

Figura 5. 1 Procedimiento para la aprobación de proyecto eléctrico
Fuente: (CNEL EP, 2016)

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS GEOELÉCTRICO Y PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

6.1 Introducción

En todo tipo de proyecto ya sea eléctrico, mecánico o de cualquier otro campo de acción, es fundamental el análisis del problema y de la información actual con la que se cuenta, para así determinar la mejor opción que se pueda tomar, por esta razón se elaboró un levantamiento de carga con la finalidad de realizar los cálculos respectivos para el cambio de sistema monofásico a trifásico en la estación de bombeo de aguas subterráneas en la ciudad de Montecristi (Latitud -1,0281 y longitud-80,6897).

6.2. Ubicación y emplazamiento



Figura 6. 1 Ubicación de los pozos de agua
Fuente: el Autor

El siguiente proyecto de diseño de red trifásica se lleva acabo en el cantón de Montecristi, Provincia de Manabí, específicamente en el sector de Colorado, misma que se encuentra en el kilometro 1 ½ vía a la comuna Los Corrales como se muestra en la figura 6.1, la cual muestra la vista aérea de la estación de bombeo de aguas subterráneas.

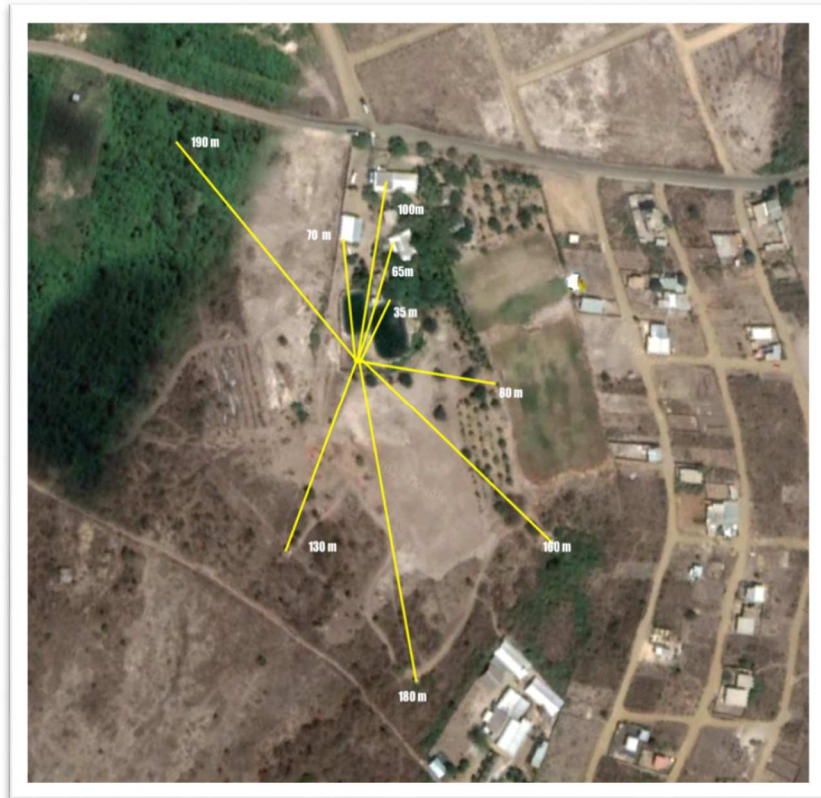


Figura 6. 2 Distancias entre los pozos y el reservorio principal
Fuente: El Autor

Los pozos perforados de agua se encuentran en distintos lugares de la propiedad, como se puede observar en la figura 6.2 que muestra los distintos pozos y los puntos de bombeo de agua desde los reservorios a los tanqueros para su distribución y comercialización en toda la ciudad y sus alrededores, a su vez en dichos puntos se encontraran los paneles de disyuntores necesarios para llevar acabo todas las operaciones necesarias.

6.3 Estudio freático del suelo

Según los estudios realizados, mediante la técnica de medición geofísica basado en el método Geo-eléctrico midiendo la resistividad del subsuelo con sondeo eléctrico vertical conocidos como SEV. Se puede establecer que el subsuelo investigado esta conformado por los siguientes estratos A, B, C y D. Los cuales mediante el análisis y la formulación respectiva arrojaron los siguientes datos en el espesor de la capa y la resistencia por metro como lo muestra la tabla 6.1 a continuación.

Tabla 6.1 Resultados de sondeo geoelectrico

RESULTADOS GEOELÉCTRICOS			
ESTRATO	ESPESOR (m)	Ra (Ohmio-m)	CORRELACIÓN HIDROGEOLOGICA
A	2,0 - 4,0	6,3 - 30,0	Cobertura superficial, sin saturación de agua
B	11,1 - 11,8	22,0 - 43,0	Permeabilidad baja, sin saturación de agua
C	36,0 - 42,0	6,5 - 7,2	Permeabilidad baja, con saturación de agua
D	NO DETERMINADO	50,0 - 60,0	Permeabilidad muy baja, con saturación de agua en fracturas y fisuras. Potencial de acuífero muy bajo

Fuente: (Jorge Pérez, 2007)

Se puede establecer por lo propuesto en los resultados geofísicos, para el aprovechamiento de agua subterráneas se recomienda: una perforación de un pozo exploratorio de 60m de profundidad y diámetro de 8 pulgadas de perforación y un encamisado de 6 pulgadas de diámetro, el mismo que debe ser ubicado en el sitio SEV-3, con la recomendación de un máximo de alejamiento de 15 metros del punto. Esta decisión se tomo en base a la comparación de el SEV 1, SEV 2 y SEV 3 los cuales se encuentran detallado a continuación en la tabla 6.2, entre ellos el SEV tres revelo mayores posibilidades de éxito en la extracción de agua subterránea.

Se deja constancia de que la cantidad y calidad de agua no es garantizada con los resultados de la prospección geofísica, ya que para esto se debe realizar las pruebas respectivas de bombeo, las cuales siempre se deben realizar en la fase final de perforación de los pozos profundos, pero basándose en pozos cercanos al sector, se proyecta un bombeo de aproximadamente 0.5 l/s.

Tabla 6. 2 Comparación de los SEV estudiados

SEV-1			
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	Ra (Ohmio-m)	ESTRATO GEO-ELÉCTRICO
1,2	1,2	11,3	A
3,5	2,3	6,3	
15,3	11,8	22,0	B
51,3	36,0	6,6	C
		50,0	D

SEV-2			
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	Ra (Ohmio-m)	ESTRATO GEO-ELÉCTRICO
1,4	1,4	30,0	A
4,0	2,6	22,0	
15,1	11,1	41,0	B
54,6	39,5	6,5	C
		55,0	D

SEV-3			
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	Ra (Ohmio-m)	ESTRATO GEO-ELÉCTRICO
2,0	2,0	9,0	A
13,7	11,7	43,0	B
55,7	42,0	7,2	C
		60,0	D

Fuente: (Jorge Pérez, 2007)

6.4. Especificaciones técnicas

En el punto de perforación recomendada se atravesará por distintos tipos de materiales tanto de dureza alta y baja por lo que se considera una perforación relativamente complicada, por lo que se recomienda una máquina con las capacidades adecuadas de rotación directa.

El tipo de tubería ciega se recomienda de PVC – P E/C, ya que es resistentes a la corrosión y para poder garantizar su resistencia mecánica se recomienda que el espesor sea mínimo de 1.25 Mpa, con filtros de empaque de grava que deberá realizarse con circulación de agua para evitar vacíos o derrumbes.

Los ensayos de bombeo para determinar la producción del pozo se efectúan mediante la inyección de agua y aire a presión hasta que salga agua limpia y libre de impurezas. Al optar por un ensayo de caudal constante

entre 8 y 12 horas de duración con bombas sumergibles tipo lapicero. Se debe llevar un control de los niveles de bombeo en los siguientes tiempos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 150, 180, 240, y así sucesivamente hasta llegar a los 720 min.

En caso de que no se logre un bombeo constante y estable, se debe realizar la prueba nuevamente hasta conseguirlo, de igual manera se debe probar el pozo con una bomba de mayor caudal si este presenta síntomas de mayor producción. Dichas pruebas se deben realizar en el SEV 3 el cual se encuentra en el centro de la zona sometida a estudio, como lo muestra la figura 6.1.

Después de obtener los datos que se muestran en la tabla 6.3, los cuales se obtuvieron al realizar la prueba de bombeo continuo en los diferentes pozos. Durante el proceso de determinación de caudal se debe tomar muestras de agua para su análisis fisicoquímico y para el análisis bacteriológico. Los resultados deberán ser consistente con los parámetros de la norma INEN de calidad de agua para consumo huma

Tabla 6. 3 Profundidades y caudales de los pozos

POZO	PROFUNDIDAD	CAUDAL
<i>POZO #1</i>	<i>50 M</i>	<i>6 L/S</i>
<i>POZO #2</i>	<i>65 M</i>	<i>2,5L/S</i>
<i>POZO #3</i>	<i>50 M</i>	<i>4.5 L/S</i>
<i>POZO #4</i>	<i>60 M</i>	<i>3 L/S</i>
<i>POZO #5</i>	<i>70 M</i>	<i>2 L/S</i>
<i>POZO #6</i>	<i>70 M</i>	<i>1,5 L/S</i>

Fuente: El Autor

Basados en la prueba de bombeo continuo se puede determinar que el pozo número 1 tiene una producción de extracción de agua de aproximadamente 6 l/s, por los que es recomendable el uso de una bomba de 10 hp con una turbina de 90 galones.

CAPÍTULO 7

SELECCIONAMIENTO DE MOTORES Y TURBINAS SUMERGIBLES

7.1 Caudales de los diferentes puntos de bombeo

Como se dijo en capítulos atrás, el caudal de los pozos subterráneos de agua no se determina únicamente con el estudio geoelectrico, por lo contrario, al determinar un punto de perforación factible la única forma de determinar cantidad y calidad de agua es con las respectivas pruebas de bombeo mediante el uso de pozos exploratorios.

Para las pruebas de rendimiento de agua, se debe cumplir con un proceso de bombeo continuo hasta lograr la estabilización del flujo del agua, mediante un proceso de control cada minuto los primeros 10 minutos, y después de esto en un intervalo de 5 minutos hasta llegar a la media hora, cada 10 minutos hasta llegar a la primera hora y media de bombeo, y por último cada media hora hasta llegar a las 12 horas de bombeo continuo y estable.

Los caudales establecidos por los estudios de bombeo en los diferentes pozos perforados dieron una variación entre 1 litros por segundo a un máximo de 6 litros por segundo en el pozo con mayor caudal de agua, de igual manera las diferentes profundidades de cada uno de los pozos van desde los 50 metros hasta los 70 metros de profundidad. Como se puede observar en la siguiente tabla.

7.2. Equipos elegidos

Con los datos que se observan en la tabla 8.1, se procederá a determinar el motor y tipo de turbina que se necesita instalar para extraer la cantidad de agua desea y a la profundidad necesaria a la cual se debe instalar el equipo sumergible. Tomando como referencias las tablas de los equipos Pedrollo, los cuales cuentan con los siguientes modelos de turbina:

4SR7G, 4SR10G, 4SR13G, 4SR25G, 4SR33G, 4SR45G, 4SR60G, 4SR75G
Y 4SR90G.

Los equipos usados en los diferentes pozos son los siguientes:

- Pozo #1 se requiere extraer un caudal de 6 l/s ,lo cual corresponde a 360 l/min por lo que se requiere el uso de un motor de 10 HP-240v-trifásico de 3450 rpm a 60 Hz y una turbina 4SR90G.
- Pozo #2 se requiere extraer un caudal de 2,5 l/s, lo cual corresponde a 150 l/min por lo que se requiere el uso de un motor de 3 HP-240v-trifásico de 3450 rpm a 60 Hz y una turbina 4SR33G.
- Pozo #3 se requiere extraer un caudal de 4,5 l/s, lo cual corresponde a 270 l/min por lo que se requiere el uso de un motor de 5 HP-240v-trifásico de 3450 rpm a 60 Hz y una turbina 4SR75G.
- Pozo #4 se requiere extraer un caudal de 3 l/s, lo cual corresponde a 180 l/min por lo que se requiere el uso de un motor de 5 HP-240v-trifásico de 3450 rpm a 60 Hz y una turbina 4SR75G.
- Pozo #5 se requiere extraer un caudal de 2 l/s, lo cual corresponde a 120 l/min por lo que se requiere el uso de un motor de 3 HP-240v-trifásico de 3450 rpm a 60 Hz y una turbina 4SR33G.
- Pozo #6 se requiere extraer un caudal de 1,5 l/s, lo cual corresponde a 90 l/min por lo que se requiere el uso de un motor de 2 HP-240v-trifásico de 3450 rpm a 60 Hz y una turbina 4SR33G.

Estos datos se determinaron mediante el estudio de las gráficas de curvas y datos de prestaciones de cada una de las turbinas que posee el fabricante, como se puede observar en la figura 7.1. en la cual se muestra el análisis para la selección de una turbina de 90 galones y un motor de 10 hp

para un pozo que se encuentra a 50 metros de profundidad y se requiere extraer un caudal de 6 L/S/ aproximadamente

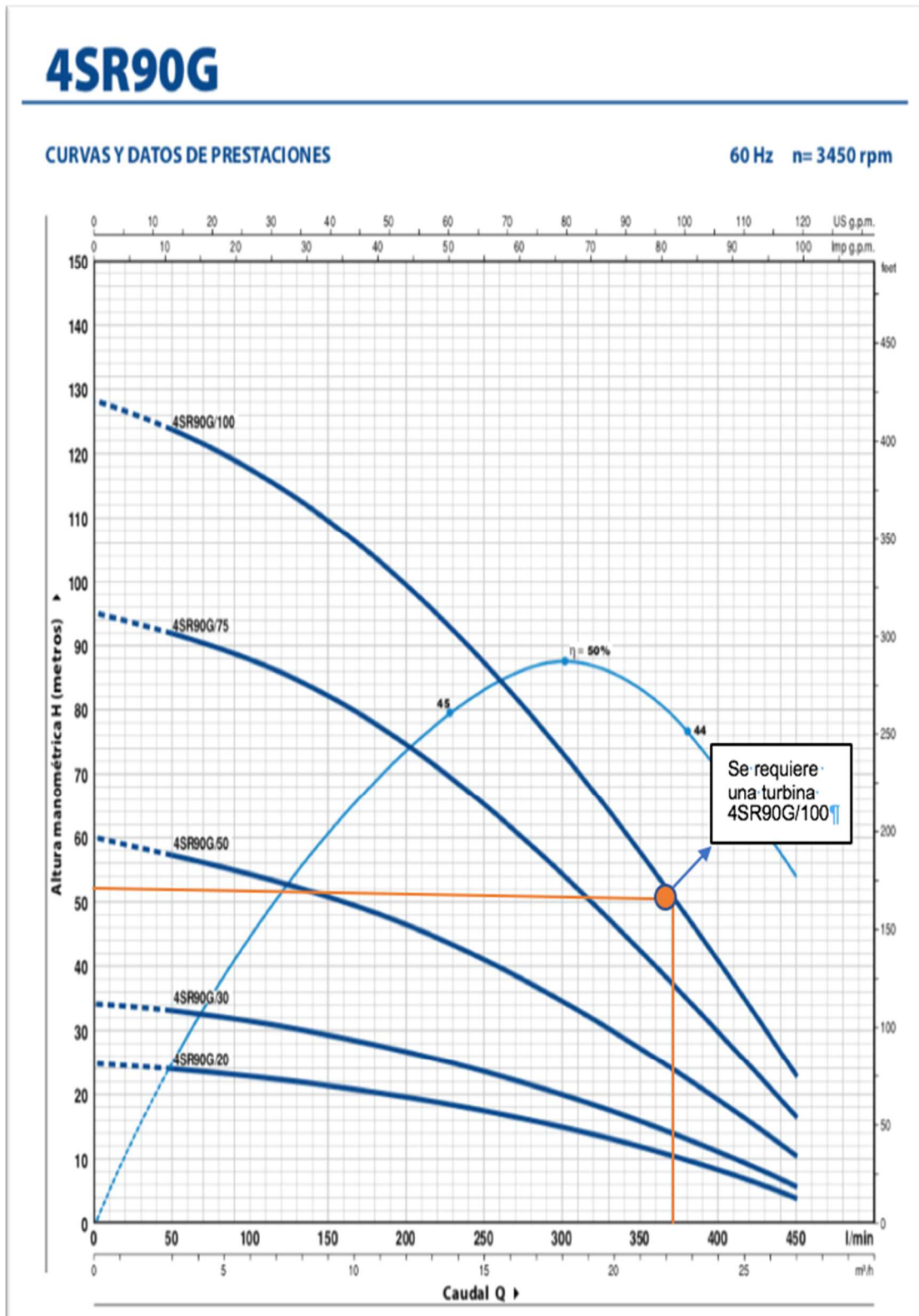


Figura 7. 1 Curvas de turbina 4SR90G
Fuente: El Autor

Al realizar las interpretaciones de cada una de las tablas se puede seleccionar el caudal y la profundidad requerida y así se puede elegir de una manera correcta el motor y la turbina, logrando una mayor eficiencia y evitando el sobredimensionamiento de los motores , en la siguiente tabla 7.1 se observa la selección de dichos motores y turbinas.

Tabla 7. 1 Selección de motores y turbinas

POZO	CAUDALES	PROFUNDIDAD	MOTOR	TURBINAS
1	6 L/S	50 m	10HP-240V	4SR90G
2	2,5 L/S	65 m	3HP-240V	4SR33G
3	4,5 L/S	50 m	5HP-240V	4SR75G
4	3 L/S	60 m	5HP-240V	4SR75G
5	2 L/S	70 m	3HP-240V	4SR33G
6	1,5 L/S	70 m	2HP-240V	4SR33G

Fuente: El Autor

CAPÍTULO 8

DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA TRIFÁSICA

8.1. Descripción de los equipos existentes en la actualidad

En la actualidad, se cuenta con dos transformadores de 25 KVA y 50 KVA respectivamente, para alimentar todos los equipos eléctricos existentes en la estación de bombeo de aguas subterráneas, entre los cuales resaltan dos tipos principales de sistema de bombas:

Bombas sumergibles tipo lapicero.

- 2 bombas 1HP, Monofásico.
- 3 bomba 2 HP, Monofásico.
- 5 bombas 5 HP, Monofásico.

Bombas estacionarias o convencionales.

- 7 bombas Pedrollo 2 HP, Monofásico.
- 1 bomba 3 HP, Monofásico.

Aproximado de cargas adicionales.

- 100 amperios (Oficinas y suite).

8.2 Diseño de las instalaciones eléctricas

Para el proyecto de rediseño de la red eléctrica trifásica se requiere traer dos fases faltantes del circuito eléctrico desde el punto de interconexión ubicado a las afueras de la propiedad, hasta el punto donde se realizará la construcción del cuarto de transformadores, el cuál se encuentra a 100m aproximadamente. Se requiere la instalación de las protecciones eléctricas de media tensión por cada una de las fases, entre las cuales se encuentra: un pararrayos de 10KV tipo válvula y una caja porta fusibles.

La capacidad del banco de transformadores ha sido calculada tomando en cuenta el levantamiento de cargas realizado, para así poder calcular la demanda requerida aproximada, dicho análisis reveló que los

transformadores necesarios a instalar son tres transformadores monofásicos de 37,5 KVA de capacidad cada uno de ellos, para así poder dejar una flexibilidad en el sistema para futuras instalaciones de nuevos motores o cargas adicionales.

Se determinó que la conexión más factible para este banco de transformadores en una conexión delta-delta ($\Delta - \Delta$), ya que los motores trabajan a con un voltaje de 240 voltios como se muestra en la figura 8.1. Otras de las principales razones por la que se eligió este tipo de conexión es por que la mayoría de las cargas en el lugar son trifásicas, por lo tanto, una conexión estrella triángulo no era de mucha ayuda para el balanceo de cargas, por razón de que las cargas monofásicas son mínimas.

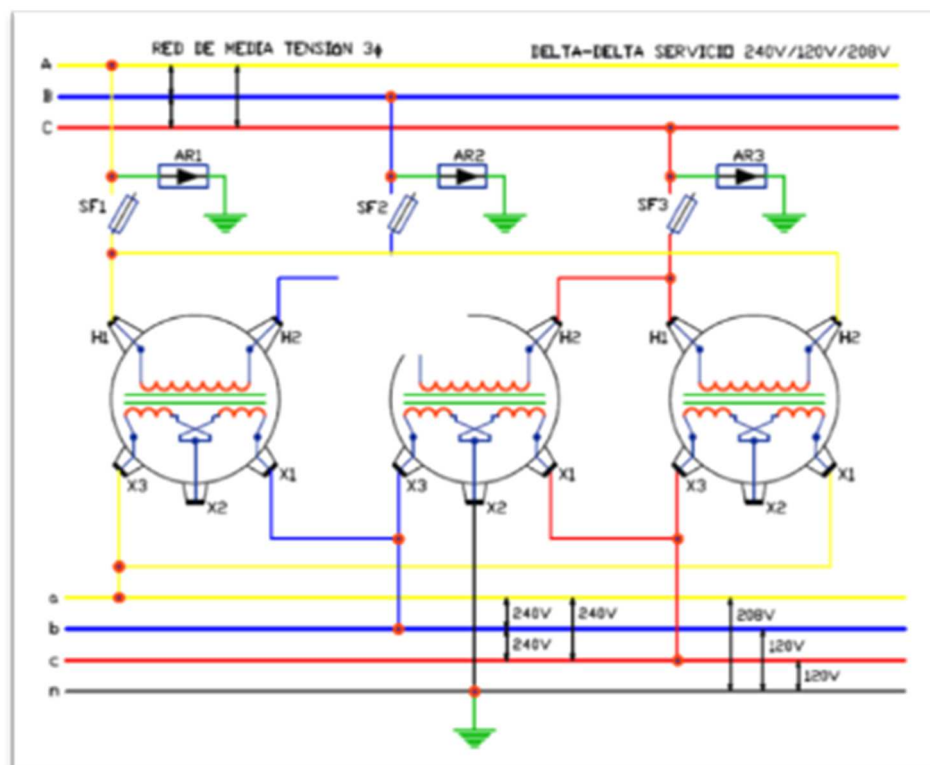


Figura 8. 1 Conexión delta - delta de banco de transformador
Fuente: (FARADAYOS, 2015)

Tomando en cuenta el reglamento del NATSIM se diseñó el cuarto de transformadores de acuerdo con lo establecido, según la capacidad total del banco se determinó un cuarto de transformación con las siguientes características:

- Dimensiones de 3 x 4 metros.
- Paredes de hormigón o mampostería.
- Losa en la parte superior a una altura mínima de 2,5m.
- Base para los transformadores de un mínimo de 10cm de altura.
- Ventilación adecuada para mantener una temperatura máxima de 40°C, áreas de ventilación de 3 pulgadas cuadradas por cada KVA.
- Puerta de 2 metro de alto por una de ancho y 1/16 pulgadas de espesor, con abatimiento hacia el exterior y dispositivo para instalar el sello de seguridad.
- Mínimo un punto de luz de 120 voltios, energizada desde el panel de servicios.

Para la alimentación del cuarto de transformadores se requiere el uso de ductos subterráneos, los cuales serán de 4 pulgadas de diámetro de tubería rígida metálica. Pasando por una caja de paso de hormigón de (80x80x80) cm.

Para la acometida de media tensión se necesitará un conductor número 2 de cobre AWG-XAT/EVA 15KV por cada fase y el neutro. Desde la caja porta fusibles hasta los bushings de media tensión del transformador, o lado primario. Para el lado secundario o bushings de baja tensión se requiere dos conductores de cobre THHN-AWG número 300 por cada fase y de igual manera para el neutro de circuito, estos conductores van desde el lado de baja tensión del transformador hasta el panel principal de distribución eléctrica.

Para la elaboración del panel de transferencia principal se requiere un disyuntor de tres polos y 600 amperios, el cual será el encargado de abrir y cerrar el circuito para todas las cargas con las que cuente el panel. En el panel principal encontraremos unas barras de cobre para la distribución de la energía eléctrica, las cuales deben ser de una medida de (30x10mm) para así estar dentro del rango de amperaje máximo a usar en el circuito.

Para el cálculo de todos los elementos eléctricos se tomo en cuenta el siguiente criterio:

Calibre del conductor :

(1.5 x Amperajes nominal de la carga).

Disyuntores para las cargas :

(1.5 x Amperajes nominal de la carga).

Disyuntores principales de cada panel:

((disyuntor de mayor x 1,5) + \sum de los demas disyuntores

Para el diseño de la acometida eléctrica se procede al levantamiento de las cargas, las cuales se pueden observar en la tabla 8.1 que se encuentra a continuación. En la cual se muestra los diferentes paneles eléctricos que se encuentran en el sistema incluyendo cada uno de sus circuitos y especificaciones eléctricas y elementos.

Tabla 8. 1 levantamiento de cargas

LEVANTAMIENTO DE CARGAS TABLERO #1							
CIRCUITOS	MOTORES	TOMAS	ILUMINACIÓN	VOLTAJE	CARGA (KW)	BREAKER (AMP)	OBSERVACIÓN
1	1	-	-	240	2,24	3X20	MOTOR DE 3 HP POZO #2
2	1	-	-	240	1,49	3X20	MOTOR DE 2 HP POZO #6
3	1	-	-	240	7,46	3X50	MOTOR DE 10 HP POZO #1
				TOTAL	11,19		
LEVANTAMIENTO DE CARGAS TABLERO #2							
CIRCUITOS	MOTORES	TOMAS	ILUMINACIÓN	VOLTAJE	CARGA (KW)	BREAKER (AMP)	OBSERVACIÓN
1	1	-	-	240	7,46	3X50	MOTOR PARA CANTERAS 10 HP
2	1	-	-	240	2,24	3X20	MOTOR DE 3 HP POZO #5
3	1	-	-	240	4,10	3X30	MOTOR DE 5,5 HP POZO # 3
4	1	-	-	240	4,10	3X30	MOTOR DE 5,5 HP POZO # 5
				TOTAL	17,90		
LEVANTAMIENTO DE CARGAS TABLERO #3							
CIRCUITOS	MOTORES	TOMAS	ILUMINACIÓN	VOLTAJE	CARGA (KW)	BREAKER (AMP)	OBSERVACIÓN
1	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
2	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
3	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
4	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
5	1	-	-	240	2,24	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 3 HP
				TOTAL	8,04		
LEVANTAMIENTO DE CARGAS TABLERO #4							
CIRCUITOS	MOTORES	TOMAS	ILUMINACIÓN	VOLTAJE	CARGA (KW)	BREAKER (AMP)	OBSERVACIÓN
1	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
2	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
3	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
4	1	-	-	240	1,45	3X20	BOMBA CENTRÍFUGA 2 HP
				TOTAL	5,80		
LEVANTAMIENTO DE CARGAS TABLERO #5							
CIRCUITOS	MOTORES	TOMAS	ILUMINACIÓN	VOLTAJE	CARGA (KW)	BREAKER (AMP)	OBSERVACIÓN
1	-	-	6	120	0,3	1X20	ILUMINACIÓN SALA COMEDOR
2	-	-	6	120	0,3	1X20	ILUMINACIÓN CUARTO Y COCINA
3	-	-	6	120	0,3	1X20	ILUMINACIÓN EXTERNA DE LA SUITE
4	-	4	-	120	0,8	1X20	TOMAS DE SALA COMEDOR
5	-	4	-	120	0,8	1X20	TOMAS DE CUARTO
6	-	4	-	120	0,8	1X20	TOMAS DE OFICINA
7	-	1	-	240	1,18	2X50	AIRE ACONDICIONADO
8	-	1	-	240	1,18	2X50	AIRE ACONDICIONADO
				TOTAL	5,66		

Fuente: el Autor

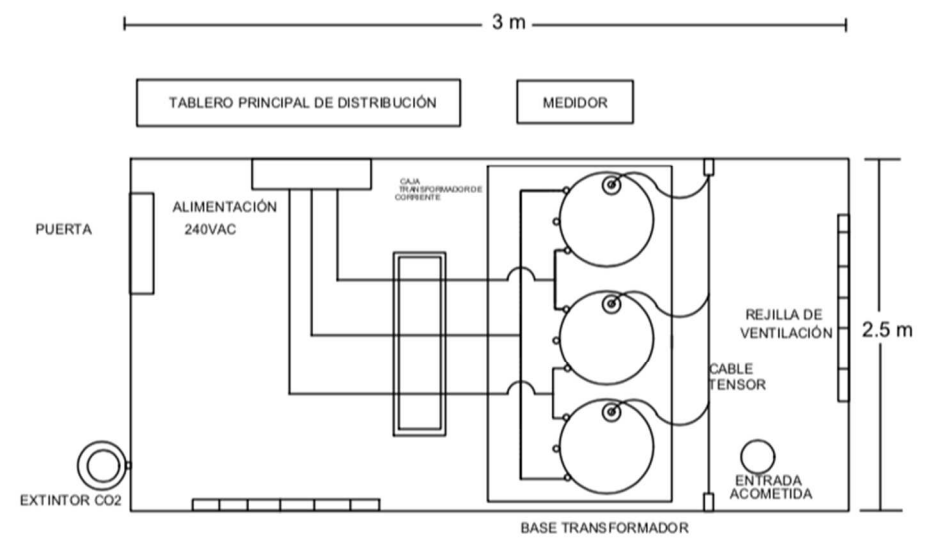
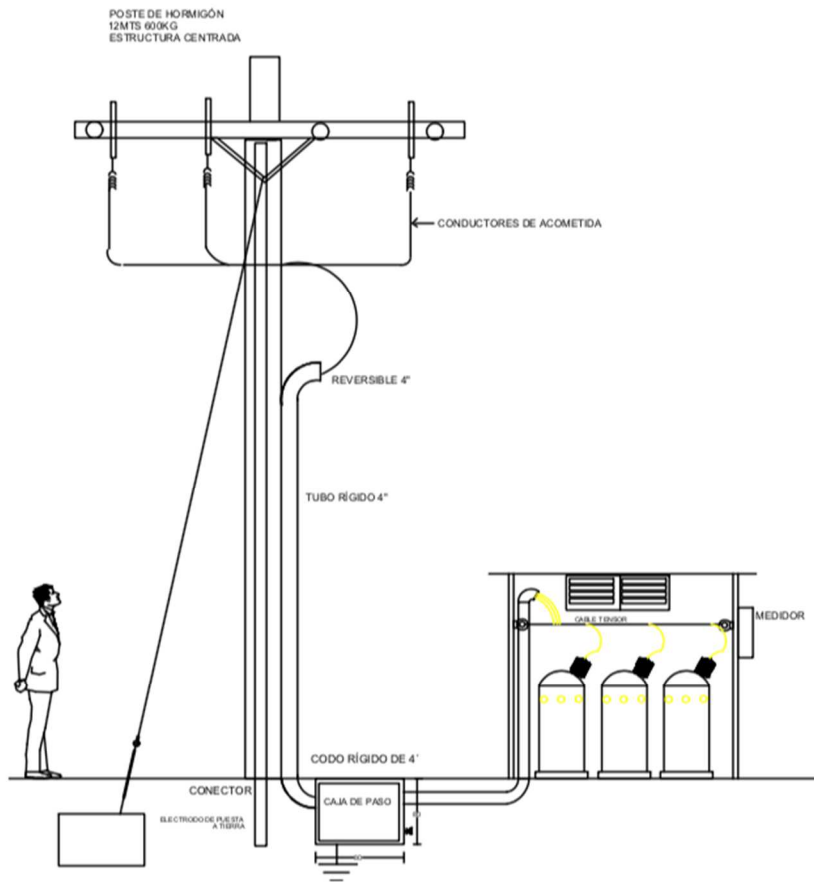
Tomando en cuenta varios de los reglamentos referentes al tema como lo son el NATSIM y los reglamentos emitidos por CNEL EP y el ARCONEL se elaboró un esquema de las instalaciones eléctricas subterráneas de media tensión, las cuales empiezan por el punto de interconexión a las afueras de la propiedad, el último poste es de hormigón armado de 12 metros de largo y de 600 kg.

La acometida cuenta con un tubo rígido de 4 pulgadas de diámetro que va desde la parte alta del poste hasta pasar por la caja de paso de hormigón armado, la cual debe tener medidas de 80x80x80 centímetros y llegando de esta manera al cuarto de transformación y a los bushing de media tensión.

El banco de transformadores debe ser colocado en una base de hormigón con un mínimo de altura de 10cm, la cual evitará que los transformadores se oxiden de manera rápida por el exceso de humedad. Para una ventilación correcta del cuarto de transformación se requiere un área de 3 pulgadas cuadradas por cada KVA instalado.

A continuación, en la figura 8.2 se puede observar un esquema rápido de las instalaciones del cuarto de transformadores con sus elementos y dimensiones como se indica en el NATSIM.

Figura 8. 2 Cuarto de trasformador y acometida subterránea.



.JUGUAYAQUIL.jpg	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO GUAYAQUIL		UBICACIÓN: MONTECRISTI - MANABÍ	
	FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO		NOMBRE: JEAN PIERRE MACIAS LOOR	
	TEMA: DISEÑO PARA EL CUARTO DE TRANSFORMADORES DE 300 KVA			

8.3. Memoria técnica

En la presente memoria técnica se efectúa la descripción del diseño eléctrico de la estación de bombeo de aguas subterráneas ubicada en la ciudad de Montecristi provincia de Manabí, se describen los diseños tanto en media y baja tensión, empezando desde el punto de interconexión. Para ello se ha realizado un levantamiento de cargas de acuerdo con las necesidades de la estación de bombeo.

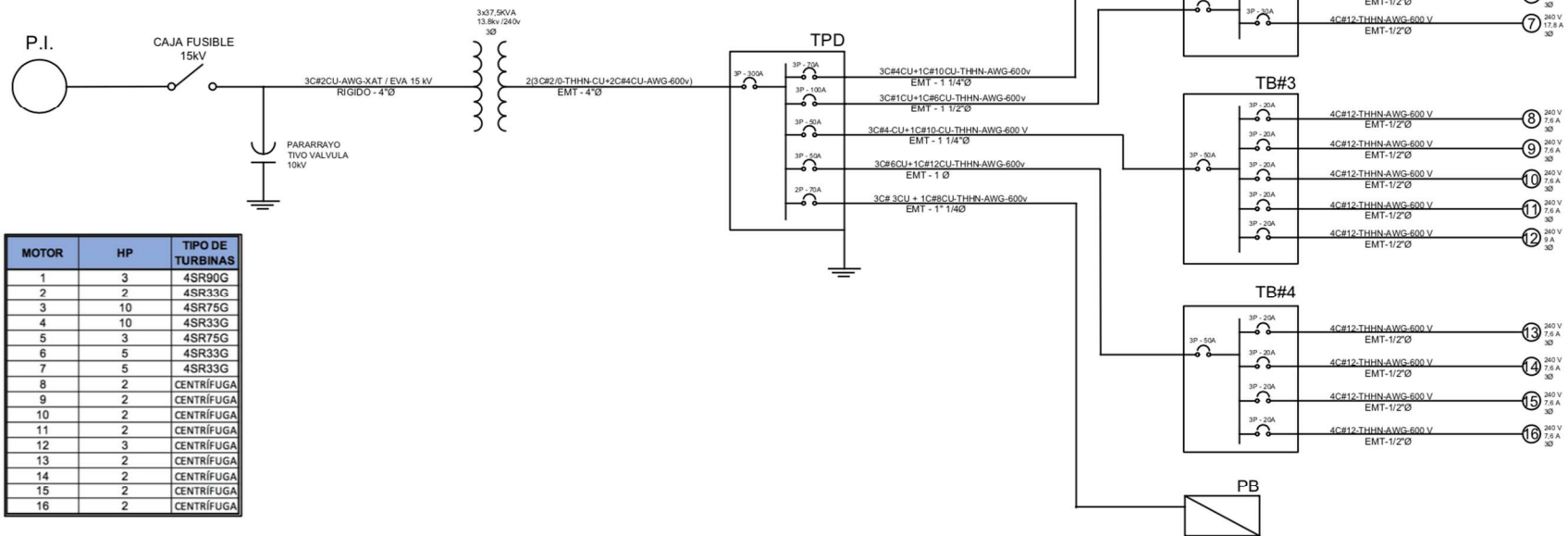
El sistema eléctrico de distribución nacional alimentará un banco de transformadores monofásicos de 37.5KVA cada uno, los cuales estarán operando con una conexión delta-delta, se ha elegido esta conexión por su estabilidad en el voltaje de 240 V entre línea y línea, dicho voltaje es el requerido para los motores a usar de igual manera se puede extraer un voltaje de 120 v entre línea y neutro a excepción de la línea de fuerza que cuenta con un voltaje de 208 v.

En el diseño eléctrico de media tensión se elaboró una extensión de la red eléctrica, desde el punto de interconexión hasta el punto de llegada del último poste que se encuentra en la propiedad a un costado del cuarto de transformadores. En cada una de las fases se encuentra un pararrayos tipo válvula de 10 KV, y una caja porta fusibles de 15KV. Al ingresar la acometida al cuarto de transformación lo hace mediante tres conductores de cobre número 2 de las características "AWG-XAT/EVA- 15KV", el cual va hasta los bushings de media tensión de cada uno de los transformadores los cuales son de 37.5KVA cada uno.

La acometida de baja tensión cuenta con dos conductores número 4/0-THHN-CU por cada una de las fases y un conductor número 1 para el neutro del circuito, estos conductores llegan al disyuntor principal de 500 amperios del panel principal de transferencia. Las barras de cobre que se encuentran en el interior de panel principal deben ser de 30x10[mm] de esta manera están dentro de un rango equivalente al necesario. Todos estos datos se pueden encontrar a continuación en la figura 8.3.

Figura 8. 3 Diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas

SIMBOLOGIA	
	CAJA FUSIBLE
	TRANSFORMADOR
	PARARRAYOS
	PUNTO DE INTERCONEXIÓN
	DISYUNTOR
	PUESTA A TIERRA



MOTOR	HP	TIPO DE TURBINAS
1	3	4SR90G
2	2	4SR33G
3	10	4SR75G
4	10	4SR33G
5	3	4SR75G
6	5	4SR33G
7	5	4SR33G
8	2	CENTRIFUGA
9	2	CENTRIFUGA
10	2	CENTRIFUGA
11	2	CENTRIFUGA
12	3	CENTRIFUGA
13	2	CENTRIFUGA
14	2	CENTRIFUGA
15	2	CENTRIFUGA
16	2	CENTRIFUGA

	NOMBRE: JEAN PIERRE MACIAS LOOR	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO GUAYAQUIL
	UBICACIÓN: MONTECRISTI - MANABÍ	FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
	TEMA: DIAGRAMA UNIFILAR PARA SISTEMA DE BOMBEO DE AGUAS SUBTERRANEAS	

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

En el presente proyecto de titulación se destaca el diseño eléctrico de la estación de bombeo de aguas subterráneas ubicada en el cantón de Montecristi en la provincia de Manabí, el cuál se enfoca en el aumento de producción de agua al eliminar las diferentes limitantes de equipos monofásicos en el mercado con mayor capacidad de bombeo.

Se puede concluir que los estudios geoelectricos de sondeo vertical disminuyen el porcentaje de falla al momento de realizar la perforación de un pozo profundo, ya que se estudian las características geofísicas del suelo y subsuelo en un alto porcentaje.

Se determina que la única manera de conocer la cantidad de agua que se puede extraer del subsuelo es realizando una prueba de bombeo continuo, de la misma manera se debe realizar las pruebas de calidad de agua extraída mediante análisis de laboratorio para poder comprobar una calidad efectiva para el consumo humano. Estas dos pruebas se deben ejecutar en cada uno de los pozos para poder obtener buenos resultados.

Para la selección de los equipos es necesario contar con los resultados de las pruebas de bombeos continuo ya que el estudio geoelectrico por si solo no es suficiente para conocer la cantidad y calidad de agua, estas pruebas deben ser realizadas en cada uno de los pozos, para así poder seleccionar el equipo más apropiado para el mayor aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneas encontrados.

Al rediseñar las redes eléctricas podemos concluir que se obtendrán varios beneficios al colocar un sistema trifásico a diferencia de un sistema monofásico, entre ellos podemos encontrar el aumento del volumen de agua extraído del subsuelo y la disminución en consumo eléctrico, ya que al comparar un motor de 5.5 HP monofásico que consume 27.5 amperios a uno trifásico que consume un aproximado de 18 amperios.

9.2. Recomendaciones

Para un correcto almacenamiento del agua extraída del subsuelo se recomienda el uso de piscinas a nivel del suelo con recubrimiento de geomembrana para poder evitar filtraciones y una cubierta de poli-sombra que evitará un contacto directo entre el agua y los rayos solares.

Se recomienda realizar pruebas con bombas sumergibles alimentadas mediante paneles solares, ya que son autosustentables y actualmente están disponibles en el mercado en una amplia gama para los diferentes requerimientos de los clientes.

La limpieza de los pozos perforados es recomendada cada dos años mediante la inyección de aire comprimido por la boca del pozo para limpiar los sedimentos en los filtros de grava que se encuentra alrededor de pozo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

20 minuto Editorial S.L. (2019, enero 19). Totalán tierra de pozos./

Agua y Campo S.A. (2017). Tecnología de punta para perforación de pozos. Recuperado 4 de agosto de 2019, de <http://www.aguaycampo.com/>

ASAMBLEA NACIONAL. *Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua.* , (2014).

Cables de media y alta tensión. (2018). En *General cable cocesa* (p. 120). Recuperado de

<https://www.generalcable.com/assets/documents/LATAM%20Documents/Chile%20Site/Catalogos/catalogo-cables-media-y-alta-tension.pdf?ext=.pdf>

Conductores del Norte. (2012, noviembre 29). Cable para Bomba Sumergible THW/THHW. Recuperado 27 de julio de 2019, de <http://www.cnorte.com.mx/?q=producto/cable-bomba-sumergible-thwthhw>

Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP. (11:16:56 UTC). *Natsim 2012*. Educación. Recuperado de <https://www.slideshare.net/albertama/natsim-2012-13326343>

EURORENOVABLES. (2019). TUBERÍAS DE POZO. Recuperado 27 de julio de 2019, de EURORENOVABLES website: <http://www.eurorenovables.cl/hidraulica/tuberias-de-pozo/>

Franklin Electric. (2008, abril 14). Motor Sumergible Franklin Electric. Recuperado 27 de julio de 2019, de Franklin Electric | Noticias del Mercado website: <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2008/04/14/que-hace-diferente-a-un-motor-sumergible/>

GRUNDFOS. (2017). *Manual de Ingeniería SP*. Recuperado de http://www.ingenieros.es/files/catalogos/Grundfos_-

_Manual_de_Ingeniería_SP_ES.pdf

Grundfos - Manual de Ingeniería SP ES.pdf. (s. f.). Recuperado de [http://www.ingenieros.es/files/catalogos/Grundfos_-_](http://www.ingenieros.es/files/catalogos/Grundfos_-_Manual_de_Ingenieria_SP_ES.pdf)

[_Manual_de_Ingenieria_SP_ES.pdf](http://www.ingenieros.es/files/catalogos/Grundfos_-_Manual_de_Ingenieria_SP_ES.pdf)

Inatra S.A. (2018). Transformadores monofásicos de distribución. Recuperado 3 de agosto de 2019, de <https://ec.all.biz/transformadores-monofasicos-de-distribucion-g10144>

ing. Jorge Pérez. (2007). *Informe técnico de prospección geofísica* (p. 25).

La comunidad de profesionales de ingeniería eléctrica. (2014, julio 24). Distribución de energía eléctrica | Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica. Recuperado 27 de julio de 2019, de <http://www.sectorelectricidad.com/9602/distribucion-de-energia-electrica/>

Pedrollo. (2017). ELECTROBOMBA PEDROLLO 4SR. Recuperado 27 de julio de 2019, de Riegoyaccesorios.es website: <http://riegoyaccesorios.es/es/electrobomba-4/44-electroboma-sumergible-de-4.html>

Pedrollo. (2018). Electrobombas sumergidas de 4". Recuperado de https://www.pedrollo.com/public/allegati/4SR_ES_60Hz.pdf

PROCEDIMIENTO PARA APROBACIÓN, RECEPCIÓN Y ENERGIZACIÓN DE PROYECTO ELÉCTRICO. (2016). Recuperado de <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/PR-TEC-CTR-002.pdf>

Prolec. (2007). *Manual de recepción, instalación y mantenimiento de transformadores sumergidos en líquido aislante*. Recuperado de http://prolecge.com/wp-content/uploads/2017/10/ProlecGE-DT_sumerg_mono_1SM07.pdf

PT071-Protecciones_en_MT.pdf. (s. f.). Recuperado de http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2738/mod_resource/content/0/PT071-Protecciones_en_MT.pdf

RADIESTESIA ZAHORI - JOSÉ LUIS MARTOS. (s. f.). Recuperado 4 de agosto de 2019, de <http://radiestesiazahori.com/radiestesia.html>

SENAGUA-AguasSubterraneas.pdf. (s. f.). Recuperado de <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/SENAGUA-AguasSubterraneas.pdf>

Structuralia. (2018). Aisladores en líneas eléctricas: Materiales, tipos y características principales. Recuperado 30 de julio de 2019, de <https://blog.structuralia.com/aisladores-en-líneas-eléctricas-materiales-tipos-y-características-principales>

Unknown. (2013, septiembre 4). Instalaciones Eléctricas: Proyecto de instalaciones. Recuperado 14 de agosto de 2019, de Instalaciones Eléctricas website: <http://instalacionesitchab.blogspot.com/2013/09/proyecto-de-instalaciones.html>

WEG S.A. - HEADQUARTERS. (s. f.). Transformadores en Aceite | Generación, Transmisión y Distribución. Recuperado 27 de julio de 2019, de WEG website: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Generaci%C3%B3n%2CTransmisi%C3%B3n-y-Distribuci%C3%B3n/Transformadores-y-Reactores-en-Aceite/Transformador-de-Poder-en-Aceite/3-001-a-50-000-kVA/Transformador-Aceite-30000-37500-kVA-69-0-13-8kV-CST-ONAF/p/14149443>

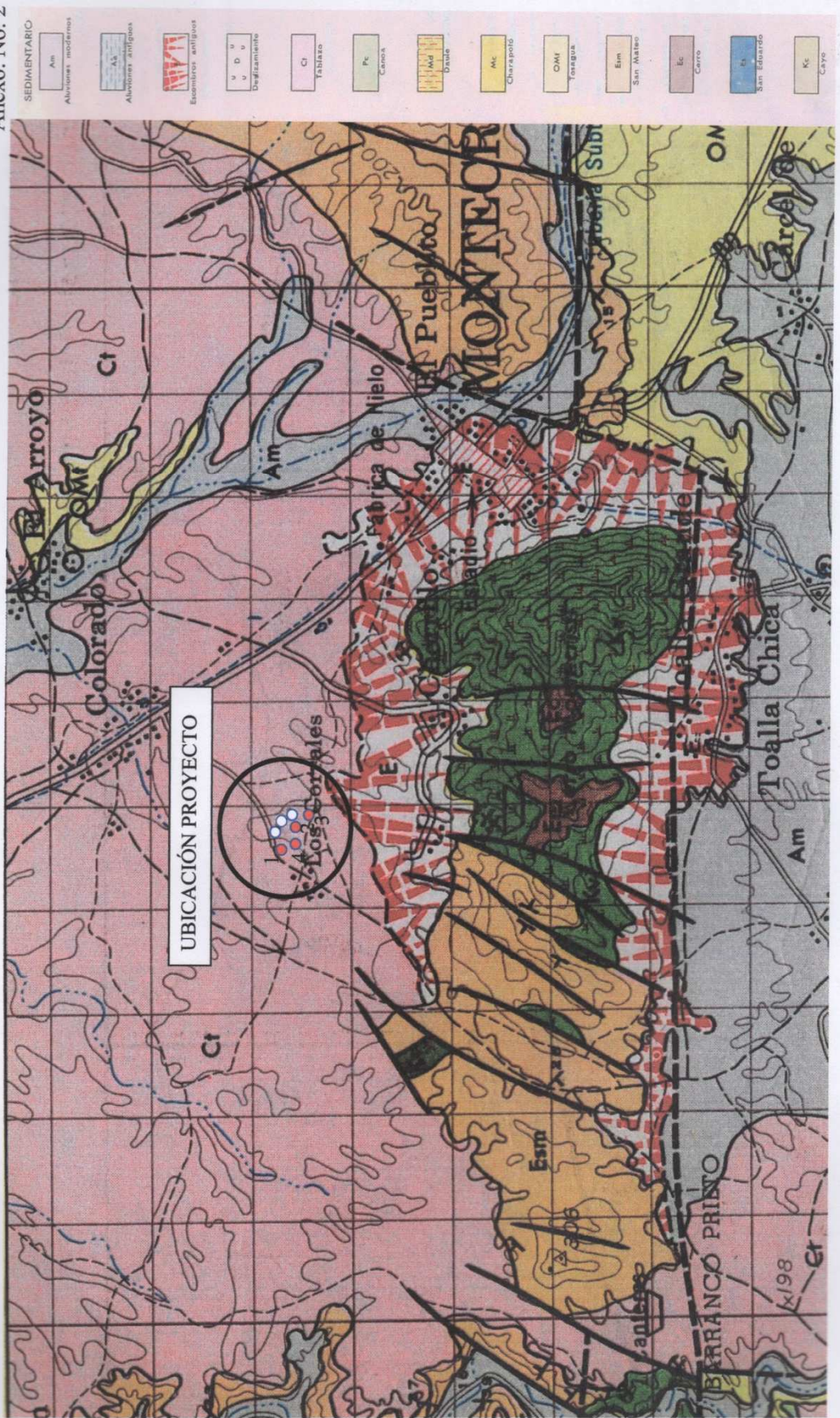
wiki water. (2016). Los diversos tipos de pozos y perforaciones. Generalidades. Recuperado 27 de julio de 2019, de Wikewater website: <https://wikewater.fr/e28-los-diversos-tipos-de-pozos>

ANEXOS

ANEXO 1. Estudio geo-eléctrico

GEOLOGÍA DE LA ZONA
 PROYECTO: El Colorado – Vía A Los Corrales

Anexo. No. 2



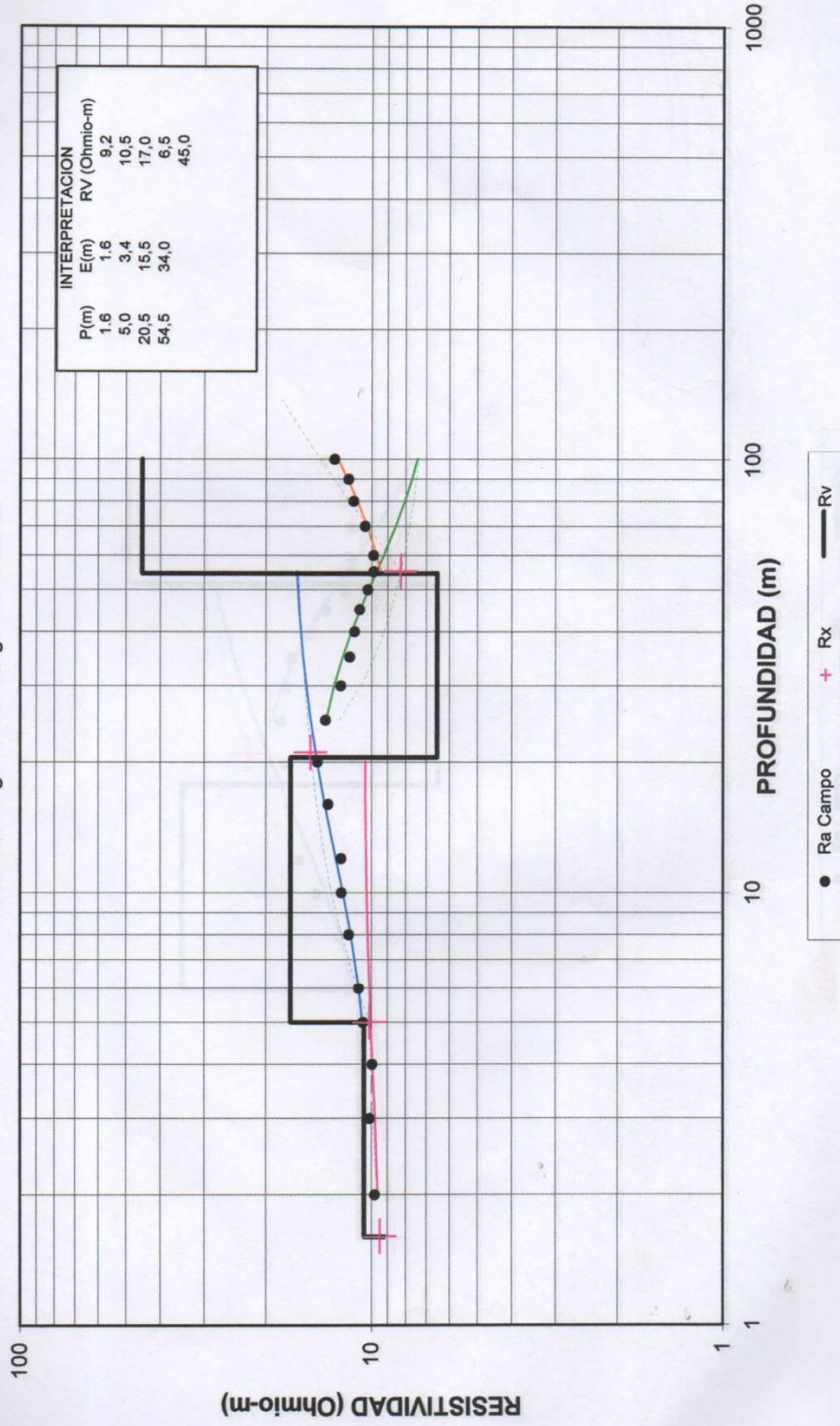
SONDEO ELECTRICO VERTICAL

Anexo No. 5, Pág 3 de 4

PROYECTO: EL COLORADO - VIA A LOS CORRALES (2da Parte)

SEV No. 3

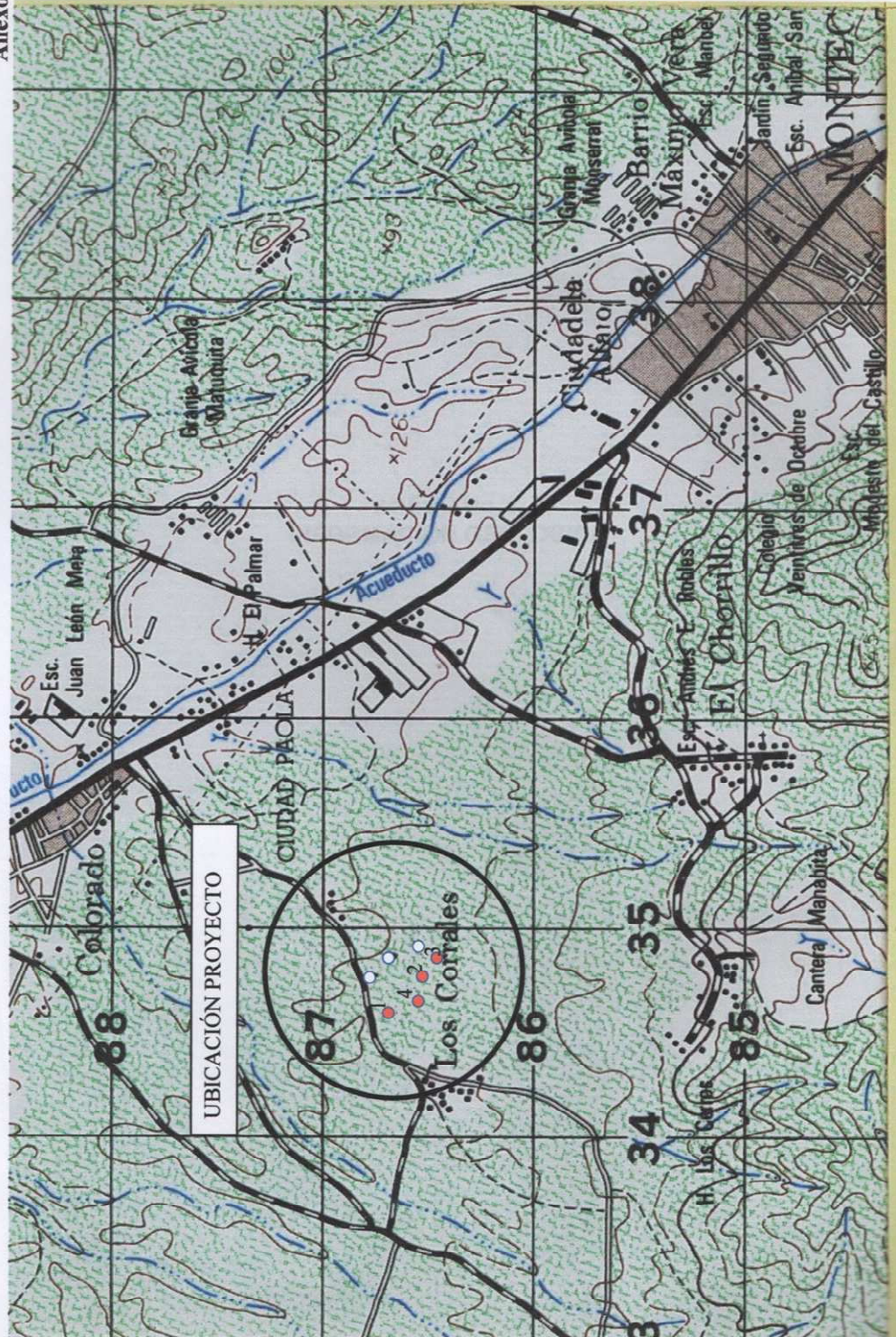
Realizado: Ing. M. Sc. Jorge E. Pérez M.



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

PROYECTO: El Colorado - Vía A Los Corrales

Anexo. No. 1



**ANEXO 2. Solicitudes, actas y diagramas de flujo para procedimiento
de aprobación de proyectos eléctricos**

CAUSAS	REQUISITOS A PRESENTAR LOS CLIENTES
ARRENDATARIO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cédula de Ciudadanía 2. Contrato de arrendamiento notarizado.
INSTITUCIONES PÚBLICAS O MUNICIPALES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oficio membretado solicitando el servicio eléctrico, firmado por el representante legal, donde se autoriza realizar el trámite pertinente. <p>En caso de que la máxima autoridad no pudiese acercarse a suscribir al contrato, deberá enviar a un representante con los requisitos solicitados y con un poder notariado, en el cual conste la delegación para realizar el trámite.</p>
SERVICIO OCASIONAL TEMPORAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cédula de ciudadanía 2. Presentar Formato para la petición por escrito al menos con 48 horas de anticipación, indicando: nombre del solicitante, ubicación del servicio, uso de la energía, demanda requerida, tipo de servicio (monofásico, bifásico o trifásico), tiempo de utilización (días y horas). 3. Adjuntar la autorización municipal para los casos de instalación en locales de recintos feriales o en la vía pública.
SERVICIO PROVISIONAL PARA CONSTRUCCIÓN	<p>Para proyectos cuya demanda sea menor a diez (10) kW, deberá presentar los siguientes documentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Copia del permiso de construcción actualizado emitido por el GAD (Municipio o juntas parroquiales) <p>Para proyectos cuya demanda sea superior a diez (10) kW, deberá presentar los siguientes documentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proyecto eléctrico con el auspicio de un ingeniero en electricidad de libre ejercicio de su profesión. 2. Certificado de uso de suelo emitido por el Municipio. <p>Nota: Se podrá realizar la transferencia del depósito en garantía, gestionando el formato FO-COM-SC-004 "Formato de Solicitud de Retiro del Suministro Eléctrico con transferencia del depósito de garantía".</p>

SOLICITUD DE ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO ELÉCTRICO

_____ de _____ 201x

Sr. Ing.

.....
ADMINISTRADOR DE LA UNIDAD DE NEGOCIO XXXXXXXXX
CNEL EP

Por medio de la presente solicito se realice el análisis de prefactibilidad del proyecto eléctrico, de propiedad de con CI/RUC. y correo electrónico; ubicado en el sector/calles / parroquia del cantón, provincia

En este contexto detallo la siguiente información asociada al proyecto eléctrico:

1. **Coordenadas georreferenciadas del proyecto en formato UTM WGS 84:**
.....
2. **Proyección eléctrica del proyecto**

AÑO	CARGA INSTALADA KVA	DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA KW	ENERGÍA PROYECTADA KWH
1			
2			
...			
10			

3. **Descripción de la actividad a realizarse y cualquier otra información que permita tener un conocimiento más claro del proyecto.**

Seguro de contar con una respuesta favorable a esta solicitud, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,

.....
INGENIERO ELÉCTRICO PROYECTISTA

Nombre:

Celular:

Correo electrónico:

SOLICITUD DE INICIO DE CONSTRUCCIÓN

_____ de _____ 201x

Sr. Ing.

.....

ADMINISTRADOR DE LA UNIDAD DE NEGOCIO XXXXXXXXX
CNEL EP

Por medio de la presente informo que se iniciará la construcción del proyecto eléctrico, aprobado por su Unidad de Negocio con el código, de propiedad de con CI/RUC. y correo electrónico; ubicado en el sector/calles / parroquia del cantón, provincia, para lo cual agradeceré se asigne la fiscalización por parte de su Unidad de Negocio para el inicio de la construcción del proyecto.

Seguro de contar con su atención, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,

.....

INGENIERO ELÉCTRICO PROYECTISTA

Nombre:

Celular:

Correo electrónico:

SOLICITUD DE RECEPCIÓN Y ENERGIZACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO

_____, de _____ 201x

Sr. Ing.

.....
FISCALIZADOR DE PROYECTO
UNIDAD DE NEGOCIO XXXXXXXXX
CNEL EP

Por medio de la presente informo que se culminó con los trabajos de construcción del proyecto eléctrico, de propiedad de con CI/RUC. y correo electrónico; ubicado en el sector/calles / parroquia del cantón, provincia para lo cual agradeceré se proceda con la recepción y energización del proyecto, una vez que se verifique el cumplimiento de los trabajos a satisfacción.

Seguro de contar con su atención, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,

.....
INGENIERO ELÉCTRICO CONSTRUCTOR

Nombre:

Celular:

Correo electrónico:



ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN PARA PROYECTOS ELÉCTRICOS

La construcción del proyecto se concluyó desde el XX/XXX/20XX y se energizó el XX/XXX/20XX desde el alimentador XXXX de la Subestación XXXX, y se encuentran instalados el o los medidor (es) de energía con código (s) #XXXXX, #XXXXX.

De acuerdo con la regulación ARCONEL 001/15:

- El sistema compuesto por: (describir elementos del sistema eléctrico correspondientes), serán activos que se transfieren a CNEL EP a costo cero; la operación y el mantenimiento estará a cargo de CNEL EP.
- El sistema compuesto por: (describir elementos del sistema eléctrico correspondientes) es de exclusiva responsabilidad del (o los) propietario (s); se deja constancia que el mantenimiento de los sistemas indicados estará a cargo del propietario y la operación del mismo deberá ser coordinada entre el propietario y CNEL EP.

Dado que el contratista ha cumplido con los requisitos legales, se procede a recibir la obra en forma provisional en la parte que corresponde a CNEL EP y queda a exclusiva responsabilidad del constructor cualquier deficiencia o vicio oculto de construcción y/o equipos del sistema durante seis (6) meses, a partir de la presente fecha.

Para constancia de lo acordado firman la presente acta en original y dos copias de igual contenido y valor.

ENTREGUÉ CONFORME

RECIBÍ CONFORME

Nombre:
Cargo: Supervisor/Fiscalizador delegado
Entidad: CNEL EP

Nombre:
Cargo: Ingeniero Constructor
Entidad: (nombre de la empresa/compañía o si es persona natural indicar Particular)

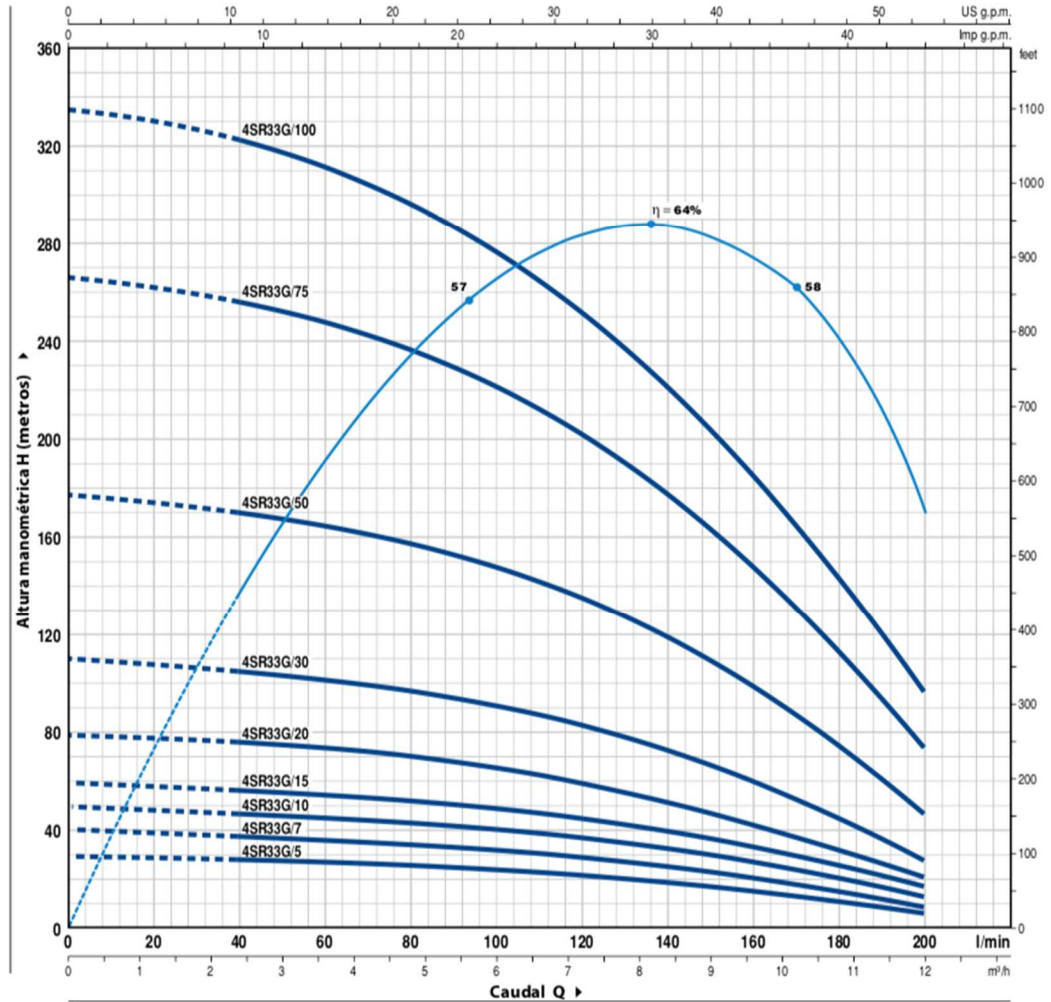
Nombre:
Cargo: Representante Legal o Persona Natural
Entidad: (nombre de la empresa/compañía o indicar que es Persona natural)

ANEXO 3. Curvas y datos de prestaciones para bombas sumergibles

4SR33G

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



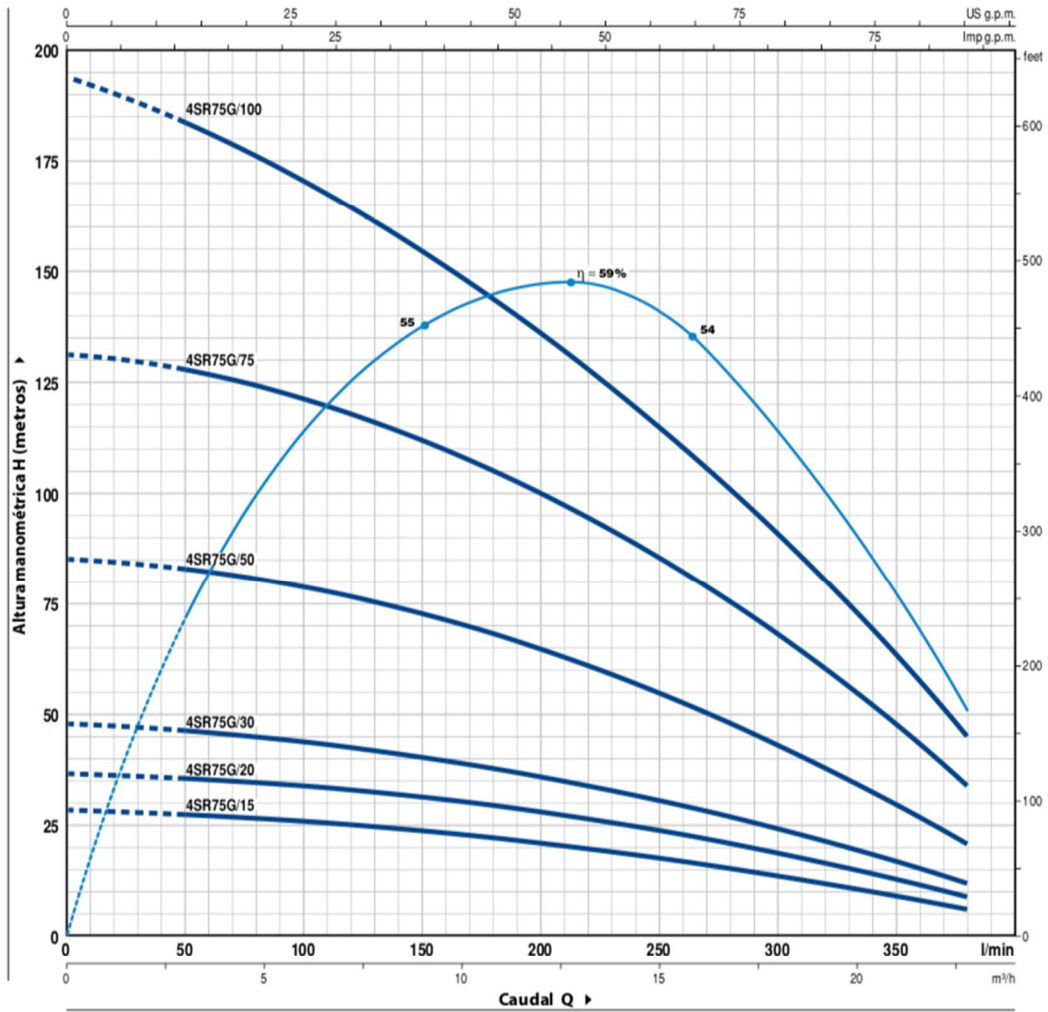
MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H metros											
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m ³ /h	0	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12	
				l/min	0	40	60	80	100	120	140	160	180	200		
4SR33Gm/5	4SR33G/5	0.37	0.50		30	28	27	25	23.5	21.5	19	16	12.5	7		
4SR33Gm/7	4SR33G/7	0.55	0.75		41	38	36	34.5	32.5	30	25.5	21.5	16.5	10		
4SR33Gm/10	4SR33G/10	0.75	1		50	47	45	43	41.5	38	33	28	21	14		
4SR33Gm/15	4SR33G/15	1.1	1.5		60	56	54	51.5	49	45	40	33	25	17		
4SR33Gm/20	4SR33G/20	1.5	2		79	76	73	70.5	65.5	59.5	52	43	33	22		
4SR33Gm/30	4SR33G/30	2.2	3		110	105	101	97	90	83	73	60	46	29		
-	4SR33G/50	3.7	5		177	170	165	158	147	135	118	98	76	48		
-	4SR33G/75	5.5	7.5		265	257	248	236	222	204	179	148	112	75		
-	4SR33G/100	7.5	10		335	322	312	297	280	254	224	185	142	96		

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H metros										
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m³/h	0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	22.8	
				l/min	0	50	100	150	200	250	300	350	380		
4SR75Gm/15	4SR75G/15	1.1	1.5	H metros	28	27	25.5	23.5	21	18	14	9	6		
4SR75Gm/20	4SR75G/20	1.5	2		36	36	34	32	28	23	18	12.5	9		
4SR75Gm/30	4SR75G/30	2.2	3		47	46	44	40	35	30	22.5	17	12		
-	4SR75G/50	3.7	5		85	83	79	72	64.5	54	42	28.5	21		
-	4SR75G/75	5.5	7.5		130	127	122	113	102	85	66	46	34		
-	4SR75G/100	7.5	10		192	185	173	156	135	112	87	61	46		

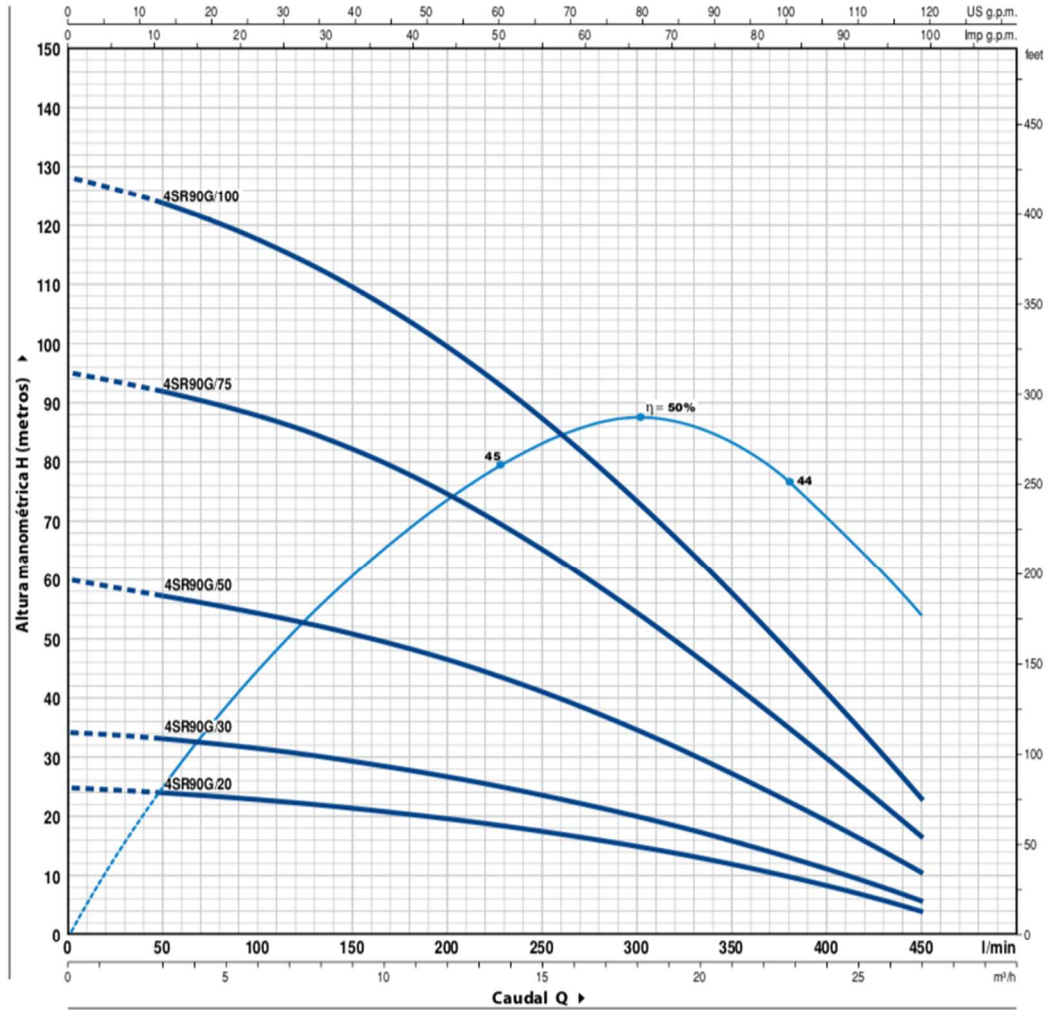
Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

4SR90G

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	Q										
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m ³ /h	0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0
4SR90Gm/20	4SR90G/20	1.5	2	H metros	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	
4SR90Gm/30	4SR90G/30	2.2	3		25	24	23	22	20	18	15	12	8	4	
-	4SR90G/50	3.7	5	34	33	32	30	27	24	20	16	11	6		
-	4SR90G/75	5.5	7.5	60	58	54	50	47	42	34	26	18	11		
-	4SR90G/100	7.5	10	95	92	88	83	75	66	56	42	29	17		
				128	124	117	110	100	88	74	57	40	23		

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

ANEXO 4. Generador de curvas GPC para bombas sumergibles

Cuando las bombas envejecen, aumentan los costos de mantenimiento

A medida que las bombas envejecen, el rendimiento de la bomba disminuye. Con menor eficiencia, los costos de energía aumentan. Este proceso es inevitable e implacable. A menudo, las obras hidráulicas no lo notan ni lo tienen en cuenta: si el flujo de agua subterránea satisface la demanda, ¿cuál es el problema?

La realidad es que los beneficios de costo son tangibles, y solo aparentes. Si la empresa de agua tiene los datos correctos a su alcance.

Y no basta con comprobar la placa de características de la bomba o asumir las curvas de la bomba de envejecimiento todavía se aplican.

Grundfos proporciona un generador de curvas en línea que le permite generar las curvas de eficiencia y Q / H actuales para una fácil comparación con la curva de la bomba en la instalación.

El generador de curvas GPC está disponible en el Centro de productos de Grundfos

Si no puede acceder a las medidas requeridas, su distribuidor o instalador puede ayudarlo.

Paso 1: Anote la información de la bomba y genere la curva de la bomba original a partir de GPC

Paso 2: Mida el flujo (Q), la presión de descarga (H), el nivel de agua y la potencia (P1) a la velocidad máxima de la bomba (si usa un VFD), en el siguiente orden:

- Con la válvula cerrada (nivel de agua estática).
Tenga en cuenta que no se debe permitir que la bomba funcione durante más de 30 segundos a caudal cero. El nivel de agua a caudal cero debe medirse sin que la bomba funcione.
- Mide y repite con algunos puntos más con diferentes flujos (usar válvula para cambiar flujo)
Permita siempre un tiempo de asentamiento para el nuevo nivel de agua dinámico.
Cuantos más puntos ingresados, mayor será la precisión
- Con válvula completamente abierta (nivel dinámico de agua)

Paso 3: A partir de los datos, se genera una segunda curva para compararla con la curva de bombeo original.

Se genera un informe en PDF que muestra la reducción de la eficiencia y los posibles ahorros.

- A menudo, cuando se analizan las bombas de 5 a 10 años o más, el ahorro de costos será de una magnitud que haga que valga la pena extraer la bomba y ver por qué ha disminuido la eficiencia.
- Si la causa es una obstrucción o una pérdida de presión debido a una fuga o una falla mecánica, entonces una simple reparación o limpieza podría llevar la eficiencia a niveles óptimos nuevamente.
- Si la antigüedad de la bomba y la extensión de la caída del punto de trabajo significan que los costos adicionales son inevitables, se requiere invertir en una nueva bomba de reemplazo. **El tiempo de devolución es a menudo sorprendentemente razonable.**
- Si actualmente no posee una bomba Grundfos, puede utilizar la Auditoría de la bomba Grundfos para identificar el consumo de energía y los posibles ahorros de energía, y obtener recomendaciones para lograr estos ahorros de energía.

Contacte a su perforador de pozos o su representante de Grundfos para saber más sobre los beneficios de mantener una alta eficiencia en la bomba



Q = Flujo
H = Presión
(utilice el sensor de nivel para medir la $H_{ESTÁTICA}$ y la $H_{DINÁMICA}$)

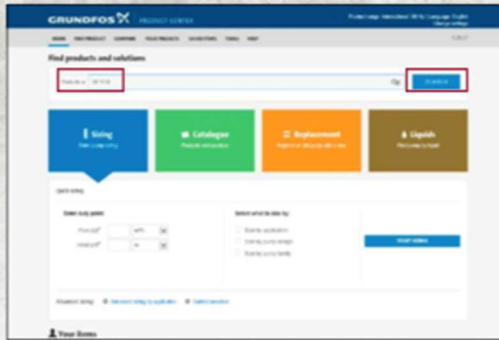
$$H_{DIFERENCIA} = H_{DINÁMICA}^{**} + H_{CALIBRE} + H_{FRICCIÓN}^{**}$$

*: Sin flujo, $H_{DINÁMICA}$ es lo mismo que $H_{ESTÁTICA}$

** El cliente decide si calcular $H_{FRICCIÓN}$
($H_{FRICCIÓN}$ es la pérdida por fricción en los tubos desde la bomba hasta el medidor de presión. Use el "Calculador de pérdida por fricción" en GPC bajo "Herramientas".

Guía para calcular la reducción de la eficiencia

1 Desde el Grundfos Product Center (product-selection.grundfos.com), encuentre su bomba SP existente completando el nombre completo de la bomba directamente en el campo "BÚSQUEDA":



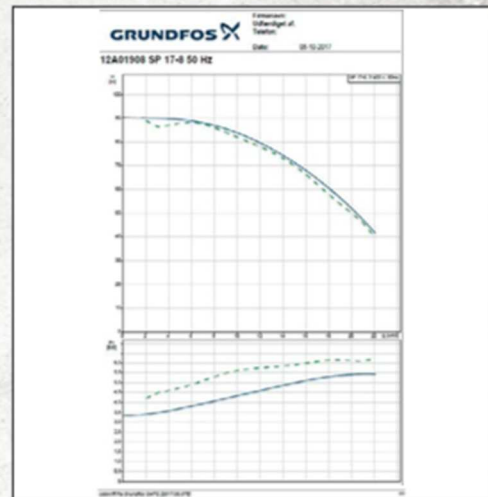
2 Una vez que tenga la información de la bomba existente en la pantalla, haga clic en "mostrar opciones avanzadas" y luego en "otras curvas", seguido de "inserte su propia curva":



3 En la siguiente pantalla, necesita ingresar las medidas para Q, H y P1:

Input	Q	H	P1
1*	2 m ³ /h	89 m	4.2 kW
2*	4 m ³ /h	87 m	4.6 kW
3*	8 m ³ /h	86 m	5.3 kW
4	11 m ³ /h	80 m	5.7 kW
5	15 m ³ /h	70 m	5.9 kW
6	17.5 m ³ /h	60 m	6.1 kW
7	20 m ³ /h	50 m	6.1 kW
8	22 m ³ /h	40 m	6.2 kW

4 Cuando haya ingresado las mediciones para haga clic en "generar pdf" y obtendrá el siguiente informe. La línea discontinua muestra una caída en el rendimiento y un consumo de energía modificado:



Conclusión: La curva muestra que para mantener un flujo de 17 m³, el consumo de energía ha aumentado en 1 kW. Con un requisito de bombeo de 9 horas por día, esto equivale a 3,285 kWh en un año, o un aumento del 16% en el uso de energía.

Reconocimiento a los perforadores de pozos Brøker: una empresa centrada en mantener una alta eficiencia

Algunas compañías de perforación de pozos se especializan en ayudar a sus clientes a optimizar su bombeo de agua subterránea. La compañía danesa de perforación de pozos Brøndbøringsfirmaet Brøker en Holbæk, Dinamarca, se acercó a Grundfos para saber si podríamos desarrollar un generador de curvas que simplifique el proceso con la recolección de datos en el sitio. Ahora está disponible en Grundfos Product Center (GPC).

Lea sobre los perforadores de pozos de Brøker y cómo Grundfos los apoya para optimizar la eficiencia de la bomba de agua subterránea en sus clientes. [Grundfos.com/cases]

GRUNDFOS MÉXICO
 Blvd TLC 15, Parque Industrial Stiva
 Aeropuerto, Apodaca, Nuevo León,
 México, C.P.: 66600
 Tel.: +52 (81) 8144-4000
www.grundfos.mx

GRUNDFOS

GLOSARIO

BUSHING: Componente indispensable de los transformadores, los cuales permiten la conexión de los terminales tanto de lado primario y secundario.

NATSIM: Normas para Acometidas, cuartos de Transformación y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad.

BOMBAS MULTI-ETAPAS: turbina conformada por un sistema de varios impulsores para alcanzar una mayor presión.

PAD MOUNTED: Los transformadores tipo pad mounted son aptos tanto para la instalación en espacios exteriores como interiores. Son empleados para la distribución subterránea, con compartimento baja y alta tensión.

AWG-XAT/EVA 15KV: Monoconductor, aislación XLPE-TR. Cubierta de EVA. Versiones en 5 kV, 8 kV, 15 kV, 25 kV y 35 kV.

SEV: Sondeo eléctrico vertical.

SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jean Pierre Macías Loor**, con C.C: # 1313599993 autor/a del trabajo de titulación: **Diseño de una red eléctrica para pozo profundo utilizando bombas sumergibles trifásicas de hasta 10 hp en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánica**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de septiembre de 2019

f. _____
Nombre: Jean Pierre Macías Loor
C.C: 1313599993



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	DISEÑO DE UNA RED ELÉCTRICA PARA POZO PROFUNDO UTILIZADO BOMBAS SUMERGIBLES TRIFÁSICAS DE HASTA 10 HP EN LA CIUDAD DE MONTECRISTI, PROVINCIA DE MANABÍ		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MACÍAS LOOR JEAN PIERRE		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VALLEJO		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ing. Eléctrico - Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico-Mecánica con mención en gestión empresarial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Agosto 2019	No. DE PÁGINAS:	110
ÁREAS TEMÁTICAS:	Mecánica, geológica y eléctrica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	REDISEÑO, DISTRIBUCION, SUBTERRANEAS, EFICIENCIA, APROVECHAMIENTO, EMPIRICA.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo académico consiste en el rediseño de una red eléctrica de distribución en media y baja tensión para una estación de bombeo de aguas subterráneas, ubicada en la ciudad de Montecristi en la provincia de Manabí, que actualmente cuenta con un sistema monofásico 13.8KV en media tensión y 240/120 voltios en baja tensión. La instalación actual presenta varias desventajas en la eficiencia de producción, entre las más relevantes se encuentran: la necesidad de equipos que potencien la extracción del recurso hídrico y el aprovechamiento eficiente y seguro de la energía eléctrica que se consume en la instalación mencionada. La estación posee una red eléctrica de tipo empírica, la carencia de un criterio técnico de dimensionamiento por consecuencia y muchos empalmes que causan varios puntos calientes en el sistema eléctrico y por esta razón se recomienda la renovación total del sistema eléctrico incluyendo los siguientes elementos: motores, disyuntores, conductores y paneles eléctricos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0981546261	E-mail: jpm1311995@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: 0980960875		
	E-mail: Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec / ute@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			