



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MÉCANICA

TEMA:

“Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas”.

AUTOR

Ramos Yáñez, Miguel Ángel

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de

INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR:

Ing. Montenegro Tejada, Raúl, M.Sc.

Guayaquil - Ecuador

18 de septiembre del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por el Sr. **RAMOS YÁNEZ MIGUEL ÁNGEL** como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA**.

TUTOR

Ing. Montenegro Tejada, Raúl, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc.

Guayaquil, a los 18 días del mes de septiembre del año 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Ramos Yánez, Miguel Ángel**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación “**Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero 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.

Guayaquil, a los 18 del mes de septiembre del año 2019

EL AUTOR

Ramos Yánez, Miguel Ángel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramos Yáñez Miguel Ángel**

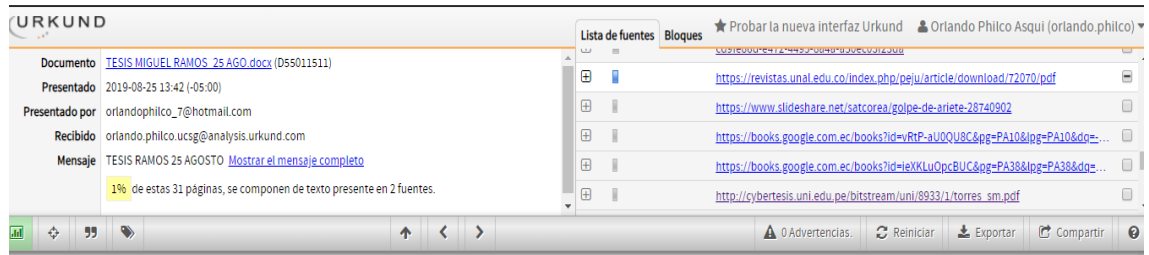
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, ” **Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 del mes de septiembre del año 2019

EL AUTOR

Ramos Yáñez, Miguel Ángel

REPORTE URKUND



The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are listed: 'Documento: TESIS MIGUEL RAMOS_25 AGO.docx (D59011511)', 'Presentado: 2019-08-25 13:42 (-05:00)', 'Presentado por: orlandophilco_7@hotmail.com', 'Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com', and 'Mensaje: TESIS RAMOS 25 AGOSTO. A yellow highlight indicates '1%' of the 31 pages are composed of text from 2 sources. On the right, a 'Lista de fuentes' (List of sources) panel shows five URLs, including 'https://revistas.unal.edu.co/index.php/peju/article/download/72070/pdf', 'https://www.slideshare.net/satcorea/golpe-de-ariete-28740902', and 'https://books.google.com.ec/books?hl=es&pg=PA10&pg=PA10&pg=...'. The bottom toolbar includes icons for '0 Advertencias', 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'.

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA
TEMA: Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita

provincia del Guayas.

AUTOR Miguel Ángel Ramos Yáñez Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica

TUTOR:

Ing. Montenegro Tejada, Raúl, M.Sc.

Guayaquil - Ecuador

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

Reporte Urkund del trabajo de titulación en Ingeniería en Eléctrico-Mecánica titulado: **Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas** del estudiante: **Ramos Yáñez Miguel Ángel** el análisis anti plagio indica el 1% de coincidencias.

Atentamente

Ing. Orlando Philco A.

Reviso

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios todo poderoso por las bendiciones brindadas en todo momento, la fortaleza para no desmayar, la salud, y la vida.

A los docentes de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, por la enseñanza brindada desde que llegue a esta institución han sido un pilar fundamental en mi vida profesional.

A mi padre por los valores inculcados los cuales me han servido para ser una buena persona y sobre todo un buen ser humano, útil para la sociedad.

A mi familia por ser ese aporte emocional que necesite en todo momento, siempre hubo esas palabras de aliento hacia mí.

Y sobre todo a mí amada esposa, amiga, y confidente Amelia Santos por su apoyo incondicional quien siempre ha estado allí y yo sé que siempre estará allí.

El autor

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a DIOS primeramente, por su misericordia y su bondad. A mis padres por inculcarme buenos valores, a mi familia por todo el apoyo brindado en todo momento, y de manera muy especial, a mi esposa Amelia porque ha sido un pilar fundamental, siempre estuvo allí dándome ese aliento necesario para continuar y no desmayar.

Al finalizar esta etapa de mi vida no me queda más que decir que me siento muy orgulloso de mi mismo porque yo más que nadie sé que no fue nada fácil, pero con empeño y esfuerzo se puede lograr lo que uno se proponga en la vida.

El autor



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA:

Ingeniería Eléctrico Mecánica

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SÁNCHEZ, M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

ING. LUIS ORLANDO PHILCO ASQUI, M.Sc.

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

ING. LUIS VICENTE VALLEJO SAMANIEGO, M.Sc

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE TABLA	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT	XIX
CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Justificación y alcance	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Hipótesis.....	3
1.6 Metodología.....	3
1.6.1. Método descriptivo	4
1.6.2. Método explicativo	4
1.6.3. Método analítico	4
PARTE I MARCO TEÓRICO	5
CAPÍTULO 2	5
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO	5
2.1. Sistema de riego	5
2.2. Riego Superficial.....	5
2.3. Riego por aspersión	6

2.4. Riego localizado	7
2.5. Estaciones de bombeo	8
2.6. Ubicación de la estación de bombeo.....	8
2.7. Bomba.....	8
2.7.1. Tipos de bombas	9
2.7.2. Bombas centrífugas.....	9
2.7.3. Bombas de turbina para pozos profundos	9
2.7.4. Bombas sumergibles de turbina	10
2.7.5. Bombas reciprocantes	11
2.7.6. Bomba rotativa.....	12
2.8. Válvulas	12
2.9. Válvulas de agua	13
2.10. Clasificación de las válvulas según su función.....	13
2.10.1. Válvulas de paso	14
2.10.2. Válvulas reguladoras.....	14
2.10.3. Válvulas de admisión y expulsión de aire.....	15
2.10.4. Válvulas de descarga para el vaciado de tuberías	16
2.10.5. Válvulas de alivio.....	16
2.10.6. Válvulas de compuerta.....	17
2.10.7. Válvulas de mariposa	18
2.10.8. Válvulas de retención.....	18
2.11. Medidor	19
2.12. Tipos de medidores	19

2.12.1. Medidores de caudal	19
2.12.2. Medidores volumétricos y de velocidad (turbina o propela)	20
2.12.3 Medidor diferencial	20
2.12.4. Medidores de desplazamiento positivo	21
2.12.5. Medidores de paletas deslizantes	22
2.12.6. Medidores de rueda oval	22
2.13. Tubos	23
2.13.1. Tubos de fundición.....	23
2.13.2. Tubos de acero sin soldadura	24
2.13.3. Tubos soldados.....	24
2.13.4. Tubos de plomo.....	24
2.13.5 Tubos de cobre y latón	24
2.13.6. Tubos de PVC	25
2.13.7. Tubería de suministro.....	25
2.14. Cárcamo	26
2.15. Principales de problemas de bombeo.....	26
2.16. Cavitación	26
2.17. Golpe de ariete	27
CAPÍTULO 3	29
GENERALIDADES DEL SISTEMA ELÉCTRICO	29
3.1. Acometida en media tensión.....	29
3.2. Fusibles	29

3.3. Celda de media tensión	30
3.4. Disyuntor de potencia	31
3.5. Transformador.....	31
3.6. Pararrayos.....	32
3.7. Acometida en baja tensión	33
3.8. Tableros de Comando o Control	33
3.9. Interruptores automáticos.....	34
CAPÍTULO 4	36
CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL	36
4.1. Automatización industrial	36
4.2. Objetivos de la automatización	36
4.3. PLC (Programmable Logic Controller)	36
4.4. Temporizadores o timers.....	37
4.5. Fuente de alimentación	38
4.6. Contactor.....	39
4.7. Guardamotor	39
4.8. Relé	40
4.9. Transformador de control.....	41
4.10. Sensores	42
4.11. Clasificación de los sensores.....	42
4.12. Transmisores	43
4.13. Transductores	43

4.14. Terminología básica en sistemas de control.....	43
4.15. Mantenimiento.....	44
4.16. Tipos de mantenimiento.....	45
4.17. Mantenimiento correctivo.....	45
4.18. Mantenimiento preventivo.....	45
4.19. Mantenimiento predictivo.....	46
4.20. Mantenimiento productivo total.....	46
PARTE II APORTACIONES.....	47
CAPÍTULO 5.....	47
LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS Y REDES EXISTENTES.....	47
5.1. Levantamiento de equipos eléctricos existentes.....	47
5.2. Levantamiento de equipos mecánicos existentes.....	48
5.3. Levantamiento de red existente en baja y media tensión.....	50
5.3.1. Media tensión.....	50
5.3.2. Baja tensión.....	50
5.4. Plano 1. Diagrama unifilar en media tensión existente.....	51
5.5. Plano 2. Diagrama unifilar en baja tensión existente.....	53
CAPÍTULO 6.....	55
PROYECTO DE REPOTENCIACIÓN.....	55
6.1. Levantamiento de equipos eléctricos repotenciados.....	55
6.2. Levantamiento de equipos mecánicos repotenciados.....	57
6.3. Levantamiento de la red en media y baja tensión repotenciada.....	58
6.3.1. Media tensión.....	58

6.3.2. Baja tensión.....	58
6.4. Plano 3 Diagrama unifilar en media tensión repotenciado	59
6.5. Plano 4 Diagrama unifilar en baja tensión repotenciado	61
6.6. Cálculo de la protección en media tensión	63
6.7. Cálculo de la capacidad del transformador principal.....	64
CAPÍTULO 7	65
PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	65
7.1. Proyecto	65
7.1.1. Condiciones y restricciones del proyecto.....	65
7.1.2. Presupuesto de proyecto.....	65
7.1.3. Valor determinado del agua presurizada.....	67
CAPÍTULO 8	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
8.1. CONCLUSIONES.....	68
8.2. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
ANEXOS.....	77

ÍNDICE TABLA

CAPÍTULO 5

Tabla 5.1 Estado de dispositivos y equipos eléctricos existentes del sistema..... 47

Tabla 5. 2 Estado de dispositivos y equipos mecánicos existentes del sistema. .. 49

CAPÍTULO 6

Tabla 6. 1 Levantamiento de dispositivos repotenciados 55

Tabla 6. 2 Levantamiento de equipos mecánicos repotenciados..... 57

CAPÍTULO 7

Tabla 7. 1 Presupuesto general del proyecto de repotenciación..... 66

Tabla 7. 2 Valores por el servicio de agua presurizada..... 67

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2. 1 Riego superficial.	6
Figura 2. 2 Riego por aspersión.....	6
Figura 2. 3 Riego localizado.....	7
Figura 2. 4 Bomba centrífuga.....	9
Figura 2. 5 Bomba de turbina para pozos profundos.	10
Figura 2. 6 Bomba sumergible.	11
Figura 2. 7 Bomba Reciprocante.....	11
Figura 2. 8 Bomba rotativa.....	12
Figura 2. 9 Válvulas de agua	13
Figura 2. 10 Válvula de paso.....	14
Figura 2. 11 Válvula reguladora de presión.	15
Figura 2. 12 Válvula de aire.	15
Figura 2. 13 Válvula de aire.	16
Figura 2. 14 Válvula de Alivio.....	17
Figura 2. 15 Válvula de Compuerta.	17
Figura 2. 16 Válvula mariposa	18
Figura 2. 17 Válvula de Retención.....	19
Figura 2. 18 Medidor volumétrico.	20
Figura 2. 19 Medidor Diferencial.....	21
Figura 2. 20 Medidor de paletas.....	22

Figura 2. 21 Tubos de fundición.	24
Figura 2. 22 Tubería de cobre.	25
Figura 2. 23: Tubo PVC.	25
Figura 2. 24 Golpe de ariete.	27
Figura 3. 25 Acometida de media tensión.	29
Figura 3. 26 Fusible de media tensión.	30
Figura 3. 27 Tablero de media tensión.	30
Figura 3. 28 Disyuntor de potencia.	31
Figura 3. 29 Transformador Trifásico.	32
Figura 3. 30 Pararrayo de polímero.	32
Figura 3. 31 Esquema de acometida en baja tensión.	33
Figura 3. 32 Tablero de control baja tensión.	34
Figura 3. 33 Interruptores automáticos.	34
Figura 4. 34 PLC (Programable Logic Controller.)	37
Figura 3. 35 Tipos de temporizadores	38
Figura 4. 36 Fuente de alimentación.	38
Figura 4. 37 Contactor trifásico.	39
Figura 4. 38 Guardamotor.	40
Figura 4. 39 Relé	41
Figura 4. 40 Transformador de control.	41
Figura 4. 41 Sensores	42

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo la realización de un estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC (*Programmable Logic Controller*) para la población de Cerecita, con la finalidad de reemplazar el sistema actual el cual presenta problemas de orden eléctrico y mecánico, debido a la antigüedad que presentan sus componentes, y de esta forma mejorar el servicio de agua presurizada para riego de la cual se beneficia una gran parte de la población de Cerecita. Este proyecto consta de una estación de bombeo la cual tiene 5 motores bomba las mismas que junto a todos los elementos que requiere para su funcionamiento, trabajo sincronizado y controladas por un PLC para abastecer de manera eficiente del líquido vital a los usuarios que están conectados a la red. Las instalaciones del sistema actual constan de modernos equipos para controlar los diferentes parámetros de funcionamiento ya sea caudal, potencia, temperatura, capacidad, entre otros. La población de Cerecita cuenta con esta estación de riego para realizar sus diferentes actividades de cultivos, y ganaderas, los mismos que requieren el suministro de agua ininterrumpidamente, es por ello que se pretende realizar la repotenciación de los equipos y elementos para que el sistema trabaje de manera óptima y no se vean afectadas sus actividades.

Palabras Claves: PLC, Riesgo Automatizado, Bombeo, Control Electrónico, Repotenciación.

ABSTRACT

This project aims to carry out a study and analysis of the repowering of an automated water pumping system for agricultural use through a PLC for the population of Cerecita, in order to replace the current system which presents problems of order electrical and mechanical, due to the age of its components, and thus improve the pressurized water service for irrigation from which a large part of Cerecita's population benefits. This project consists of a pumping station which has 5 pump motors the same that together with all the elements that it requires for its operation, work synchronously controlled by a PLC to efficiently supply the vital liquid to the users who are connected to the net. The facilities of the current system consist of modern equipment to control the different operating parameters whether flow, power, temperature, and capacity, among others. The population of Cerecita has this irrigation station to carry out its different activities of crops, and livestock, the same ones that require the supply of water uninterruptedly, that is why it is intended to carry out the repowering of the equipment and elements for the system to work optimally and your activities are not affected.

Keyword: PLC, Automated Risk, Pumping, Electronic Control, Repowering.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y alcance

En la población de Cerecita su actividad económica es netamente agrícola y ganadera, por más de 20 años el gobierno por medio de la Secretaria Nacional del Agua SENAGUA les ha brindado el servicio de agua cruda presurizada para riego, dicho sistema presenta un deterioro en su infraestructura general, es por ello que se realizó un recambio urgente de todo el sistema para mejorar el servicio para los usuarios del sistema.

En este documento se presenta un estudio y análisis de la repotenciación de la estación de bombeo para riego, que tiene como objetivo reemplazar todos los equipos y dispositivos eléctricos y mecánico los cuales están en deterioro por su antigüedad, y de esta forma conseguir que el sistema funcione de manera óptima y poder brindar a los usuarios un servicio eficiente y por ende evitar que sus cultivos y animales se echen a perder por falta de este servicio.

La repotenciación de este proyecto está a cargo de la empresa China CWE que en un plazo de 18 meses deberá entregar el proyecto terminado y operando de manera eficiente, los equipos y dispositivos que se instalaron van funcionar de manera coordinada consiguiendo que el sistema trabaje óptimamente.

El sistema tiene aproximadamente 274 usuarios que pagan por el servicio y otros 100 que no pagan por el servicio, pero ello no implica que se les deba retirar el servicio por que en la constitución de la república del Ecuador consta el derecho a soberanía alimenticia que prioriza la producción agrícola local para alimentar a la población.

El objetivo fundamental de este proyecto es el estudio y análisis de la repotenciación de la estación de riego presurizado para mejorar el sistema, mediante el reemplazo de los diferentes equipos, dispositivos eléctricos y mecánicos y de esta forma poder brindar un servicio continuo y eficiente al sector lo cual va a conllevar que la producción agrícola y ganadera de la comuna de cerecita mejore su producción, aumente las fuentes de trabajo y así se dinamice la economía del sector.

1.2.Planteamiento del problema

En la población de Cerecita se encuentra la estación de riego que lleva por nombre sistema de riego Cerecita el cual presenta un significativo deterioro por uso y antigüedad esta estación no permitía dar un servicio de calidad a los usuarios del sistema de riego en Cerecita, causándoles grandes molestias, y pérdidas, agrícolas y ganaderas.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estudiar y analizar la repotenciación del sistema de bombeo de agua automatizado para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamiento de la información de los diferentes equipos y dispositivos existentes que fueron retirados.
- Elaborar un análisis de los diferentes equipos y dispositivos nuevos que fueron instalados en el sistema.
- Realizar un estudio de los costos de la repotenciación y beneficio económico del sistema de riego presurizado.

1.5 Hipótesis

El cambio parcial de los equipos y dispositivos antiguos le dará al sistema una eficiencia de funcionamiento óptima y un abastecimiento de agua permanente a población de Cerecita provincia del Guayas para de esta manera crear mayores fuentes de trabajo en esta parte del país.

1.6 Metodología

Para el siguiente trabajo de titulación se utiliza las siguientes metodologías de investigación las cuales son un conjunto de procedimientos que permiten obtener en relación con un objeto cualquiera, una teoría situada a un nivel de verificación lo más elevado posible y que permite explicar la interdependencia de los elementos constitutivos de este objeto a continuación se describen los 3 métodos de investigación utilizados:

1.6.1. Método descriptivo

La investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, donde, cuando, cómo y porqué del sujeto del estudio. En otras palabras, la información obtenida en un estudio descriptivo, explica perfectamente a una organización el consumidor, objetos, conceptos y cuentas. Se usa un diseño descriptivo para hacer una investigación, cuando el objetivo es:

- Describir las características de ciertos grupos, con base en los datos obtenidos de los usuarios se quiere desarrollar el perfil de usuarios, respecto a factores demográficos y socioeconómicos. (Jimenez, 1998, pág. 14).
- Calcular la proporción de gente en una población específica que tiene ciertas características. Por ejemplo, se quiere calcular la proporción de indígenas del grupo otomí que trabajaran en la industria automotriz.
- Pronosticar, por ejemplo, la venta para los próximos cinco años y usarla como base en la planificación. (Namakforoosh, 2000, pág. 91).

1.6.2. Método explicativo

El método explicativo no percibe aspectos que forman parte de la acción social y siendo imprescindible dar cuenta de ellos para obtener un conocimiento sociológico de la acción social se requiere de la ayuda de un método que supla ventajosamente este vacío, existen diferencias que son relativamente insalvables pero, entre los objetos específicos de las ciencias sociales y las ciencias naturales. (Rodríguez, 2001).

1.6.3. Método analítico

El método analítico toma por punto de partida el conocimiento buscado, y retrocede, suponiendo ordenes de dependencia en los que ese conocimiento está incluido, hasta lograr la conexión con cadenas deductivas que son ya conocidas y evidentes. Con esto, el conocimiento buscado encuentra su lugar en aquel orden de dependencia que tomaba su punto de partida en los principios mismos."

Este procedimiento es posible solo gracias al precepto del orden el cual es necesario mantener si se quiere llegar a conseguirlo, con el orden deductivo, se lo llama análisis, o método analítico y así es posible llegar a conocer dicho método (Descartes, 2004) y (Osorio, 2018).

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO

El riego se define como la aplicación artificial de agua al terreno, con el fin suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo. En cambio, la irrigación puede definirse como la aplicación de agua al terreno con los siguientes objetivos:

- Proporcionar la humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse.
- Asegurar las cosechas en sequías de corta duración.
- Refrigerar el suelo y la atmósfera para de esta forma mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal.
- Disolver sales contenidas en el suelo.
- Reducir la probabilidad de formación de drenajes naturales.
- Dar tempero a la tierra. (Israelsen & Hansen, 2003, pág. 10)
- Mantener la humedad continua.

2.1. Sistema de riego

Un sistema de riego se denomina al conjunto de elementos físicos que hacen posible que un área determinada pueda ser cultivada con la aplicación de agua mediante tuberías o algún tipo de sistema que entregue al agua necesaria para las plantas” (Laverde, 2016)

En cuanto a los tipos de riego más comunes que existen se detallan 3 grandes grupos a continuación:

- Riego superficial
- Riego por aspersión
- Riego localizado

2.2. Riego Superficial

La distribución del agua con el sistema de riego superficial depende totalmente de la naturaleza del caudal y la pendiente del terreno. Algunos de los tipos de riego por superficie sirven solo para terrenos totalmente nivelados, sin pendientes, mientras que los otros exigen terrenos con pendientes, como se puede ver en la figura 2.1 este sistema canaliza el agua hasta las plantas.



Figura 2. 1 Riego superficial.
Fuente: (López, 2019)

Según el autor Juan Leitón (1985), los tipos de riego superficial más comunes que existen, son:

- Por inundación
- Por escurrimiento
- Por surcos

2.3. Riego por aspersión

Se puede considerar como una lluvia artificial, a través de la cual se riega un cultivo para su crecimiento y producción, con la ventaja de que esa lluvia es controlada para su manejo, tanto en tiempo como intensidad (Leitón, 1985). En este sistema, el agua es llevada a presión hasta los distribuidores o aspersores, diseñados para trabajar a presiones y separación diferente, como se puede observar en la figura 2.2 la humedad va ser siempre constante.



Figura 2. 2 Riego por aspersión
Fuente: (Monge, 2018)

Los tipos de sistemas por aspersión en función de la movilidad de sus elementos, según se clasifican en:

- Sistemas semipermanentes
- Sistema de movimiento continuo
- Sistemas móviles
- Sistema de movimiento intermitente

2.4. Riego localizado

El riego localizado consiste en la aplicación lenta y frecuente de agua a los suelos a través de emisores distribuidos a lo largo de una tubería, al aplicarse en una zona más o menos restringida del volumen radicular, se caracteriza porque no moja, en general, la totalidad del suelo.

Los emisores disipan o pierden las presiones existentes en el sistema de distribución por medio de orificios, vórtices o trayectorias de flujo largas o tortuosas (Chica, 1999), en la figura 2.3, se aprecia el sistema de riego localizado, el cual se realiza en cantidades pequeñas y con alta frecuencia, de esta manera el contenido de agua en el suelo se mantiene casi constante.

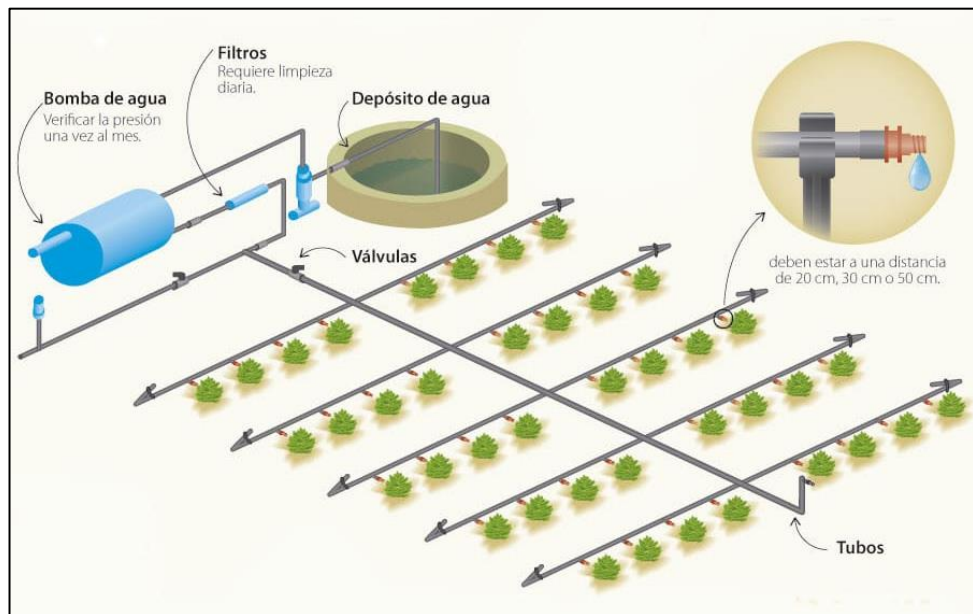


Figura 2. 3 Riego localizado
Fuente: (Gestiriego, 2015)

Según Laverde (2016) los tipos de sistemas localizados en función del tipo de emisor utilizado y de su colocación, se clasifican en:

- Por goteo
- Por tuberías emisoras
- Por micro aspersión.

2.5. Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras de obra civil, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

La estación de bombeo consta de una o varias bombas con sus correspondientes pozos o cárcamos de bombeo, tuberías de succión y descarga. La finalidad es la de proporcionar al líquido, la energía suficiente para poder ser transportado mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota. (EMAPAD.EP, 2019)

2.6. Ubicación de la estación de bombeo

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes factores:

- Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Protección de la calidad del agua de fuentes contaminantes.
- Protección de inundaciones, deslizamientos, huaycos y crecidas de ríos.
- Eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución.
- Disponibilidad de energía eléctrica.
- Topografía del terreno.
- Ubicación estratégica.
- Características de los suelos. (Vásconez & Chamba, 2013)

2.7. Bomba

Es una máquina hidráulica que produce un cambio de momento angular de un impulsor rotativo por la acción de un motor que induce energía mecánica para que se transforme en energía hidráulica (aumento de velocidad y presión de fluido) La fuerza causante de la circulación del líquido puede ser conseguida mediante efecto centrífugo (bombas centrífugas) o por inyección directa de volúmenes de aquel (bombas volumétricas o bombas de desplazamiento positivos). (Romero, 2005)

2.7.1. Tipos de bombas

Las bombas se clasifican según las consideraciones generales diferentes de funcionamiento y servicio que se requiera, a continuación se especifica varios tipos que son las más comunes en el mercado.

2.7.2. Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas son máquinas rotativas capaces de transformar una energía impulsora (por lo general eléctrica o mecánica), en energía cinética de un fluido. (Román, 2004)

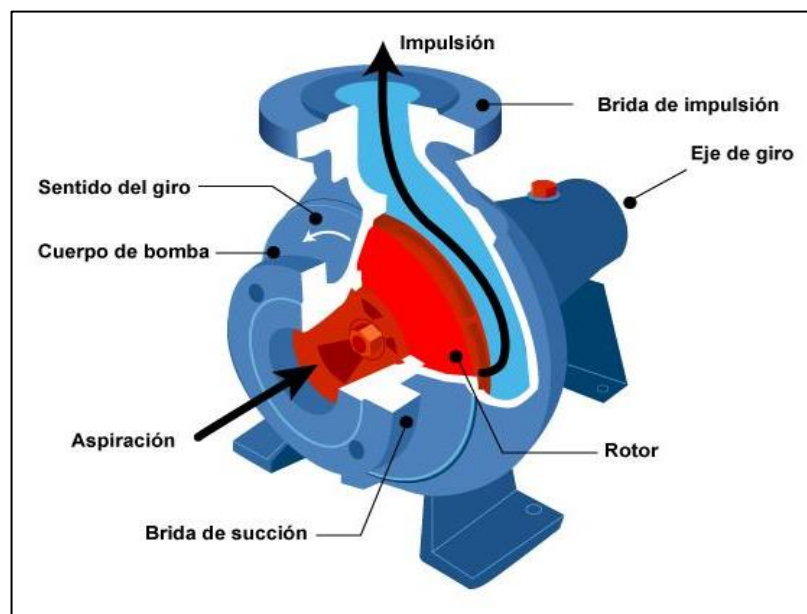


Figura 2. 4 Bomba centrífuga
Fuente: (GRUPO BONNETT S.A, 2014)

En la figura 2.4 se puede observar los elementos que componen la bomba centrífuga, estas bombas son también llamadas receptoras o generadoras que se emplean para hacer circular un fluido, decir que una bomba genera presión es una idea errónea que es ampliamente difundida

2.7.3. Bombas de turbina para pozos profundos

Se denomina bomba de turbina para pozos profundos cuando en una bomba de rodete el impulsor está suspendido verticalmente sobre el eje en el interior de la tubería de descarga. El impulsor puede ser centrífugo, axial o un tipo intermedio que depende la de relación: altura de aspiración y caudal deseado (Israelsen & Hansen, 1985). En

la figura 2.5 se puede observar varios tipos de bomba de turbina para pozos profundos las misma que se pueden encontrar en el mercado de diferentes capacidades Las bombas verticales de turbina tienen un eje de vertical con cojinetes deslizantes lubricados por el líquido bombeado.



Figura 2. 5 Bomba de turbina para pozos profundos.
Fuente: (HIDROMÁSTER, 2018)

2.7.4. Bombas sumergibles de turbina

Se denomina bomba sumergible a una bomba de turbina para pozos profundos directamente acoplada a un motor eléctrico. La unidad de bombeo tiene características análogas a las bombas clásicas para pozos profundos con las mismas posibilidades y capacidades, la ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

El rendimiento es más elevado por el acoplamiento y por la refrigeración producida por la inmersión completa, lo que permite una reducción de hierro y cobre en el núcleo. Este tipo de bombas se utiliza para pozos cuya profundidad puede exceder en algunos casos de los 400 metros.

Se emplean bombas de más de 250 unidades, así como motores sumergibles de 250 CV con cárter de 20 cm e incluso mayores (Israelsen & Hansen, 1985, p. 64). En la figura 2.6 se muestra la bomba sumergible, estas bombas varían en su potencia y voltaje son escogidas en base a la necesidad o al uso que se le valla a emplear a dicha bomba.



Figura 2. 6 Bomba sumergible.
Fuente: (National Pump Company, 2016)

2.7.5. Bombas reciprocantes

Las bombas reciprocantes son unidades de desplazamiento positivo que descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de la carrera. Sin embargo, no todo el líquido llega necesariamente al tubo de descarga debido a escapes o fugas.

Según (Morales, 2001), la bomba reciprocante no es cinética como la centrífuga y no requiere de velocidad para producir presión, pues se puede obtener presiones altas a bajas velocidades, lo que le permite trabajar con fluidos muy viscosos, como el petróleo y el agua de formación.

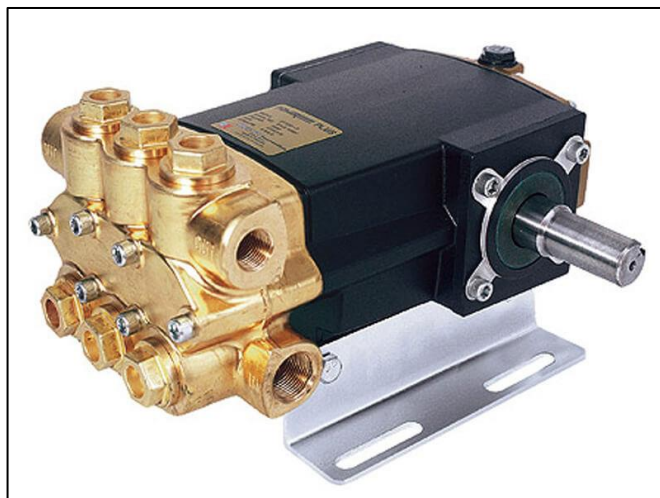


Figura 2. 7 Bomba Reciprocante.
Fuente: (National Pump Company, 2016)

2.7.6. Bomba rotativa

Las bombas rotativas tienen un cuerpo en forma de cilindro hueco en cuyo interior giran el cabezal hidráulico y los mecanismos del regulador cuando este es del tipo centrífugo; en este cuerpo van alojados el mecanismo de avance de la inyección y la válvula dosificadora. Un extremo del cuerpo acaba en la pletina de sujeción al bloque motor y el otro extremo presenta las conexiones de entrada y salida del combustible, tal como se muestra en la figura 2.8.

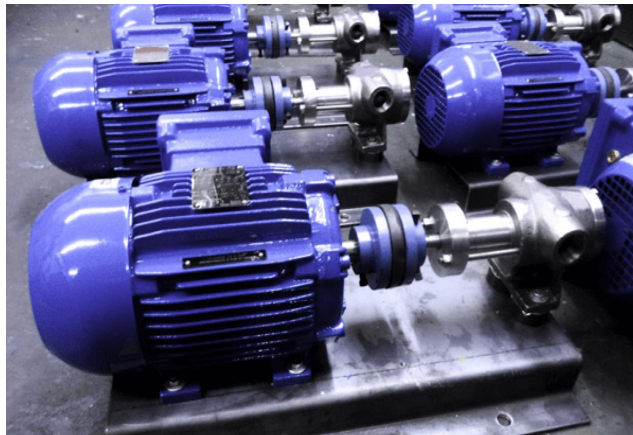


Figura 2. 8 Bomba rotativa
Fuente. (National Pump Company, 2016)

Este tipo de bombas son generalmente utilizadas en automóviles, camionetas, motores estacionarios, a diferencia de las bombas de inyección no dispone más que de un solo cilindro, se pueden clasificar en dos grandes grupos y cada uno de estos grupos se subdivide en otros dos. Por la disposición de los émbolos de presión dentro de la bomba, las pueden ser:

- de dos émbolos radiales,
- de un solo émbolo axial.

Según el tipo de regulador que lleve la bomba, las bombas pueden ser:

- de regulador centrífugo,
- de regulador hidráulico.

2.8. Válvulas

Las válvulas son las encargadas de regular el caudal del fluido de control que modifica el valor de la variable medida y por tanto de la variable controlada. Las válvulas son los principales elementos finales de control.

2.9. Válvulas de agua

Las válvulas son elementos que se colocan en las tuberías como auxiliares indispensables para la adecuada operación, mantenimiento y seguridad de los sistemas de conducción de fluidos. Entre la gran variedad de obras hidráulicas, de instalaciones sanitarias y de procesos industriales, donde las válvulas encuentran aplicabilidad, que usualmente se especifican en los acueductos.

En estos sistemas, las condiciones especiales del servicio que prestan (naturaleza y calidad del fluido, caudales presiones y temperatura del flujo) definen un conjunto relativamente limitado de esos dispositivos, en cuanto a su tipo, diseño y a los materiales con los cuales se fabrican y se protegen. En la figura 2.9 se puede apreciar varios modelos. (Méndez, 2007)



Figura 2. 9 Válvulas de agua
Fuente: (J.C. NISSI, 2019)

2.10. Clasificación de las válvulas según su función

En la actualidad existen dos métodos principales para clasificar válvulas que son el método de control y la función de la válvula, es importante comprender como funciona la válvula, así como la mejor forma de utilizarla para reducir la necesidad de mantenimiento de la válvula y el desgaste adicional de las piezas, entre las diversas bases que pueden adoptarse para establecer una clasificación de las válvulas, tal vez la más significativa es la asociada con la función que presentan estos dispositivos, cuando se los instala en las líneas de flujo. Según este criterio las válvulas pueden agruparse en diferentes categorías las cuales se describen a continuación en los puntos siguientes.

2.10.1. Válvulas de paso

Las válvulas de paso, también llamada de reparación tiene como objetivo, permitir o interrumpir la totalidad del flujo en la tubería. En la figura 2.10 muestra el sentido de apertura; por lo general, su accionamiento se realiza en situaciones relacionadas con el mantenimiento o emergencias en los sistemas de conducción de fluidos, o en algunos esquemas operativos muy particulares de esos sistemas.

Así, por ejemplo, dos válvulas de paso instaladas aguas arriba y aguas abajo de unas bombas, harán factible el desmontaje de la máquina para una eventual reparación, sin interrumpir el servicio de equipos que estén conectados al sistema de la unidad de reserva o sistema de bombeo. Por otra parte, un conjunto de válvulas de paso, debidamente colocadas, permitirá el abastecimiento diferenciado por sectores de un acueducto, o aislar un tramo de una red donde se haya producido una avería, garantizando una suspensión que afecte a un número racionalmente pequeños de usuarios. (Méndez, 2007)

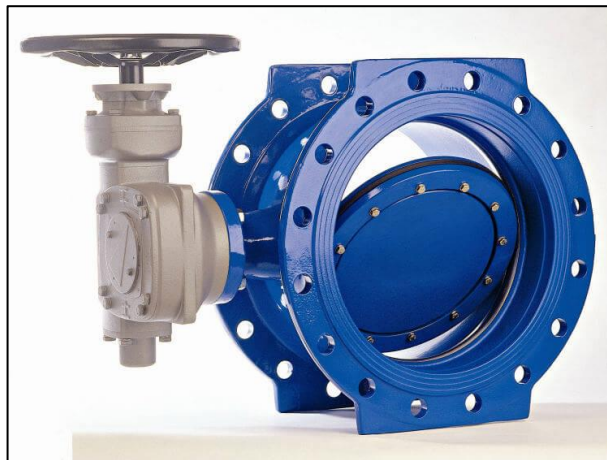


Figura 2. 10 Válvula de paso.
Fuente: (Méndez, 2007)

2.10.2. Válvulas reguladoras

Este tipo de válvulas tiene como finalidad, la regulación o el control de diversas magnitudes hidráulicas en los sistemas de conducción de fluidos, principalmente la presión y el caudal; así como también, los niveles de superficie libre de los estanques que puedan estar intercalados en las líneas de flujo. En la figura 2.11 se puede ver dicha válvula la misma que cuenta con un sistema de regulación de aire para evitar el fenómeno de golpe de ariete el cual es generalmente habitual en estos sistemas de tuberías y bombas.



Figura 2. 11 Válvula reguladora de presión.
Fuente: (Méendez, 2007)

Cuando controlan presiones o caudales, para lo general, las válvulas lo hacen mediante un proceso de disipación de energía. Es decir, la restricción local del área de flujo, determinada por la posición del elemento móvil de la válvula, induce un flujo de alta velocidad que genera una intensa turbulencia. (Méendez, 2007)

2.10.3. Válvulas de admisión y expulsión de aire

Estos dispositivos se conocen también con el nombre de ventosas, y se colocan en determinados sectores de la tubería para permitir la entrada o la salida del aire, cuando así se requiera durante las diferentes fases de operación del sistema. Las válvulas de admisión de aire generalmente se instalan en puntos altos de la conducción, tal como se puede apreciar en la figura 2.12, bien sea para mantener las presiones que se puedan generar por encima de cierto valor compatible con la resistencia estructural de la tubería, o para acelerar su vaciado, cuando sea necesario por razones de mantenimiento. (Méendez, 2007)



Figura 2. 12 Válvula de aire.
Fuente: (Sustraiak Systems, S.L, 2019)

2.10.4. Válvulas de descarga para el vaciado de tuberías

En los puntos bajos de las líneas de flujo, es recomendable la instalación de estructuras de descarga que permitan el vaciado, cuando así lo requieran labores de mantenimiento (limpieza de la tubería, por ejemplo), reparaciones, utiliza es la de compuerta. En la figura 2.13 se puede apreciar el interior de la válvula la cual permite en vaciado automático de las tuberías, y de esta forma descarga cualquier acumulación de suciedad dentro de la misma.

2.10.5. Válvulas de alivio

Son también llamadas válvulas de seguridad y están diseñadas para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite preestablecido, su misión es evitar la explosión del sistema o de un equipo o tubería, estas válvulas se utilizan ocasionalmente para atenuar cierto tipo de solicitaciones transitorias que se originan como consecuencia del golpe de ariete.

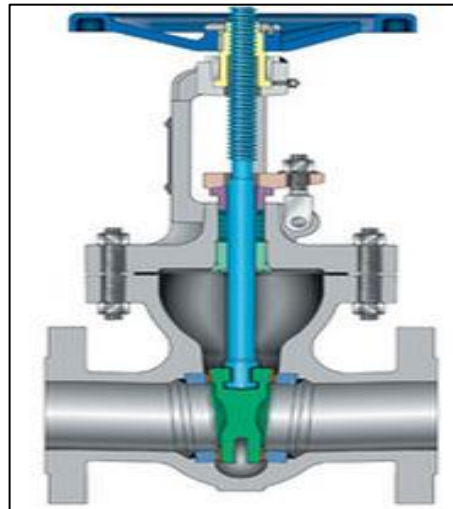


Figura 2. 13 Válvula de aire.
Fuente: (Sustraiak Systems, S.L, 2019)

Estas válvulas se las puede encontrar o emplear en instalaciones industriales y comerciales donde es obligatorio en las instalaciones que circulen fluidos a presión, están dotadas de un dispositivo de apertura, el mismo que se puede ver en la figura 2.14, se acciona cuando las presiones en la tubería tienden a superar cierto valor prefijado o considerado en función del trabajo que se vaya a emplear.

La finalidad principal de estas válvulas es la de proteger la instalación de los efectos nocivos de las depresiones durante el vaciado de la tubería, permitiendo el ingreso de

grandes cantidades de aire y evitando así roturas y el eventual colapso por aplastamiento y una de las cosas más importantes es que va a minimizar los costos por operación. (Méndez, 2007)



Figura 2. 14 Válvula de Alivio.
Fuente: (Sustraiak Systems, S.L, 2019)

2.10.6. Válvulas de compuerta

El elemento de cierre de este tipo de válvula es una compuerta de forma rectangular o circular, cuyos planos extremos pueden ser paralelos o en tona, (Méndez, 2007) plantea que, en el proceso de apertura o cierre, la compuerta se desliza a través de ranuras o guías, practicadas en el cuerpo de la válvula. El elemento de cierre puede ser accionado mediante un eje de transmisión a tracción o rotatorio, según el modelo que muestra en la figura 2.15 este eje rotatorio puede ser accionado por cualquier operador.



Figura 2. 15 Válvula de Compuerta.
Fuente: (Sustraiak Systems, S.L, 2019)

2.10.7. Válvulas de mariposa

El elemento de cierre de este tipo de válvulas está constituido por una placa circular, la cual gira alrededor de un eje, generalmente ubicado en un plano horizontal, y acoplado al mecanismo de accionamiento solidario al cuerpo de la válvula. Casi siempre, para un mismo diámetro nominal, estas válvulas resultan de inferiores dimensiones, pesos y costos que las de compuerta. La mayoría de las patentes comerciales, presentan dos diseños según la longitud del cuerpo largo o corto.



Figura 2. 16 Válvula mariposa
Fuente: (SoloStocks, 2019)

Las válvulas de mariposa se utilizan principalmente como órganos de paso y la pérdida de energía localizada para la posición de completa apertura, es de relativa magnitud, al disminuir el área de paso aumenta la pérdida de carga, en razón de la interposición del elemento lenticular en la corriente, son generalmente pequeñas y se accionan neumáticamente, algunas veces se utilizan como secciones de regulación, aunque el rango de trabajo donde funcionan libres de vibraciones y de cavitación es relativamente estrecho como se puede ver en la figura 2.16 (Méndez, 2007)

2.10.8. Válvulas de retención

Estas válvulas se usan con el objeto de retener la masa de agua que se encuentra en la tubería cuando la bomba suspende su operación y con el fin de evitar esfuerzos excesivos en la bomba debido al fenómeno del golpe de ariete. Según (López, 2009) esto no quiere decir que estas válvulas eliminen el efecto de este fenómeno, sino que únicamente lo atenúan. En la figura 2.17 se puede apreciar la válvula de retención.



Figura 2. 17 Válvula de Retención.
Fuente: (SoloStocks, 2019)

2.11. Medidor

El medidor de agua es un dispositivo o artefacto perteneciente a una conexión que registra con precisión la cantidad de agua que pasa a través de él. (Medidor de agua | Interagua, 2019)

2.12. Tipos de medidores

2.12.1. Medidores de caudal

Los instrumentos que más se utilizan para medir el caudal o gasto en conductos de agua a presión, al menos en este país, pueden agruparse en las categorías siguientes:

- Medidores volumétricos o de desplazamiento positivo
- De turbina o hélice
- Medidores diferenciales
- Medidores hidráulicos de la velocidad del flujo

Y, más recientemente

- Medidores ultrasónicos
- Medidores inserción magnética.

Con excepción de los últimos tipos señalados, los demás dispositivos poseen elementos sensores que captan presiones, volúmenes o indicadores se relacionan con el caudal mediante procesos de calibración, los cuales deben repetirse periódicamente a lo largo del lapso de servicio. Su colocación en las líneas de flujo debe corresponder a las condiciones existentes en los bancos de ensayo, cumpliendo con las recomendaciones que sobre este particular suministren los fabricantes.

2.12.2. Medidores volumétricos y de velocidad (turbina o propela)

Estos medidores se utilizan para contabilizar los consumos de agua en instalaciones domiciliarias o industriales, se colocan en tuberías de pequeño diámetro y, por las características de su diseño mecánico, generan pérdidas localizadas de energía relativa importancia.

En los volumétricos, denominados también de desplazamiento positivo, el líquido entra sucesivamente en espacios o cámaras de volúmenes calibrados, solidarios a un cuerpo rotatorio. El giro de este dispositivo ocasiona la descarga del agua hacia las instalaciones del usuario y se puede fácilmente establecer una relación entre el número de vueltas del aparato y los volúmenes líquidos desplazados, dotados de diversas escalas de dígitos (Méndez, 2007), en la figura 2.18 se aprecia el medidor volumétrico.



Figura 2. 18 Medidor volumétrico.
Fuente: (ReporteroIndustrial, 2019)

2.12.3 Medidor diferencial

Estos medidores miden caudales en conductos cerrados su funcionamiento se basa en la reducción de la sección de paso y esto origina que aumente su velocidad, la cual origina un aumento de la energía cinética, este sistema se basa en el principio de medir la carga o presión hidrostática, la carga se define como el peso de líquido que existe por encima de un plano de referencia. Es independiente del volumen de líquido implicado o de la forma del recipiente.

El autor José Acedo (2013) considera que el sistema no mide el nivel de líquido sino la presión ejercida y, como la presión es proporcional a la altura de columna del líquido, el medidor (infiere) la posición actual del nivel. Por tanto, la altura de nivel obtenida por este método es una inferencial. En la figura 2.19 se puede ver el medidor diferencial el cual en su parte exterior cuenta con una pequeña pantalla de visualización de valores registrados, también puede contabilizar la cantidad en metros cúbicos que circula por esa tubería o red de distribución de agua si es el caso, la ubicación es paralela a la tubería.



Figura 2. 19 Medidor Diferencial.
Fuente: (KROHNE 2019)

2.12.4. Medidores de desplazamiento positivo

Los medidores de desplazamiento positivo miden la cantidad de fluido que circula por un conducto, dividiendo el flujo en volúmenes separados y sumando los volúmenes que pasan a través del medidor, (Ballester, 1999, p. 31) recalca que en cada medidor, se pueden destacar tres componentes comunes:

- Cámara, que se encuentra llena de fluido
- Desplazador, que, bajo la acción del fluido circulando, transfiere el fluido desde el final de una cámara a la siguiente.
- Mecanismo (indicador o registrador), conectado al desplazador, que cuenta el número de veces que el desplazador se mueve de una parte a otra en la cámara de trabajo.

2.12.5. Medidores de paletas deslizantes

Un medidor de paletas deslizantes, consta de un rotor con unas paletas, dispuestas en parejas opuestas, que se pueden deslizar libremente hacia adentro y hacia afuera de su alojamiento como se puede observar en la figura 2.20 los miembros de las paletas opuestas se conectan rígidamente mediante varillas, y el fluido circulando actúa sobre las paletas sucesivamente, provocando el giro del rotor (Acedo, 2013).

Mediante esta rotación el líquido se transfiere desde la entrada a la salida a través del espacio entre las paletas, también existe fricción constante con la carcasa las paletas se desgastan, pero estas se van reajustando debido al resorte con el que cuenta la bomba.



Figura 2. 20 Medidor de paletas.
Fuente: (SANTEKSTORE 2019)

El cierre se lleva a cabo por la acción de las paletas sobre la pared de la cámara, mediante una combinación de presión de líquido y fuerzas centrifugas, auxiliado por el apriete, mediante resortes, de las paletas contra la pared de la cámara. Esto ayuda a mantener en valores aceptables cualquier escape de líquido que pueda producirse a través de las paletas. (Ballester, 1999, p. 32)

2.12.6. Medidores de rueda oval

El medidor rueda oval, dispone de dos ruedas ovals que engranan entre sí y tienen un movimiento de giro debido a la presión diferencial creada por el flujo de líquido. La acción del líquido actúa de forma alterativa sobre cada una de las ruedas, dando

lugar a un giro suave prácticamente constante. Tanto la cámara de medida como las ruedas están mecanizadas con gran precisión, con el fin de conseguir que el deslizamiento entre ellas se produzca con el mínimo rozamiento, sin que se formen bolsas o espacios muertos y desplazando la misma y así poder lograr un óptimo funcionamiento. (Ballester, 1999, p. 33).

2.13. Tubos

Los tubos son cuerpos cilíndricos, de sección cerrada y generalmente encargados de la conducción de fluidos en régimen libre o forzado, suele tener forma cilíndrica y que, por lo general, se encuentra abierta por ambos extremos. La unión de múltiples tubos permite crear una tubería, un conducto que permite el transporte de agua u otro líquido. Existen varios tipos de tubos los cuales se detallan a continuación:

2.13.1. Tubos de fundición

Las tuberías de hierro fundido se emplean generalmente en conducciones subterráneas y de baja presión., de agua y de gas, los tubos de fundición se unen generalmente mediante bridas y por enchufe y cordón. En la figura 2.21 se puede ver los tubos de fundición, los mismo que pueden ser instalados en zanjas con poco cuidado, adaptan a los movimientos del terreno y mitiga las tensiones, permite realizar curvas de hasta 90 grados.

Este tipo de tubos ofrecen un margen de seguridad muy alto contra posibles fallas de mantenimiento de tierra, son virtualmente irrompibles en condiciones de servicio, también son muy resistentes en el tema de transportación, se los puede agrupar en grandes cantidades sin ningún inconveniente, actualmente en el mercado se puede encontrar tubos de este tipo con diferentes calibres requeridos para diferentes usos, pero también es posible realizar la fabricación de los mismos en caso que los diámetros sean muy específicos, como es el caso de tuberías de ramales principales que abastecen a ciudades o haciendas.



Figura 2. 21 Tubos de fundición.
Fuente: (ALRECO, S.L., 2019)

2.13.2. Tubos de acero sin soldadura

Se utilizan en prácticamente todo tipo de conducciones, en función de su aplicación se fabrican con diferentes tipos de aceros. En general, suelen llevar sus extremos roscados realizándose sus uniones con manguitos.

2.13.3. Tubos soldados

Se llaman así porque se obtienen por soldadura de la costura longitudinal de pletinas de acero curvadas. Sus extremos suelen ser linos, realizándose sus uniones mediante soldadura.

2.13.4. Tubos de plomo

Se fabrican en grandes longitudes y pequeñas secciones para trabajos muy puntuales como conducción de líquidos.

2.13.5 Tubos de cobre y latón

Por sus cualidades y características anticorrosivas son generalmente utilizados en instalaciones sanitarias y de laboratorio, por que mantienen una alta resistencia a la corrosión y una buena presión. La figura 2.22 muestra los tubos de cobre que son utilizados sobre todo en lugares con temperatura baja, por que ayudan a calentar el agua más rápidamente, de entre sus bondades también se puede destacar que son fáciles en su montaje.



Figura 2. 22 Tubería de cobre.
Fuente: (HOMECENTER, 2019)

2.13.6. Tubos de PVC

La sigla PVC significa “Polyvinyl Chloride” en español “Policloruro de vinilo”, el cual es un plástico que surge a partir del cloruro de vinilo. Se utilizan en una variedad de aplicaciones, como edificación y construcción, electrónica, automóviles y otros sectores, en productos que van desde tuberías y revestimientos, cada día más utilizados por su ligereza, flexibilidad y facilidad de montaje, en la figura 2.23 se muestra el tubo PVC



Figura 2. 23: Tubo PVC.
Fuente: (SODIMAC, 2019)

2.13.7. Tubería de suministro

La tubería de suministro tiene dos objetivos primordiales los cuales se detallan a continuación:

- Permitir la entrada de agua al cuerpo de la bomba desde el tanque de suministro con la ganancia adicional de velocidad.

- Resistir el efecto de martillo del impacto producidos por el golpe de ariete.

Las dimensiones, tanto del diámetro como la longitud de la tubería de suministro son factores determinantes para garantizar el buen funcionamiento de la bomba de ariete, ya que conduce el agua desde la fuente a la bomba y retiene la onda de presión producida por el golpe de ariete. Estas deben cumplir con ciertas relaciones desarrolladas de manera experimental y obviamente de acuerdo al espacio físico disponible (Rivadeneira & Silva, 2013)

2.14. Cárcamo

Es la estructura hidráulica complementaria del sistema hidráulico que sirve como almacenamiento provisional para bombear algún líquido de un nivel inferior a uno superior (Pedraza & Rosas, 2011). Aseguran que se emplea para el agua potable, agua tratada, drenaje sanitario y drenaje pluvial.

2.15. Principales de problemas de bombeo

Los problemas típicos con las bombas generalmente caen bajo 2 causas clave:

- Cavitación
- Golpe de ariete

2.16. Cavitación

La cavitación es el proceso de formación de huecos o cavidades de aire debido a una disminución repentina de la presión a lo largo de la ruta de flujo de un líquido. Cuando el líquido se encuentra de repente con un área de presión relativamente baja, se produce un cambio de fase (conversión de líquido en aire) que provoca la formación de burbujas de aire, también llamadas burbujas de cavitación. Una vez más, cuando el líquido entra en una zona de alta presión, las burbujas de cavitación explotan liberando una onda de choque con un sonido explosivo.

Cuando un líquido, como el agua escurre a través de una máquina o conducto a una presión tan baja que ocasione la vaporización de aquel, puede producirse cavitación. Se entiende por cavitación la formación de hendeduras en la superficie limítrofe, sea esta de metal u otro material, de lo que resulta un rápido deterioro. El fenómeno de cavitación, si bien no se comprende totalmente, aunque se ha tratado de explicar en

diversas ocasiones con base en acción química, electrolítica o mecánica, se atribuye en general a esfuerzos mecánicos ocasionados por las explosiones virtuales o aplastamiento de las partículas de fluido que ocurren por la vaporización repentina y condensación súbita en el flujo turbulento, cuando la presión esta próxima a la presión de vapor. (Romero, 2005, p. 496)

2.17. Golpe de ariete

El golpe de ariete se refiere a las fluctuaciones causadas por un repentino incremento o disminución de la velocidad del flujo. Es decir, ocurre cuando el agua en movimiento cambia repentinamente de velocidad. El golpe de ariete puede ser causado por un arranque de la bomba o una válvula que se abre rápidamente, sin embargo, en la gran mayoría de los casos, se produce cuando se cierra una válvula.

A veces puede crearlo simplemente cerrando un grifo muy rápido. Muchos grifos de fregadero domésticos de una sola palanca le permitirán cerrarlos de golpe lo suficientemente rápido como para causar un golpe de ariete. Cerrar la misma válvula lentamente no causará el golpe de ariete. Sin embargo, con mayor frecuencia la válvula que causa el problema es una válvula automática como la que se usa en un sistema de riego. (Espinosa, 2014)

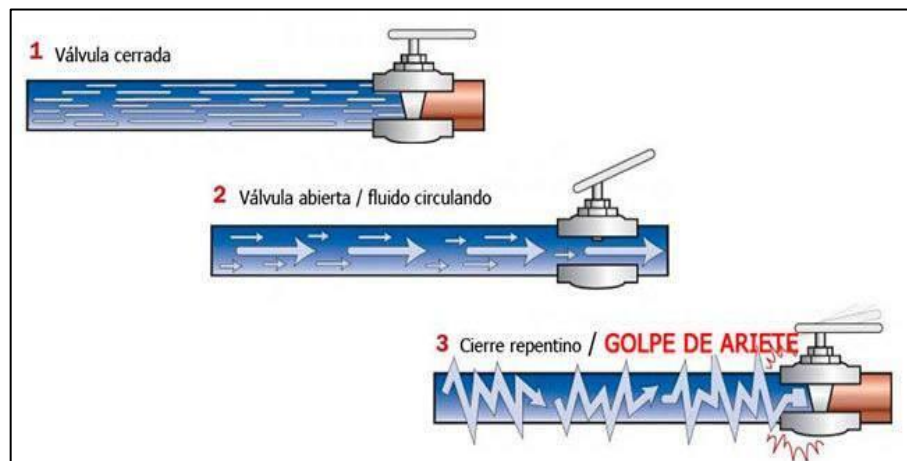


Figura 2. 24 Golpe de ariete.
Fuente: (Aristegui Maquinaria, 2019)

Como se puede ver en la figura 2.24 estas fluctuaciones de presión pueden ser lo suficientemente severas como para romper la tubería de agua, los problemas potenciales del golpe de ariete pueden ser considerados al evaluarse el diseño de las tuberías y cuando se realiza un análisis detallado de las oscilaciones de presión. Sin

embargo, este principio se utilizará en el presente proyecto. Es decir, se pueden obtener ventajas al almacenar cierta presión en sistemas de tuberías que, dependiendo del enfoque técnico, pueden resultar en una magnífica alternativa para el transporte de fluidos.

El golpe de ariete está influenciado por tres variables o factores:

- El primer factor es la longitud de la tubería por la que viaja el agua.
- El segundo factor es el tiempo, qué tan rápido se detiene el agua.
- El tercer factor que influye en el golpe de ariete es la velocidad del agua.

CAPÍTULO 3

GENERALIDADES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

3.1. Acometida en media tensión

Es aquella que inicia en la red primaria y que entrega la empresa eléctrica con un voltaje de 13.8 KV la cual puede ser monofásica o trifásica, esta puede ser de dos tipos aérea que comprenden clase ACSR y subterránea que es un conductor con un aislamiento XLPE 15KV, la acometida parte desde la red primaria como se ve en la figura 3.25, hasta los *bushing* del transformador o a un cuarto de celdas donde se colocara los TC y TP para la medición si existiera. (Loaiza, 2016)



Figura 3. 25 Acometida de media tensión.
Fuente: El autor

3.2. Fusibles

Los fusibles son dispositivos que se utilizan en la protección de cortocircuito en redes de distribución, al mismo tiempo son uno de los más confiables, dado que puede brindar protección un tiempo muy prolongado (por arriba de 20 años) sin estar sujeto a tareas de mantenimiento, estos elementos poseen el más sencillo de los funcionamientos. Cuando un valor alto de corriente pasa a través del fusor o lamina fusora, entonces se genera una alta temperatura que logra fundir a dicha lamina, quedando de esta manera desconectada la fase averiada. Existe gran variedad de fusibles, muchos de los cuales no tienen exactamente el mismo principio de

funcionamiento, pero la variedad de fusibles está en dependencia del nivel de voltaje, la aplicación y la importancia del equipo a proteger como se puede ver en la figura 3.26 el fusible el cual es de tipo caja fusible. (León, Palau, & Sánchez, 2015)

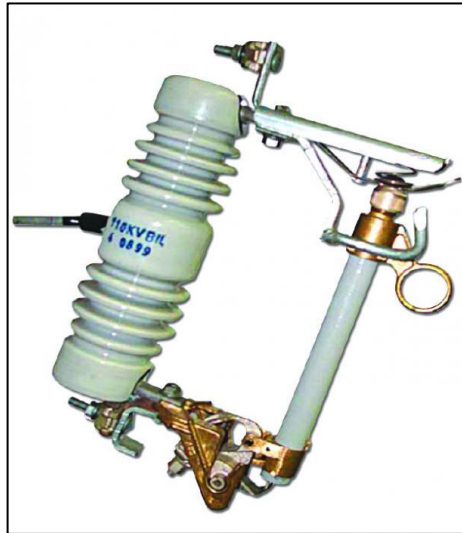


Figura 3. 26 Fusible de media tensión.
Fuente: (S&C Electric, 2017)

3.3. Celda de media tensión

Es el conjunto continuo de secciones verticales (Celdas) en las cuales se ubican equipos de maniobra (interruptores de potencia fijos o extraíbles, seccionadores, etc.), equipos de medida (transformadores de corriente, transformadores de tensión, sensores de corriente y tensión, etc.), y equipos de protección y control, montados en uno o más compartimientos de baja tensión insertos en una estructura metálica externa. (Torres, 2013); asegura que las Celdas de Media Tensión cumplen la función de recibir y distribuir la energía eléctrica.



Figura 3. 27 Tablero de media tensión.
Fuente: (CELCO, 2019)

3.4. Disyuntor de potencia

Los disyuntores o interruptores de potencia tienen la función de desconectar los circuitos eléctricos en cualquiera de las tres condiciones siguientes:

- Con carga
- En vacío
- En condiciones de falla
- Desconexión con falla kilométrica

Adicionalmente se debe considerar que los interruptores deben tener también la capacidad de efectuar cierres cuando sea una función requerida por el sistema al cual se va a instalar las características constructivas de los interruptores influyen también de alguna manera en su forma de operación dentro de un sistema eléctrico, dependiendo del medio de extinción del arco y la rapidez de separación de los contactos (Bautista & Solís, 2013). En la figura 3.28 se puede observar un interruptor de potencia el cual en su parte frontal cuenta con un accionamiento manual y también con una palanca de carga del resorte



Figura 3. 28 Disyuntor de potencia.
Fuente: (Direct Industry, 2019)

3.5. Transformador

Se denomina transformador a un elemento que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro al silicio. Las bobinas o devanados se denominan “primario y secundario” según correspondan a la tensión alta o baja, respectivamente. Según

Bautista y señalan que, también existen transformadores con más devanados, en este caso puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario. En la figura 3.29 se puede apreciar un transformador trifásico.



Figura 3. 29 Transformador Trifásico.
Fuente: (INATRA 2019)

3.6. Pararrayos

Los pararrayos o puntas de descarga son dispositivos de protección en general contra descargas atmosféricas consisten en una varilla de material conductor con terminación en punta estas varillas se conectan a la red de tierra, el objetivo principal de estos sistemas es reducir los daños que puede provocar la caída de un rayo sobre otros elementos. Muchos instrumentos son vulnerables a las descargas eléctricas, sobre todo en el sector de las telecomunicaciones, electromecánicas, automatización de procesos y servicios, cuando hay una tormenta con actividad eléctrica de rayos. (Bautista & Solís, 2013).



Figura 3. 30 Pararrayo de polímero.
Fuente: (J.DELECTRICOS LTDA., 2019)

3.7. Acometida en baja tensión

Es el suministro que se conecta desde la red secundaria de la empresa eléctrica, ya sea subterránea o aérea, dependiendo la distribución eléctrica de la zona (Loaiza, 2016). En la figura 3.31 se muestra un esquema de una acometida en baja tensión la misma que consta desde el secundario del transformador hasta el panel de o caja de breaker, el calibre de la misma va depender de la carga eléctrica que se demande.

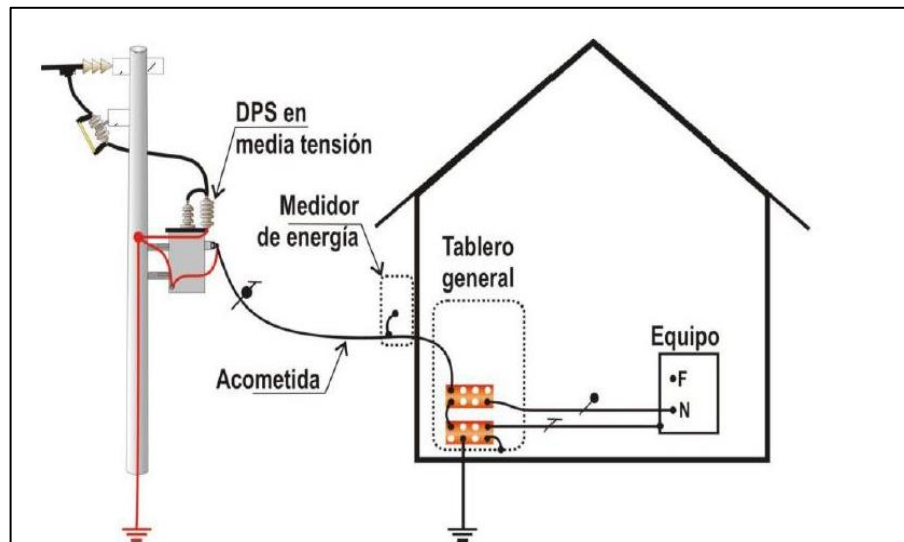


Figura 3. 31 Esquema de acometida en baja tensión.
Fuente: (Reparacioness del Hogar, 2014)

3.8. Tableros de Comando o Control

Estos tableros son diseñados para realizar controles de circuitos y mando, los cuales pueden ser de varios tipos: controladores de luces, los cuales pueden funcionar de manera automática o manual a un circuito eléctrico de alumbrado; control de arranque de motores, que también puede ser manual o automática y varios tipos de arranque o control, tal como se puede ver en la figura 3.32 están provistos de varios elementos que permiten realizar la función de control requerida., los modelos varían en función de la necesidad. (Loaiza, 2016)

Los tableros eléctricos son gabinetes donde se alojan todos los equipos de protección, maniobra, control, medición, comunicación, conexión y señalización que realizan funciones específicas dentro de un proceso de automatización a continuación de describe los objetivos principales que tienen los tableros eléctricos para su funcionamiento eficiente:

- Garantizar la seguridad de los operadores e instalaciones cuando el sistema esta energizado.
- Proteger los equipos frente de las condiciones ambientales o propias del proceso de producción.
- Prevenir acceso no autorizado al hardware del sistema de control, comunicación, maniobra o cualquier otro que ponga en peligro el estado del proceso de producción.



Figura 3. 32 Tablero de control baja tensión.
Fuente: El autor

3.9. Interruptores automáticos

Los interruptores son equipos que protegen contra sobre corriente y están orientados a prevenir el daño de los conductores y aislamientos por las corrientes excesivas que pueden circular debido a corto circuito de fase a tierra o entre fases (Enriquez, 2013).



Figura 3. 33 Interruptores automáticos.
Fuente: (IMSEIngeniería, 2017)

Bajo condiciones de cortocircuito, circula una corriente muchísimo mayor que la corriente nominal; cuando un contacto eléctrico abre un circuito en donde hay gran flujo de corriente, generalmente se produce un arco eléctrico entre dichos contactos ya abiertos, que permite que la corriente siga circulando. Para evitarlo los interruptores incorporan características para dividir y extinguir el arco eléctrico. En pequeños interruptores se implementa una cámara de extinción del arco, la cual consiste en varias placas metálicas o crestas de material cerámico, que ayudan a bajar la temperatura del arco. El arco es desplazado hasta esta cámara por la influencia de una bobina de soplado magnético. En la figura 3.33 se puede apreciar varios modelos que son generalmente empleados en las industrias para protecciones de alta media y baja tensión.

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL

4.1. Automatización industrial

La automatización consiste en dotar al sistema de los dispositivos que le permiten operar por sí mismo. Para conseguir esta automatización será necesario contar con una serie de sensores o captadores capaces de registrar las condiciones del entorno y de funcionamiento interno. Las señales procedentes de esos captadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que basándose en esa información y en una serie de consignas o parámetros que definen el funcionamiento deseado sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso. (Higuera, 2005)

4.2. Objetivos de la automatización

Para mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción de la misma a continuación se presenta varios ítems:

- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo. (Pérez, 2017)

Las ventajas que ofrece la automatización vienen dadas por otra serie de parámetros como:

- Producir una calidad constante
- Proveer cantidades necesarias en el momento preciso
- Incrementar la productividad y flexibilidad de las herramientas
- Aumentar la seguridad laboral (Higuera, 2005)

Una automatización industrial se compone de los siguientes elementos:

4.3. PLC (Programmable Logic Controller)

Un controlador lógico programable (PLC) o controlador programable es una computadora digital industrial que se ha reforzado y adaptado para el control de procesos de fabricación, como líneas de ensamblaje o dispositivos robóticos, o

cualquier actividad que requiera un control de alta confiabilidad y facilidad de programación y diagnóstico de fallas del proceso.



Figura 4. 34 PLC (Programmable Logic Controller.)
Fuente:(Farnell 2019)

Los PLC se desarrollaron por primera vez en la industria de fabricación de automóviles para proporcionar controladores flexibles, resistentes y fácilmente programables para reemplazar relés, temporizadores y secuenciadores cableados. Desde entonces, han sido ampliamente adoptados como controladores de automatización de alta confiabilidad.

Un PLC es un ejemplo de un sistema " en tiempo real " en tiempo real ya que los resultados de salida deben producirse en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario se producirá una operación no intencional. Desarrolla funciones de control de automatismo lógico, secuencial y combinatorio. Se utiliza principalmente en el sector industrial y no precisa de personal informático para su configuración (Ruíz, 2019). En la figura 4.34 se puede ver un PLC el cual es el encargado de automatizar y programar cualquier sistema.

4.4. Temporizadores o timers

Son dispositivos, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo la primera generación que apareció fue los relojes de arena, que fueron sustituidos por relojes convencionales y más tarde por un dispositivo íntegramente electrónico. El autor Fermín Pérez (2017) afirma que cuando transcurre el tiempo configurado se hace activar una alarma o alguna otra función a modo de advertencia, estos dispositivos son generalmente usados para arranque de motores y accionamiento de luces.



Figura 3. 35 Tipos de temporizadores
Fuente: (ServiceElectric, 2009)

4.5. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación proporciona tensión a los componentes internos del autómata y también suministrara alimentación a otros componentes que se conectaran en sus entradas (sensores) y salidas (actuadores).

La fuente de alimentación suele incorporar también una batería para alimentar la memoria interna en caso de que la tensión de red se desconecte, de forma que no se borren los programas y configuraciones que guarda. En la figura 4.36 se puede ver una fuente de alimentación la cual tiene su entrada y su salida en el mismo sentido. (Betancourt, 2019)



Figura 4. 36 Fuente de alimentación.
Fuente: (Calytel, 2017)

dispositivos son muy utilizados en la industria en el área de mantenimiento y operación (Betancourt, 2019).

Pero contrariamente a lo que ocurre con los pequeños interruptores automáticos magneto térmicos, los guardamotors son regulables; resultado de lo cual se dispone en una sola unidad de las funciones que de otra manera exigirían por ejemplo la instalación de al menos tres unidades que pueden ser entre: interruptor, contactor y relé térmico.



Figura 4. 38 Guardamotor.
Fuente: El autor

En la figura 3.38 se muestra el guardamotor el cual es diseñado especialmente para la protección de motores eléctricos en caso de sobrecorrientes transitoria típicas de los arranques de los motores.

4.8. Relé

Es un dispositivo electromecánico que actúa como interruptor o inversor gobernado por un electroimán que acciona uno o varios contactos para permitir la apertura o el cierre de otros circuitos eléctricos independientes. Como el relé permite el control de un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, podemos considerar este como un amplificador eléctrico (Ruíz, 2019). En la figura 4.39 se puede apreciar sus partes, las cuales actúan sincronizada mente para abrir o cerrar un circuito eléctrico independientemente de otros, también estos garantizan.

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.

- La continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.

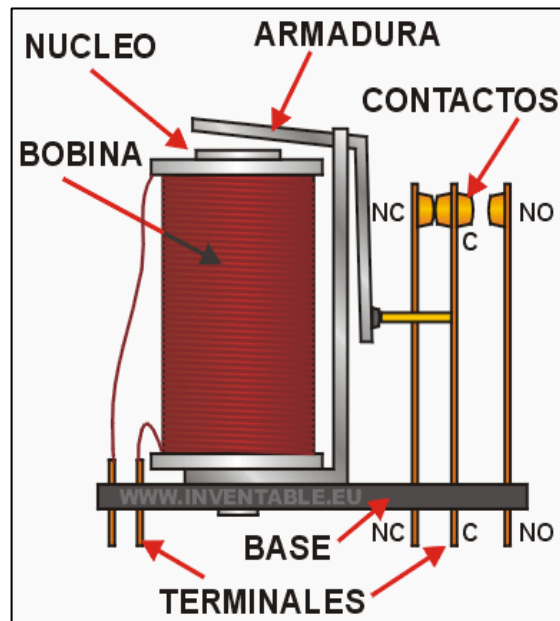


Figura 4. 39 Relé
Fuente: (Ruíz, 2019)

4.9. Transformador de control

Es un dispositivo eléctrico que está compuesto de una bobina de cable, unida a una o varias bobinas más y que, aprovechando el efecto de inducción entre bobinas, se utiliza para unir varios circuitos de corriente alterna, son generalmente utilizados para energizar circuitos de control, e instalaciones puntuales (Ruíz, 2019). Véase la figura 4.40.



Figura 4. 40 Transformador de control.
Fuente: (Ruíz, 2019)

4.10. Sensores

Un sensor es un dispositivo que produce una señal en respuesta a su detección o medida de una propiedad como posición, fuerza, torque, presión, temperatura, humedad, velocidad, aceleración o vibración. En forma tradicional, los sensores, los actuadores y los interruptores se han usado para establecer límites de funcionamiento de las máquinas. Entre los ejemplos comunes de los sensores están los topes de las máquinas herramientas, para restringir los movimientos de la mesa; termómetros y manómetros con funciones de desconexión automática, y los gobernadores en los motores, para evitar demasiada rapidez de operación.

Kalpakjian & Schmidt (2002) afirman que como convierten una cantidad en otra también se les llama transductores.



Figura 4. 41 Sensores
Fuente: (Unknown, 2012)

Los convertidores de analógico al digital se emplean para interconectar sensores analógicos con equipos de procesamiento por procesadores o controladores.

4.11. Clasificación de los sensores

Los sensores analógicos producen una señal, como voltaje, proporcional a la cantidad medida. Los sensores digitales tienen salidas numéricas o digitales, que se pueden transferir en forma directa a las computadoras o cualquier receptor.

Existen varios tipos de sensores los cuales se puede clasificar de la siguiente manera:

- **Sensores mecánicos**, para medir cantidades como posición Forma velocidad fuerza, torque presión, vibración, deformación y masa.

- **Sensores eléctricos**, para medir voltaje, corriente, carga y conductividad.
- **Sensores magnéticos**, para medir campo, flujo y permeabilidad magnética.
- **Sensores térmicos**, para medir temperatura, flujo, conductividad y calor específico.
- **Otros tipos**, como acústicos, ultrasónicos. Químicos, Ópticos, de radiación, Laser y de fibra óptica. (Kalpakjian & Schmidt, 2002)

4.12. Transmisores

Captan la variable del proceso a través de los elementos primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática de margen de 3 a 5 psi (libras de pulgada cuadrada) o electrónica de 4 a 20 mA de corriente continua o digital. El sensor puede formar o no parte integral del transmisor. (Créus, 2011)

4.13. Transductores

Estos elementos reciben una señal de entrada función de uno o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida. . (Créus, 2011) Son transductores, un relé, un elemento primario, un transmisor, un convertidor PP/I (presión de proceso a intensidad), convertidor PP/P (presión de proceso a señal neumática) etc.

4.14. Terminología básica en sistemas de control

El conocimiento de la terminología propia es imprescindible para la diferenciación e interpretación de los diferentes elementos y procesos. Dentro del vocabulario básico pueden distinguirse los siguientes términos:

- **Automatismo.** Se trata de un sistema que permite la ejecución de una o varias acciones sin precisar la intervención de un operario.
- **Órgano de mando/control.** Son un conjunto de elementos que deciden cuando se debe realizar una determinada acción, que se realiza y que valores ha de tener ciertos parámetros que van a concretar una tarea o acción. (Ruíz, 2019)
- **Procesos por lotes.** Son aquellos procesos discretos en los que se obtiene la transformación en un solo producto, a partir de la utilización de más de un elemento o pieza inicial.
- **Regulación automática.** Son una serie de mecanismos que permiten controlar un proceso dentro de unos valores determinados.

- **Órganos sensoriales.** Sistemas especializados que se encargan de medir o captar ciertos valores durante el desarrollo de una tarea, emitiendo los mismos a los órganos de control/mando para que puedan actuar adecuadamente.
- **Sistemas de automatización.** Son una serie de mecanismos desarrollados para controlar procesos y/o maquinaria industrial minimizando la intervención directa de operarios. Existen tres tipos de sistemas:
 - Sistemas mecánicos
 - Sistemas neumáticos
 - Sistemas hidráulicos

Automatización. Es la aplicación de un conjunto de métodos y procedimientos que permiten la situación del operario en aquellas tareas físicas y mentales que han sido previamente programadas. (Ruíz, 2019).

4.15. Mantenimiento

Se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso. Por tanto, dependiendo de estos factores citados, el campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniería del mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos, así como de su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.
- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos del almacén necesario.
- Invertir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- Llevar a cabo aquellas tareas que implican la modificación o reparación de los equipos o instalaciones.
- Instalación de nuevo equipo.
- Asesorar a los mandos de producción.
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía.
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.
- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendios.
- Gestión de almacenes.
- Gestión de residuos y desechos.
- Establecimiento y administración del servicio de limpieza.
- Proveer el adecuado equipamiento al personal de la instalación.

4.16. Tipos de mantenimiento

Clasificación

Según Jiménez (1998) pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total

4.17. Mantenimiento correctivo

Es el tipo de mantenimiento, también llamado “a rotura” (break Down manténganse), solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe costo de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturaleza auxiliar y no directamente relacionados con la producción. (León, Palau, & Sánchez, 2015).

4.18. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como “las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable.

En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la maquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomado como referencia el número de operaciones realizadas o un determinado periodo de tiempo de funcionamiento (León, Palau, & Sánchez, 2015).

4.19. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costes de los métodos tradicionales correctivos y preventivos de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta manera es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y, por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detención de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución.

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en tres pilares fundamentales:

- La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- El seguimiento minucioso de los equipos posiblemente afectados.
- La vigilancia continua de los equipos (León, Palau, & Sánchez, 2015).

4.20. Mantenimiento productivo total

En cualquier caso, con el mantenimiento productivo total (MPT) se intenta recoger y aplicar las tendencias más recientes en cuanto a la planificación participativa integral de todas las tareas del mantenimiento, incluyendo las técnicas utilizadas y su gestión, la administración del mantenimiento, el control de los distintos índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones (fiabilidad disponibilidad y mantenibilidad), partiendo de los objetivos últimos de la explotación, vaya desglosándose en tareas concretas hasta llegar al operador y a las actuaciones específicas sobre cada máquina y componente de las instalaciones. (León, Palau, & Sánchez, 2015).

PARTE II APORTACIONES




CAPÍTULO 5


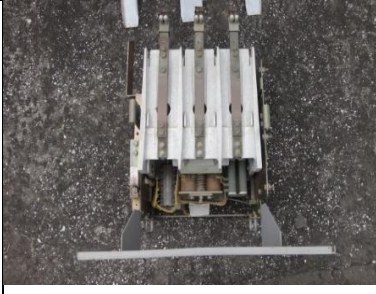


LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS Y REDES EXISTENTES

5.1. Levantamiento de equipos eléctricos existentes

Se realizó el levantamiento de los equipos eléctricos a existentes donde se pudo evidenciar el deterioro que presentaban tanto los equipos a nivel de media tensión, así como los equipos a nivel de baja tensión, los datos más comunes que se recopilamos fueron, pérdida de aislamiento en los cables de alimentación al transformador, corrosión en terminales de conexión, oxidación de su parte exterior.

Tabla 5.1 Estado de dispositivos y equipos eléctricos existentes del sistema.

Equipo	% de Afectación	Características	Estado existente
Tablero de media tensión	Una vez que se realizó el análisis de los equipos se evidencio que el tablero tenía un 50 % de afectación por uso y antigüedad	Este tablero de media tensión es de marca Toshiba, con un voltaje de 13.8 kv el cual controla el transformador	
Transformador trifásico	El transformador evidencio una pérdida de aceite por el bushing de media tensión y un deterioro de 50% de deterioro por antigüedad	Este transformador es de marca Toshiba, su potencia es de 2500 KVA, y un voltaje de 13.8 kv/4160v	
Tablero de control de motor	El tablero de control del motor, sus dispositivos no responden por desgaste y tiene una afectación del 50%	Este tablero de control realiza el arranque del motor, por medio de un autotransformador	

Contactores y dispositivos de control de bomba	Los contactores y dispositivos de control presentan oxidación de un 75% de ellos, varios de ellos están fuera de servicio	Estos contactores son de marca general electric, con bobina de 120/220, los fusibles son tipo botella de 10A	
Disyuntor de vacío 4160v	El disyuntor de vacío presento problemas de desgaste en sus terminales refleja un 50% de deterioro.	Es de 4160v y 450 A es el que permite en cierre para el funcionamiento del motor	
Transformador tipo seco de 15Kva	El transformador auxiliar reflejo un 50% de deterioro por oxidación.	Es el encargado de alimentar los circuitos generales, tiene una potencia de 15 KVA y trabaja a un voltaje de 13.8 kv/220v	
Voltímetro analógico	El voltímetro analógico no presentaba valores reales, tiene un 50% de afectación por antigüedad	De marca general electric en él se mide el voltaje existente en la red	

Fuente: El Autor

5.2. Levantamiento de equipos mecánicos existentes

En el levantamiento de los equipos mecánicos se pudo evidenciar el deterioro que presentaban los mismos debido a su uso y antigüedad entre los datos más comunes fueron oxidación y corrosión por uso y antigüedad, varios de ellos presentaban un porcentaje de hasta un 100% de deterioro como se puede observar en la tabla 5.2 el estado que tenían los dispositivos mecánicos antes de ser reemplazados era crítico, debido a que este sistema mecánico por lo general permaneció siempre expuesto a la humedad y la intemperie causando así un deterioro más rápido.

Tabla 5. 2 Estado de dispositivos y equipos mecánicos existentes del sistema.

Equipo	% de Afectación	Características	Estado existente
Válvula mariposa	Se pudo evidenciar que la válvula mariposa tenía un 100% de deterioro por oxidación	Esta es la válvula mariposa, tiene una potencia de 3 HP y trabaja con un voltaje de 220v	
Bomba para pozos profundos	Una vez hecho el levantamiento se estableció que la bomba tenía un 100% de afectación	La bomba tipo turbina es la encargada de impulsar el agua para presurizar el sistema	
Válvula de aire	La válvula de aire está en 100% deteriorada por uso y antigüedad	La válvula de aire tipo ventosa, es de 4 pulgadas y realiza el trabajo de expulsar el aire en el arranque de la bomba	
Tuberías de salida	Las tuberías de salida se encuentran con 100% de deterioro	Las tuberías de salida son de 600 mm de hierro fundido, y están sujetas a bases de metal	

Fuente: Autor

Los equipos mecánicos son los más afectados por el hecho de estar expuestos a la intemperie, y esto implica que están en contactos con el agua por ello que su deterioro es más acelerado de lo habitual varios de ellos presentan entre un 50% y 100% de deterioro en su estructura debido a esa condición, pero también su deterioro se debe a la antigüedad que presentan estos, entre estos equipos se encuentran las bombas, válvulas, llaves, tuberías, y bridas entre otros, a pesar que se ha mantenido un buen mantenimiento el deterioro es evidente.

5.3. Levantamiento de red existente en baja y media tensión

Después de haber realizado el levantamiento, se ha podido conocer y evidenciar el deterioro que presentaban los equipos tanto en media como en baja tensión del sistema de riego.

5.3.1. Media tensión

A continuación se presenta varios detalles del levantamiento en la red de media tensión existente del sistema:

- La acometida trifásica de 15 kv se encontró con problemas de pérdida de la chaqueta de aislamiento y esto conlleva a que no brinde la seguridad del caso.
- En la celda de media tensión se encontró con problema de pérdida de puertas, deterioro de dispositivos de protección, corrosión en terminales.
- El transformador presento pérdida de aceite dieléctrico, corrosión en sus terminales o bushing de conexión tanto en media como en baja tensión, oxidación de la carcasa.
- Las cajas de paso no contaban con tapas de seguridad lo que se volvía un potencial peligro de contacto.
- El sistema de aterrizaje no brindada las garantías de protección pues sus terminales de conexión están corroídos.
- El tablero de media tensión tenía fisuras esto permitía en ingreso de agua a los terminales en época de invierno.

5.3.2. Baja tensión

A continuación se presenta varios detalles del levantamiento en la red de baja tensión existente del sistema:

- Los tableros de control y de fuerza tienen un evidente deterioro tanto en su parte exterior como interior.
- Los cables de alimentación al motor estas con remendaduras poco técnicas para su trabajo normal.
- Los dispositivos de control del tablero están con problemas de corrosión y oxidación por el constante uso y la antigüedad.
- Los tableros de control están con fisuras lo cual permite el ingreso de humedad.
- El sistema de arranque se lo realiza por autotransformador el mismo que trabaja manualmente porque su funcionamiento automático esta fuera de servicio.
- El sistema de aterrizaje no brinda las garantías de protección a tierra esto implica que pueda ocurrir una descargas eléctrica al operador del sistema.

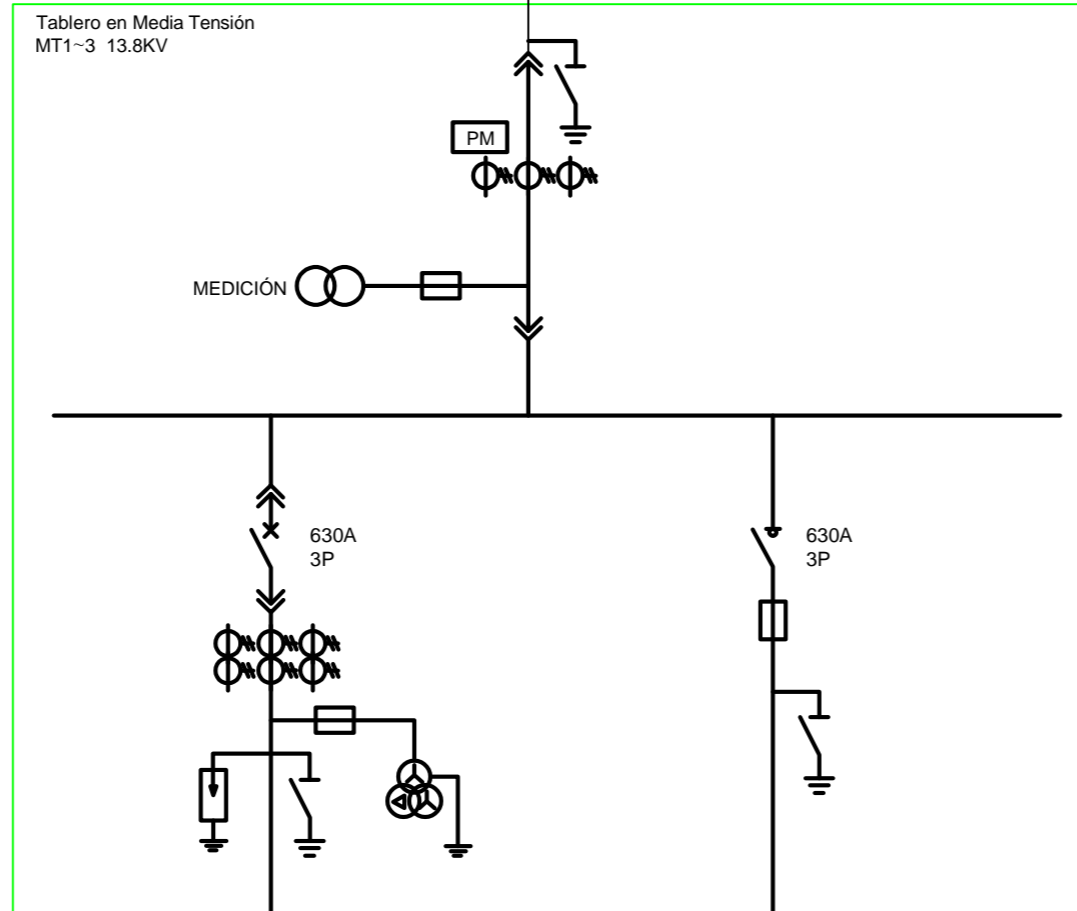
5.4. Plano 1. Diagrama unifilar en media tensión existente

MV-T

Entrada de cable desde el poste terminal
13.8KV/3P

3x1/0 AWG XLPE 15KV

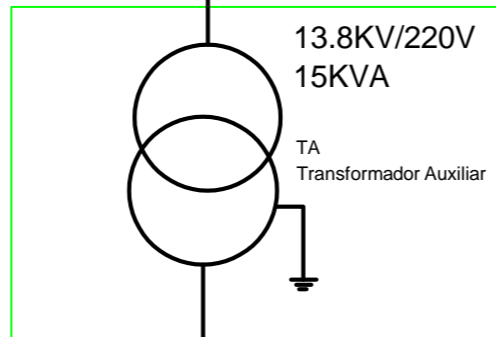
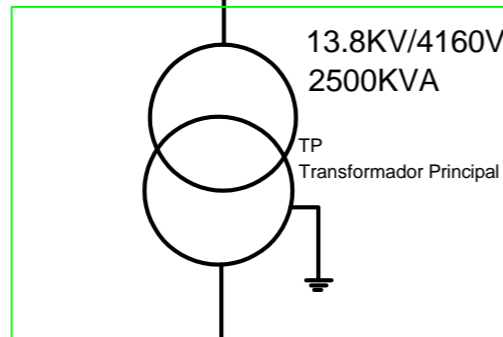
Celdas en Media Tensión



Exterior

3x 4 AWG XLPE 15KV

3x2 AWG XLPE 15KV



Tablero en Baja Tensión
4160V/220V

8x(3x750MCM+350MCM)

3x4AWG+1x6AWG

SIMBOLOGIA

	MEDIDOR MULTIFUNCIONAL
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	SECCIONADOR DE CARGA
	DISYUNTOR AL VACIO EXTRAIBLE
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	PROTECTOR CONTRA SOBRE TENSION
	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
	PUESTA A TIERRA

R.		Fecha	Firma
Dibujo	Miguel Angel Ramos	10/09/2019	
Tutor	Ing. Raul Montenegro	10/09/2019	
Revisado	Ing. Luis Vallejo	10/09/2019	



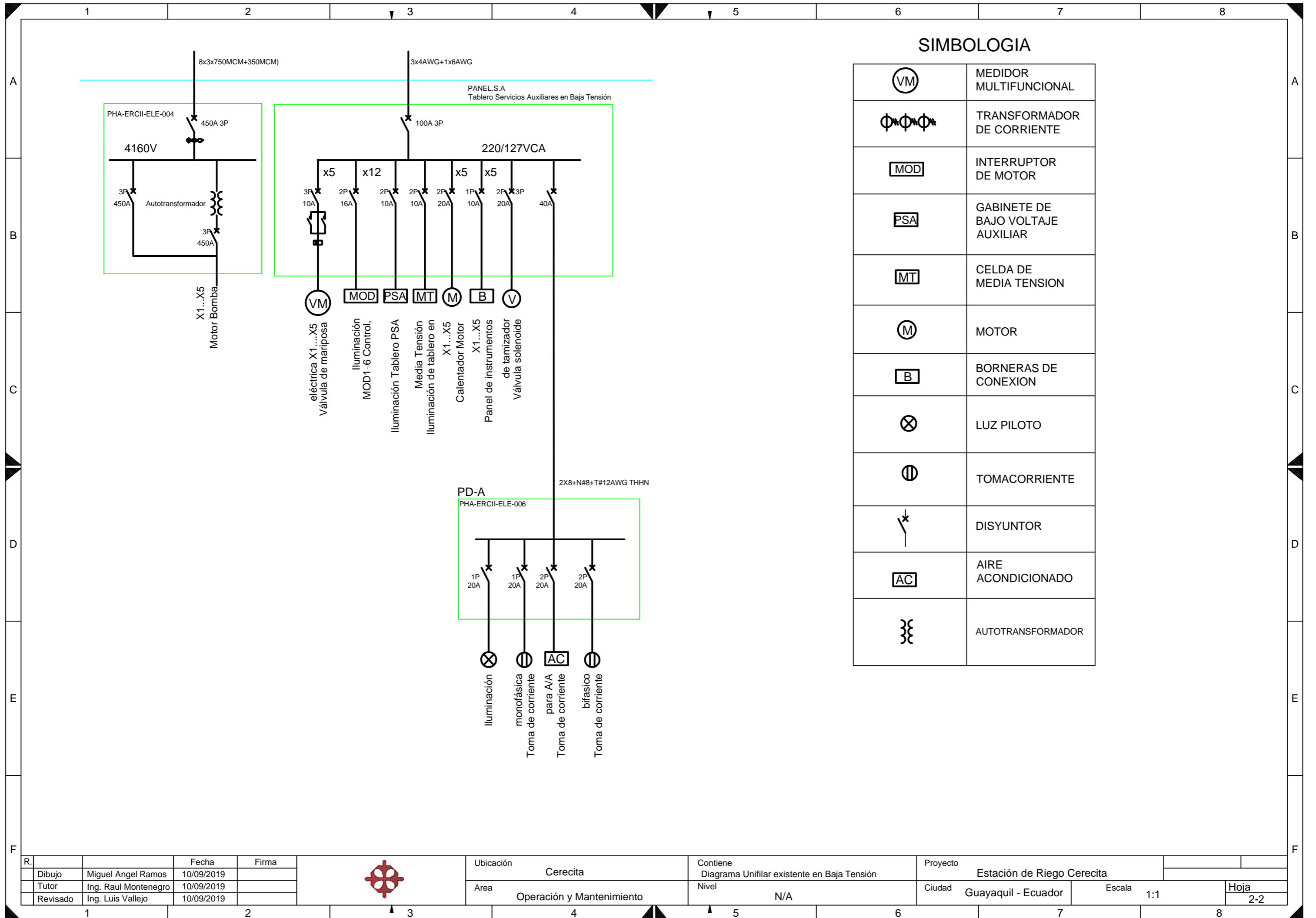
Ubicación	Cerecita
Area	Operación y Mantenimiento

Contiene	Diagrama Unifilar existente en Media Tensión
Nivel	N/A

Proyecto	Estación de Riego Cerecita
Ciudad	Guayaquil - Ecuador

Escala	1:1	Hoja	1-2
--------	-----	------	-----

5.5. Plano 2. Diagrama unifilar en baja tensión existente



R.		Fecha	Firma
Dibujo	Miguel Angel Ramos	10/09/2019	
Tutor	Ing. Raul Montenegro	10/09/2019	
Revisado	Ing. Luis Vallejo	10/09/2019	



Ubicación	Cerecita
Area	Operación y Mantenimiento

Contiene	Diagrama Unifilar existente en Baja Tensión
Nivel	N/A

Proyecto	Estación de Riego Cerecita	
Ciudad	Guayaquil - Ecuador	Hoja
Escala	1:1	2-2




CAPÍTULO 6

PROYECTO DE REPOTENCIACIÓN

6.1. Levantamiento de equipos eléctricos repotenciados

Se realizó el levantamiento de los equipos eléctricos repotenciados donde se pudo evidenciar las mejoras que presentaban tanto los equipos a nivel de media tensión como los equipos a nivel de baja tensión, los datos más comunes que se recabaron fueron que tanto el sistema de media tensión se encuentran correctamente instalados, así como los circuitos de baja tensión a continuación se detallan varias características:

Tabla 6. 1 Levantamiento de dispositivos repotenciados

Equipo	Descripción	Características	Estado repotenciado
Protección en media tensión	El cambio de las protecciones se la realizo por la necesidad de proteger el transformador de posibles cortos generados.	Consta de 3 cajas seccionadoras de 15 kv, 3 pararrayos de 10 kv cada uno, y 3 tiras fusibles de 100 A los cuales actuaran en caso de fallo.	
Acometida trifásica media tensión	La acometida de media tensión va desde el porte hasta una caja de paso para luego llegar hasta el tablero de media tensión y de allí hasta los transformadores	Consta de 3 cables # 1/0 15kv, una tubería rígida de 4 pulgadas una caja de paso de 80x80x80 cm, hasta llegar al tablero de media tensión	
Tablero de media tensión	El tablero de media tensión es el encargado de controlar los transformadores está ubicado en una caseta climatizada.	Es de marca ABB y cuenta con 3 módulos de control, el primero controla el transformador auxiliar, el segundo cuenta con el sistema de aterrizaje y el tercero controla el transformador principal	

Transformador principal	Se encarga de alimentar con energía eléctrica a los 5 motores del sistema, es controlado desde el tablero de media tensión por un disyuntor de vacío	Es de marca ECUATRAN y tiene una potencia de 2500 KVA con un voltaje de 13.8kv/440v, está ubicado a lado del tablero de media tensión	
Transformador auxiliar	Se controla desde el tablero de media tensión por un seccionador manual, este es el que alimenta los circuitos generales	Es de marca ECUATRAN con una potencia de 25KVA y un voltaje de 13.8kv/220v, está protegido con fusibles tipo cartucho de 15 A	
Tablero de baja tensión	Desde aquí se controla los motores bomba de manera manual y automática, cada motor consta de una protección independiente	Es de marca Schneider en su interior cuenta con un breaker principal de 4000 A y las protecciones de cada motor son de 800 A	
PLC	Se encuentra ubicado en el tablero de baja tensión y cumple la función de programar, controlar y automatizar el funcionamiento de los motores	Es de marca Schneider cuenta con un panel táctil para configuración del sistema en caso que se lo requiera, cuenta con varios sensores que envían señal de alguna anomalía	
Motor trifásico	Está unido a la base de la bomba para hacerla girar, estos motores están previstos de sensores que envían señales para coordinar su funcionamiento	Son de marca ABB con una potencia de 450 kW y un voltaje de 440v, su velocidad es de 1791 rpm, su caja de conexión está sujeto a la carcasa	

Fuente: Autor

6.2. Levantamiento de equipos mecánicos repotenciados

En el levantamiento de los equipos mecánicos repotenciados se pudo evidenciar las mejoras realizadas a los equipos mecánicos, los datos más comunes que se recabaron fueron que el sistema ha mejorado significativamente la presión de salida gracias a la implementación de equipos nuevos, a continuación se detallan varios datos del sistema mecánico repotenciado:

Tabla 6. 2 Levantamiento de equipos mecánicos repotenciados

Equipo	Descripción	Características	Estado repotenciado
Bomba	Están unidas a la base del motor realizar la impulsión de agua desde el cárcamo de aspiración hasta las tuberías del proyecto	Son de tipo pozo profundo de marca KSB con un caudal de 857 m ³ /h y un diámetro de salida de 600 mm	
Tamizador de impurezas	Es el encargado de limpiar las impurezas que ingresan desde el cárcamo hasta las tuberías, está programado para realizar ciclos de trabajo de 45 minutos y para 15 minutos	Cuenta con un motor de 1.5 HP que lo hace girar lentamente, está programado desde el tablero de control para actuar cuando las bombas empiecen a trabajar	
Válvula de paso	Realizan la función de evitar que el agua regrese cuando se apague la bomba por algún motivo, se encuentra en la línea de salida de agua	La válvula de aire tipo ventosa, es de 4 pulgadas y realiza el trabajo de expulsar el aire en el arranque de la bomba	
Válvula de aire	Son las encargadas de expulsar el aire de las tuberías para evitar el fenómeno de cavitación dentro de la misma	Estas válvulas son de 4 pulgadas generalmente ubicadas en las tuberías de agua.	

Fuente: Autor

6.3. Levantamiento de la red en media y baja tensión repotenciada

Después de haber realizado el levantamiento de la red de media y baja tensión se pudo constatar que los sistemas ahora cuentan con cables y dispositivos nuevos por lo cual van a mejorar su funcionamiento, y eficiencia a la hora de entrar en operación a continuación se detallan varios aspectos:

6.3.1. Media tensión

Las protecciones fueron reemplazadas por nuevas las cuales brindan mayor seguridad al sistema a continuación se presenta varios datos:

- La cometida trifásica cuenta con tubería rígida de protección desde el poste de distribución hasta el tablero de media tensión.
- El tablero de media tensión está dentro de un cuarto climatizado y con sistema de tierra sólida para evitar y proteger tanto los equipos como el personal que opera.
- El transformador principal tiene su protección totalmente independiente del transformador auxiliar.
- El sistema de media tensión cuenta con relés de protección por sobre corriente y por sobre voltaje.
- El transformador auxiliar fue repotenciado por uno de 25 KVA que alimentara a los circuitos generales y las válvulas mariposa con un voltaje de 13.8/220v.

6.3.2. Baja tensión

Los cables de alimentación para control y fuerza fueron reemplazados por nuevos debidamente calculados a continuación se presentan varios detalles:

- El cableado de baja tensión es canalizado mediante una bandeja de que desde el tablero hasta los motores.
- El tablero de control y fuerza cuenta con 7 módulos para controlar de manera independiente las bombas.
- Se reemplazaron los dispositivos de control antiguos por unos de mayor eficiencia.
- Se implementó un PLC para programación del funcionamiento del sistema.
- Se cambió el sistema de arranque de los motores, ahora se cuenta con arrancadores suaves para evitar picos de corriente.
- El tablero de control y fuerza está dentro de un cuarto climatizado debidamente impermeabilizado.
- Se implementaron motores con un voltaje de 440 v con una potencia de 450 kw.

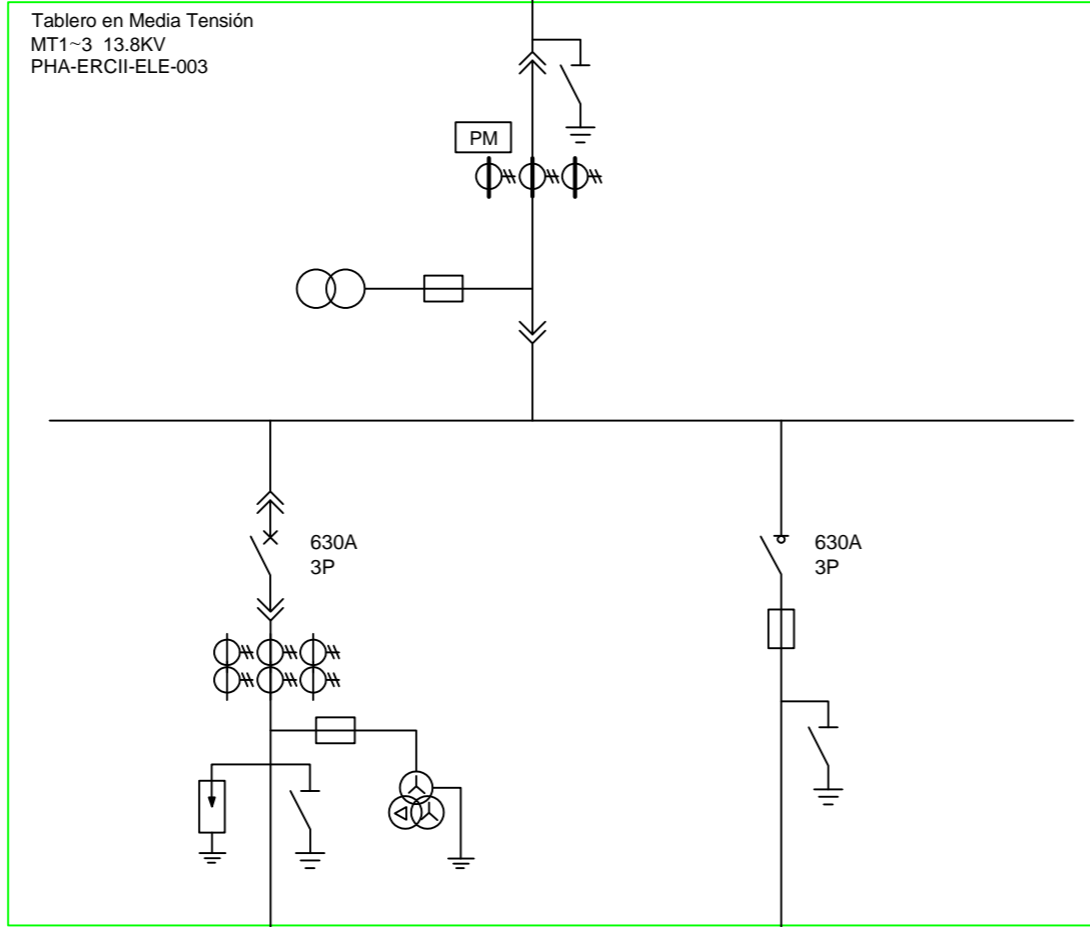
6.4. Plano 3 Diagrama unifilar en media tensión repotenciado

MV-T

Entrada de cable desde el poste terminal
13.8KV/3P

3x1/0 AWG XLPE 15KV

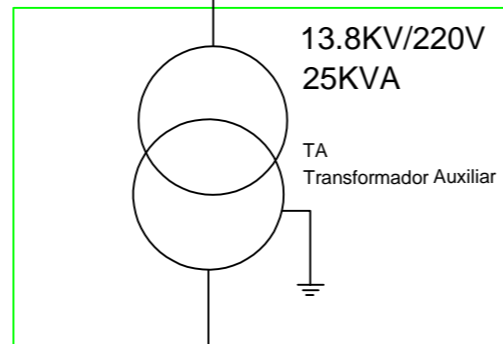
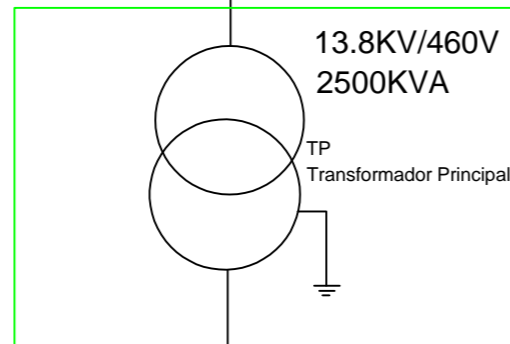
Caseta Climatizada de
Celdas en Media Tensión



Exterior

3x 1/0 AWG XLPE 15KV

3x2 AWG XLPE 15KV



Caseta Climatizada
Tablero en Baja Tensión

8x(3x750MCM+350MCM)

3x4AWG+1x6AWG

SIMBOLOGIA

	MEDIDOR MULTIFUNCIONAL
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	SECCIONADOR DE CARGA
	DISYUNTOR AL VACIO EXTRAIBLE
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	PROTECTOR CONTRA SOBRETENSION
	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
	PUESTA A TIERRA

R.	Fecha	Firma
Dibujo	10/09/2019	Miguel Angel Ramos
Tutor	10/09/2019	Ing. Raul Montenegro
Revisado	10/09/2019	Ing. Luis Vallejo



Ubicación	Cercita
Area	Operación y Mantenimiento

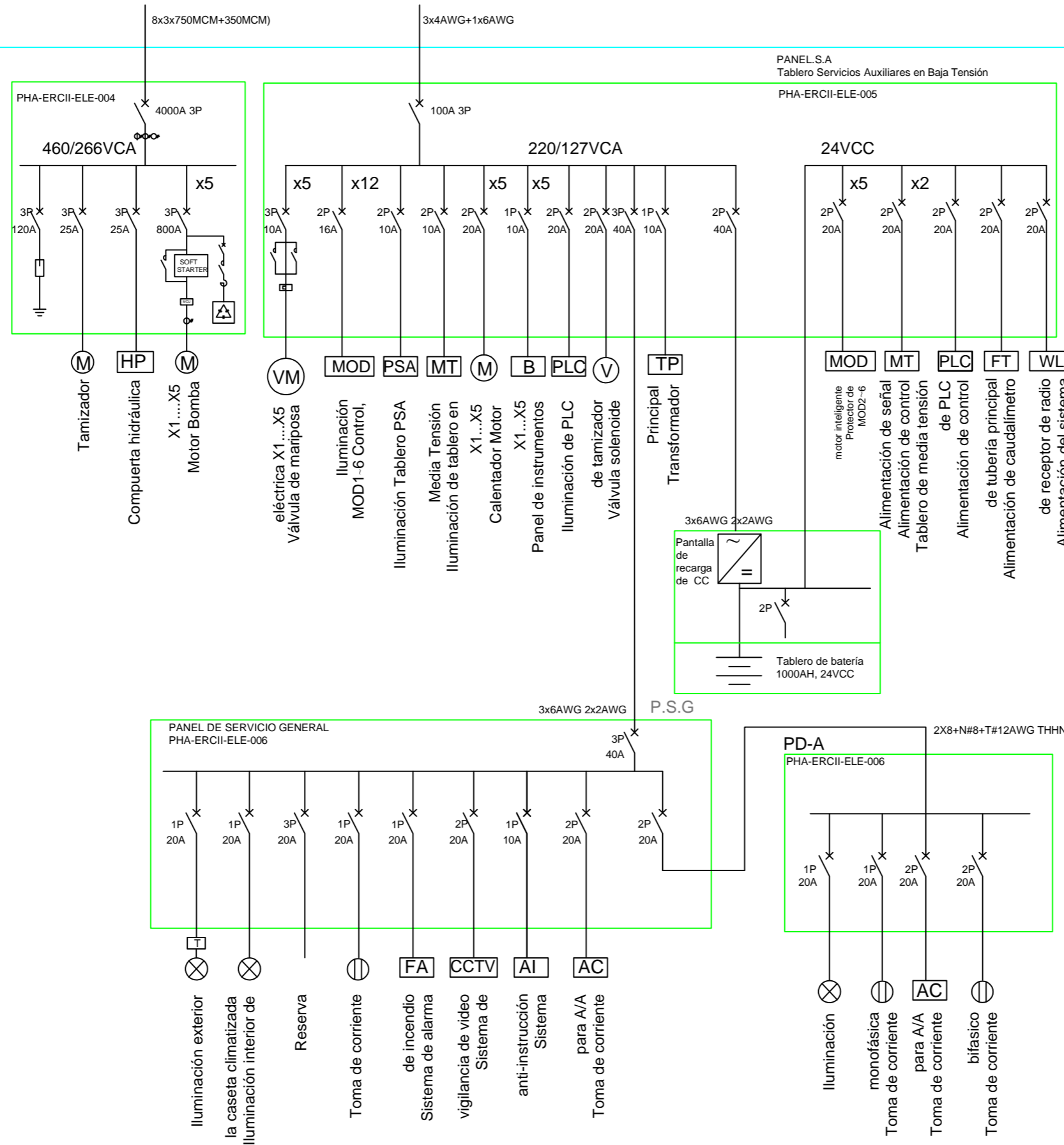
Contiene	Diagrama Unifilar en Media Tensión repotenciado
Nivel	N/A

Proyecto	Estación de Riego Cercita
Ciudad	Guayaquil - Ecuador

Escala	1:1	Hoja	1-2
--------	-----	------	-----

6.5. Plano 4 Diagrama unifilar en baja tensión repotenciado

Caseta Climatizada
Tablero en Baja Tensión



SIMBOLOGIA

	MEDIDOR MULTIFUNCIONAL
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	INTERRUPTOR DE MOTOR
	GABINETE DE BAJO VOLTAJE AUXILIAR
	CELDA DE MEDIA TENSION
	MOTOR
	BORNERAS DE CONEXION
	LUZ PILOTO
	TOMACORRIENTE
	DISYUNTOR
	AIRE ACONDICIONADO
	AUTOTRANSFORMADOR
	GABINETE DE CONTROL AUTOMATICO
	MEDIDOR DE FLUJO
	TRANSMISION AUTOMATICO
	SISTEMA DE VIGILANCIA DE VIDEO

R.		Fecha	Firma
Dibujo	Miguel Angel Ramos	10/09/2019	
Tutor	Ing. Raul Montenegro	10/09/2019	
Revisado	Ing. Luis Vallejo	10/09/2019	



Ubicación	Cerecita
Area	Operación y Mantenimiento

Contiene	Diagrama Unifilar en Baja Tensión repotenciado
Nivel	N/A

Proyecto	Estación de Riego Cerecita		
Ciudad	Guayaquil - Ecuador	Escala	1:1
Hoja	2-2		

6.6. Cálculo de la protección en media tensión

El cambio de las protecciones de media tensión se realizó por la necesidad de proteger el transformador, debido a que las anteriores no brindaban la seguridad del caso, la misma consta 3 cajas seccionadoras de 15 kv, 3 pararrayos uno por fase, y 3 tiras fusibles, a continuación se realiza el cálculo.

Cálculo de tira fusibles:

Transformador de 2500kvA

$$kw = kvA * f.p$$

$$= 2500 * 0.9$$

$$= 2250kw$$

$$I = \frac{W}{E * \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{2250}{24.8 * 1.73}$$

$$I = 94.24$$

Transformador de 25kvA

$$kw = kvA * f.p$$

$$= 25 * 0.9$$

$$= 22.5kw$$

$$I = \frac{W}{E * \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{22.5}{24.8 * 1.73}$$

$$I = 0.94$$

$$\text{TOTAL } 95.18A = 100A$$

Una vez realizado los cálculos dieron como resultado que era necesario instalar tiras fusibles de 95.18 A, pero en vista que en el mercado no existen tiras de ese calibre, se decidió dimensionar a 100 A para protección de los transformadores, cabe indicar que esta protección va servir para los dos transformadores tanto el principal como el auxiliar.

6.7. Cálculo de la capacidad del transformador principal

Se realizó el cálculo del transformador dando como resultado 1790.55 KVA pero debido a la caída de tensión generada por los picos de corriente de los motores se consideró un transformador de 2500 KVA para que a futuro se pueda considerar la posibilidad de un crecimiento en el sistema eléctrico.

$$KVA = \frac{V * I * \sqrt{3}}{1000}$$

$$KVA = \frac{460 * 2250 * 1.73}{1000}$$

$$KVA = \frac{1,790.550}{1000}$$

$$KVA = 1790.55$$

$$KVA = 2500$$

CAPÍTULO 7

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

7.1. Proyecto

Este proyecto es de aspecto social y consiste en la repotenciación de todo el sistema de bombeo de agua presurizada Cerecita, el cual ha venido funcionando desde hace más de 25 años y que debido a su antigüedad presentaba deterioro de orden civil, mecánico, y eléctrico en todo su sistema, el cual generaba pérdidas económicas a los usuarios del sistema. Con la repotenciación o con el cambio total de los equipos eléctricos, mecánicos y la implementación de dispositivos modernos permitirá el funcionamiento óptimo de los equipos y a su vez, será beneficioso para la población de Cerecita. Por tanto, el costo total de dicho proyecto es aproximadamente de 3, 729,331.22 dólares americanos y el promedio de funcionamiento normal es de 20 años, siempre y cuando se realice los mantenimientos requeridos.

7.1.1. Condiciones y restricciones del proyecto

El proyecto tiene algunas condiciones y restricciones que hay que llevar en cuenta y son los siguientes:

- El proyecto será ejecutado por la contratista china CWE.
- El costo estimado de este proyecto es de 3, 729,331.22 dólares americanos.
- El valor de mano de obra y materiales está considerado en el rubro.
- Los pagos serán acreditados por porcentaje de avance.
- La fecha estimada de entrega del proyecto será en diciembre del 2019.
- Los valores incluyen pruebas de puesta en marcha.
- La fiscalización la realizara una contratista independiente.
- El sistema tendrá una garantía de 3 años después de su entrega.

7.1.2. Presupuesto de proyecto

A continuación, en la tabla 7.1 se detalla el costo total en materiales y mano de obra que se invirtió en proyecto de repotenciación del sistema de riego presurizado Cerecita, cabe resaltar que estos valores fueron tomados del portal de compras públicas SERCOP esto significa que son valores reales.

Tabla 7. 1 Presupuesto general del proyecto de repotenciación

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario \$	Valor total material y mano de obra
Bomba de pozos profundos	u	5	199,260.07	996,300.35
Conjunto de transiciones bridas y tuberías	Glb	5	16,241.17	80,658.85
Motores trifásicos 440v	u	5	91,245.48	456,227.40
Transformador principal de 24.8 kv/460 – 2500 KVA	u	1	262,329.01	262,329.01
Transformador de servicios auxiliares 24.8kv/240v -25 KVA	u	1	55,941.03	55,941.03
Estructura terminal 24.8 kv	u	1	23,629.33	23,629.33
Celda de media tensión 24.8 KV	u	1	122,318.14	122,318.14
Cargador de baterías y banco de baterías	Glb	1	23,083.15	23,083.15
Malla puesta a tierra	u	1	54,234.49	54,234.49
Tablero para control automático	u	1	591,744.65	591,744.65
Motor válvula mariposa	u	5	36,860.46	199,302.30
Válvula de retención 450mm	u	5	30,751.79	153,758.95
Válvula de aire 100mm	u	5	8,200.97	41,004.85
Junta de desmontaje tipo dreaser	u	5	9,899.96	49,499.80
Micro tamizador	u	1	84,037.26	84,037.26
Caudalímetro	u	1	50,051.95	50,051.95
Limnómetro de depósito elevado	u	1	6,942.94	6,942.94
Transmisor de presión de 24v	u	1	4,451.24	4,451.24
Sistema de radio modem Ethernet	u	1	9,248.16	9,248.16

Sensores de nivel y compuertas de entrada	u	1	11,825.80	11,825.80
Caseta climatizada	u	1	160,835.47	160,835.47
Obras civiles menores	Glb	1	67,015.54	67,015.54
Iluminación	Glb	1	23,854.77	23,854.77
Cables	Glb	1	201,044.79	201,044.79
TOTAL				\$3, 729,331.00

Fuente: El Autor

Una vez elaborado el presupuesto del proyecto se pudo saber el valor unitario por equipo y la mano de obra los mismos que están incluidos en un solo valor.

7.1.3. Valor determinado del agua presurizada

En la tabla 7.2 muestra los valores determinados para la comercialización del agua presurizada los mismos que tienen 3 rangos.

Tabla 7. 2 Valores por el servicio de agua presurizada

Tipo	Unidad	Valor \$
Canal abierto	<i>m</i> 3	0.01
Presurizado para hacienda	<i>m</i> 3	0.02
Presurizado para industrial	<i>m</i> 3	0.25

Fuente: SENAGUA

En este sistema presurizado existen 270 usuarios de los cuales tienen un promedio de 20 hectáreas de diferentes sembríos o cultivos cada uno consume mensualmente un promedio de 1000 *m*³ de agua mensual, tomando como referencia que pagan \$0.02 por *m*³ mensual serían \$20, multiplicado este valor por los 270 usuario tendríamos \$5400 por mes, y por año serían \$64.800 dólares americanos, este valor anual de recaudación es el que ingresaría en el sistema financiero de la empresa encargada de la facturación. Cabe recalcar que estos valores son referenciales a promedio real.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

La repotenciación realizada al sistema de media tensión va permitir que el sistema trabaje de manera eficaz debido a los cálculos realizados en las protecciones las cuales no brindaban la seguridad en caso de un cortocircuito.

La implementación que se realizó en el sistema de bombeo para riego tiene como objetivo principal restablecer y mejorar las prestaciones del riego en la población de Cerecita e incluso sitios aledaños, con el fin de estimular la productividad y competitividad.

La implementación del PLC va a permitir que el sistema de bombeo trabaje de manera coordinada y automatizada, evitando paradas innecesarias y de esta manera evitar que los usuarios tengan pérdidas económicas por falta del líquido.

El arrancador suave va permitir minimizar los picos de corriente en el sistema generado por los motores tipo jaula.

La repotenciación tiene como alcance el sistema de fuerza eléctrico, de control automático para encendido y apagado de las bombas, y protecciones eléctricas derivadas. No hay cálculos para la longitud de tubería.

Con los 5 motores bomba trabajando alternadamente se reduce el deterioro por uso de los equipos, y se aumenta el tiempo de vida útil de esta forma el sistema brinda las condiciones necesarias para operar las 24 horas del día sin ningún inconveniente y así mantener el servicio permanente.

8.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas eléctricos y mecánicos del sistema para evitar el deterioro acelerado de los equipos y así poder aumentar la vida útil de los dispositivos y equipos en general.

Mantener un monitoreo y limpieza periódica de la línea de alimentación de 13.8kv para evitar fallas que producirían paradas en el sistema de bombeo y esto perjudicaría la productividad de los usuarios.

Mantener una constante sociabilización con los usuarios del sistema para evitar molestias y pérdidas agrícolas en caso de corte del servicio.

Programar cursos de capacitación dirigido al personal de operación y mantenimiento, para evitar maniobras indebidas y daños en los equipos.

Incluir a la estación de riego entre una de los destinos para visitas técnicas de los estudiantes de colegios y universidades, para que conozcan el funcionamiento del sistema de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acedo, J. (2013). *Instrumentación y control básico de procesos*. Madrid. España: Diaz de Santos. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=eTbkjZzCe74C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- ALRECO, S.L. (2019). *Tubería de abastecimiento*. Obtenido de <http://www.alreco.es/tuberia-de-abastecimiento/>
- Aristegui Maquinaria. (2019). *Golpe de Ariete*. Obtenido de <https://www.aristegui.info/>
- Baez, J., & Pérez, G. (2017). *Automatización de los Sistemas de Control de los Juegos Mecánicos de la Empresa Nica Park*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/1695/1/91318.pdf>
- Bautista, J., & Solís, V. (2013). *Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador Totoras de la empresa eléctrica Ambato S.A.* Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/3073>
- Betancourt, J. (2019). *Repotenciación de un proceso automatizado para el control, monitoreo y purificación de combustible PCA901 en un sistema de llenado de tanque HFO en la empresa Generadora Rocafuerte (Generoca) Provincia del Guayas-Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12521/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-191.pdf>

- Calytel. (2017). *Fuente de alimentación*. Obtenido de <https://www.calytel.com/fuente-conmutada-bentel-12v-5a-c2x18677907>
- CELCO. (2019). *Media Tensión*. Obtenido de <https://www.celco.com.co/media-tension.php>
- Chica, R. (1999). *Uso de aguas residuales depuradas en sistemas de riego por goteo*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=6AO1CwAAQBAJ&pg=PP4&lp_g=PP4&dq=Uso+de+aguas+residuales+depuradas+en+sistemas+de+riego+por+goteo.+Universidad+Almer%C3%ADa.&source=bl&ots=wKefE7Wnnj&sig=ACfU3U0xuPkt08ctf4j-3pmZ-2gSIlxzXQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiVqYugk5_
- Créus, A. (2011). *Instrumentación Industrial*. Barcelona. España: Marcombo. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=iVpN-Z9H0tUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=iVpN-Z9H0tUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Direct Industry. (2019). *Disyuntor de potencia*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/eaton-count-control-products/product-9191-578332.html>
- Enriquez, G. (2013). *EL ABC DE LA INSTRUMENTACIÓN EN EL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES*. México: LIMUSA.

Gestiriego. (2015). *COMPONENTES INSTALACIÓN RIEGO POR GOTEO* .

Obtenido de <https://www.gestiriego.com/componentes-instalacion-riego-por-goteo/>

GRUPO BONNETT S.A. (2014). *ELEMENTOS QUE CONFORMAN UNA BOMBA CINTRÍFUGA*. Obtenido de

<http://grupobonnett.blogspot.com/2014/06/elementos-que-conforman-una-bomba.html>

HIDROMÁSTER. (2018). *Sistema de bombeo*. Obtenido de

http://www.hidromaster.com.mx/Productos/Bombas/Bombas_Sumergibles.html

HEMCEMTER. (2019). *Tubos de cobre*. Obtenido de

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10810/Tubos-y-Accesorios-para-Agua>

IMSEIngeniería. (2017). *Interruptores automáticos de baja tensión*. Obtenido

de <http://imseingenieria.blogspot.com/2017/12/interruptores-automaticos-de-baja.html>

Israelsen, O., & Hansen, V. (2003). *Principios y aplicaciones del riego*.

Barcelona . España: Reverté. Recuperado

de:[https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-](https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-aU0QU8C&pg=PA10&lpg=PA10&dq=-)

[aU0QU8C&pg=PA10&lpg=PA10&dq=-](https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-aU0QU8C&pg=PA10&lpg=PA10&dq=-)

[+Refrigerar+el+suelo+y+la+atm%C3%B3sfera+para+de+esta+forma+](https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-aU0QU8C&pg=PA10&lpg=PA10&dq=-)

[mejorar+las+condiciones+ambientales+para+el+desarrollo+vegetal.+](https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-aU0QU8C&pg=PA10&lpg=PA10&dq=-)

[+Disolver+sales+contenidas+en+el+sue.](https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-aU0QU8C&pg=PA10&lpg=PA10&dq=-)

J.C. NISSI. (2019). *Válvulas de agua*. Obtenido de

http://jcnissi.webpin.com/780367_Valvulas.html

- J.DELÉCTRICOS LTDA. (2019). *Pararrayo de polímetro*. Obtenido de <http://jdelectricos.com.co/>
- Jimenez, R. (1998). *Elementos básicos para la investigación clínica*. La Habana. Cuba Ciencias Médicas: <https://www.coursehero.com/file/p7etn4lo/3-Investigaci%C3%B3n-Exploratoria-El-estudio-exploratorio-tambi%C3%A9n-es-%C3%BAtil-para/>. Obtenido de Elementos básicos para la investigación clínica
- Laverde, J. (2016). *SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA EL JARDÍN UBICADO EN LA PARTE LATERAL DEL BLOQUE DE AULAS #2 DE UNIANDES QUEVEDO*. Obtenido de <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/4642/1/TUQIS001-2016.pdf>
- Leitón, J. (1985). *Riego Y Drenaje*. San José. costa Rica: EUNED.
- León, M., Palau, C., & Sánchez, V. (2015). *Diseño y construcción de un banco de protecciones de sobre corrientes para alimentadores de media tensión*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10248/1/UPS-GT001334.pdf>
- Linares, R. (2012). *Alineación de máquinas rotatorias*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/81605217/ALINEACION-DE-MAQUINAS-ROTATIVAS-002>
- López, C. (2019). *Hoja de ruta para una gestión avanzada de riego*. Obtenido de https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=9389
- Méndez, M. (2007). *Tuberías a presión en los sistemas de abastecimiento de Auga*. Caracas. Venezuela: UCAB. Recuperado

de:https://books.google.com.ec/books?id=1IjzJPgqowC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

Monge, M. (2018). *Juego de presiones en riego por aspersión*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/juego-presiones-riego-aspersion>

Namakforoosh, M. (2000). *Metodología de Investigación*. México. LIMUSA. : <https://books.google.com.ec/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&pg=PA91&lpg=PA91&dq=%EF%80%AD+Calcular+la+proporci%C3%B3n+de+gente+en+una+poblaci%C3%B3n+especifica+que+tiene+ciertas+caracter%C3%ADsticas.+Por+ejemplo,+se+quiere+calcular+la+proporci%C3%B3n+de+ind%C3%ADge>.

National Pump Company. (2016). *BOMBAS SUMERGIBLES DE TURBINA*. Obtenido de https://www.nationalpumpcompany.com/wp-content/uploads/2016/12/STP-IOM710_ES_revNRPf1.pdf

NEXTIA FENIX. (2019). *Contactador trifásico*. Obtenido de <https://www.nextiafenix.com/>

Osorio, M. (2018). *Aspectos filosóficos del derecho comercial colombiano en el siglo xxi*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/peju/article/download/72070/pdf>

Pérez, F. (2017). *Manual. Dirección de la actividad empresarial de pequeños negocios o microempresas*. Madrid. España: cep.

Reparacioness del Hogar. (2014). *Acometida en baja tensión*. Obtenido de <https://reparacioncasera.blogspot.com/2014/06/tipo-de-cable-para-acometida.html>

ReporteroIndustrial. (2019). *Medidor Volumétrico*. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/>

Rivadeneira, S., & Silva, L. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA DE ARIETE HIDRÁULICO CON EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA SU DIMENSIONAMIENTO*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5989/1/UPS-KT00770.pdf>

Rodríguez, M. (2001). *Temas de sociología*. Murcia. España: Huerga & Fierro. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=ieXKLuOpcBUC&pg=PA38&lp=PA38&dq=se+requiere+de+la+ayuda+de+un+m%C3%A9todo+que+supla+ventajosamente+este+v%C3%A9todo,+observable+desde+la+admisión+de+ciertas+diferencias+entre+los+hechos+sociales+y+los+hechos+naturales>

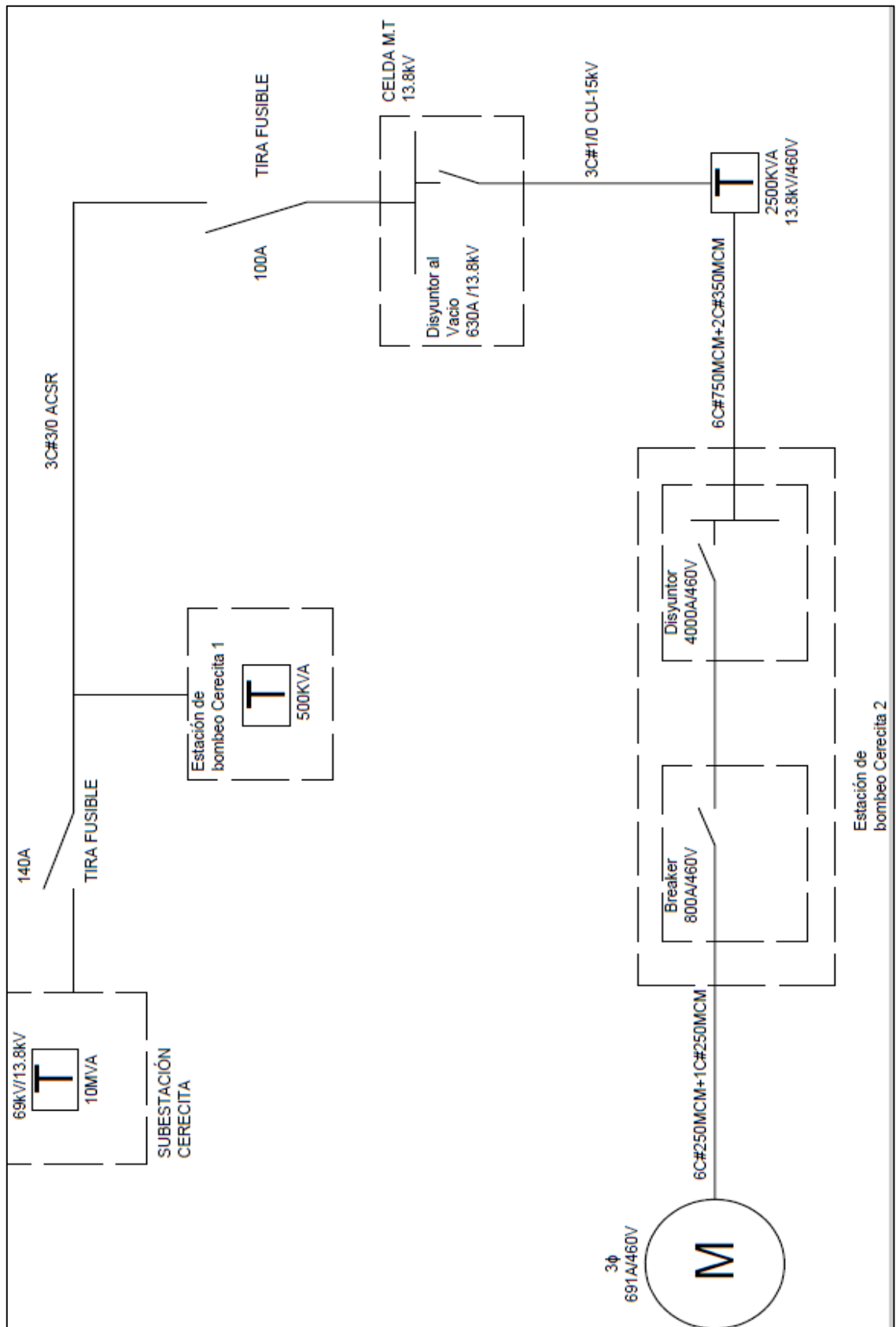
Román, K. (2004). *“DISEÑO DEL IMPULSOR DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO “LA SOTA” EN LA CIUDAD DE CATAMAYO”*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16464/1/Roman%20Balcazar%20Kevin%20Javier.pdf>

Ruiz, D. (2019). *Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipo y máquinas industriales UF0458*. Málaga. España: IC Editorial. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=sCudDwAAQBAJ&pg=PT3&lp=PT3&dq=Montaje+y+reparaci%C3%B3n+de+sistemas+el%C3%A9ctricos>

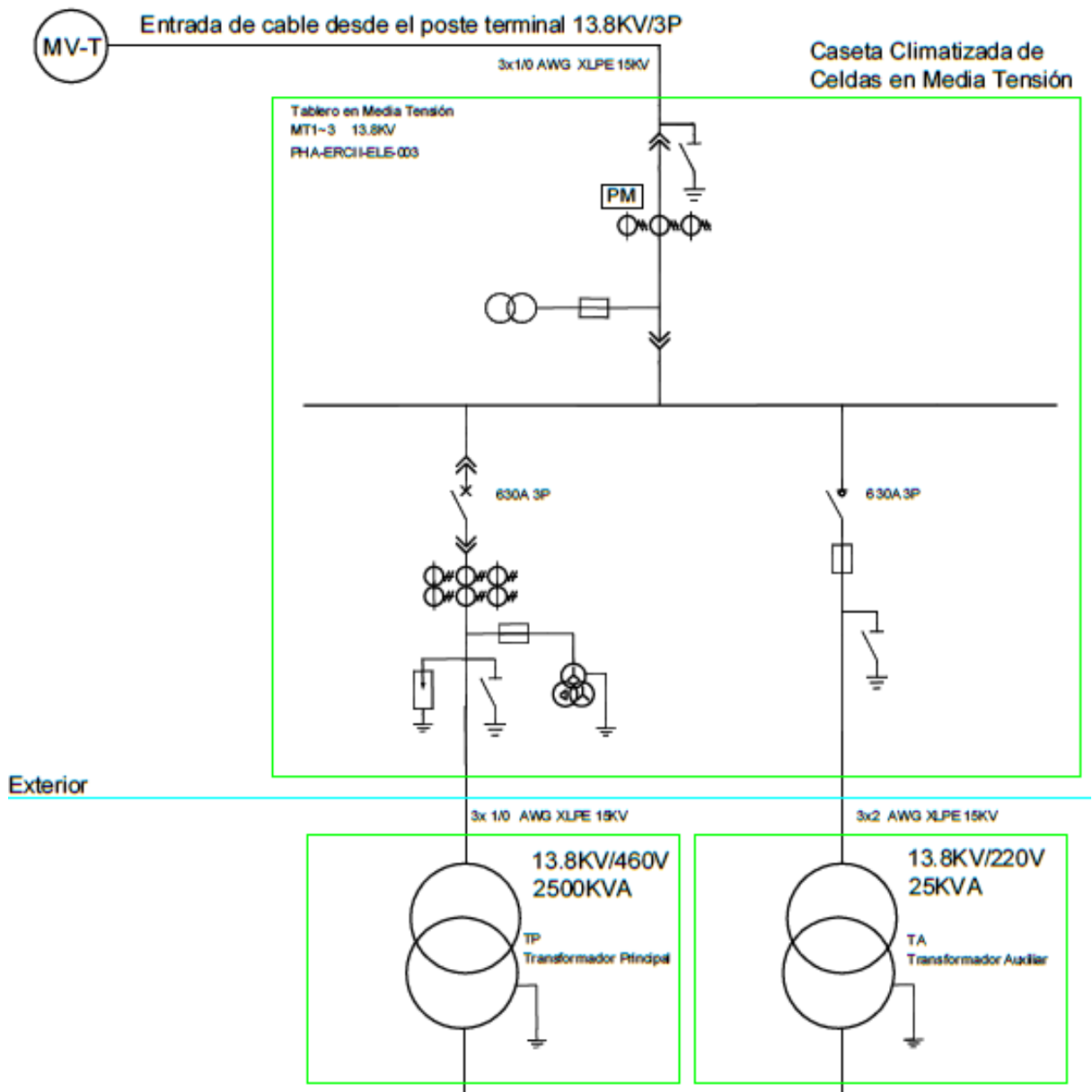
- A9ctricos+y+electr%C3%B3nicos+de+bienes+de+equipo+y+m%C3%A1quinas+industriales.+FMEE0208.+IC+Editorial&source=bl&ot.
- S&C Electric. (2017). *Cortacircuitos Fusibles Tipo XS* . Obtenido de <https://www.sandc.com/es/productos-y-servicios/productos/cortacircuito-fusible-tipo-xs/>
- ServicElectric. (2009). *Clases de temporizadores*. Obtenido de <http://servicelectric09.blogspot.com/2009/08/clases-de-temporizadores.html>
- SODIMAC. (2019). *Tubo PVC*. Obtenido de <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/272000/tubo-pvc-sanitario-para-cementar-160-mm-6-m>
- SoloStocks. (2019). *Válvula mariposa*. Obtenido de <https://www.solostocks.com.mx/venta-productos/valvulas>
- Sustraiak Systems, S.L. (2019). *Válvula de aire*. Obtenido de <https://www.sustraiakgrupo.com/>
- Torres, M. (2013). *APLICACIÓN DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN PRIMARIAS AISLADAS EN SF6 EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN* . Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/8933/1/torres_sm.pdf
- Unknown. (2012). *Tipos de sensores*. Obtenido de <http://1519588.blogspot.com/2012/11/sensores-y-transductores-21.html>
- Vásconez, J., & Chamba, F. (2013). *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una*

ANEXOS

ANEXO 5.1: Diagrama unifilar general de distribución



ANEXO 6.2: Diagrama unifilar de media tension



ANEXO 6.3: Diagrama unifilar de baja tension

ANEXO 6.4: Diagrama unifilar de servicios generales.

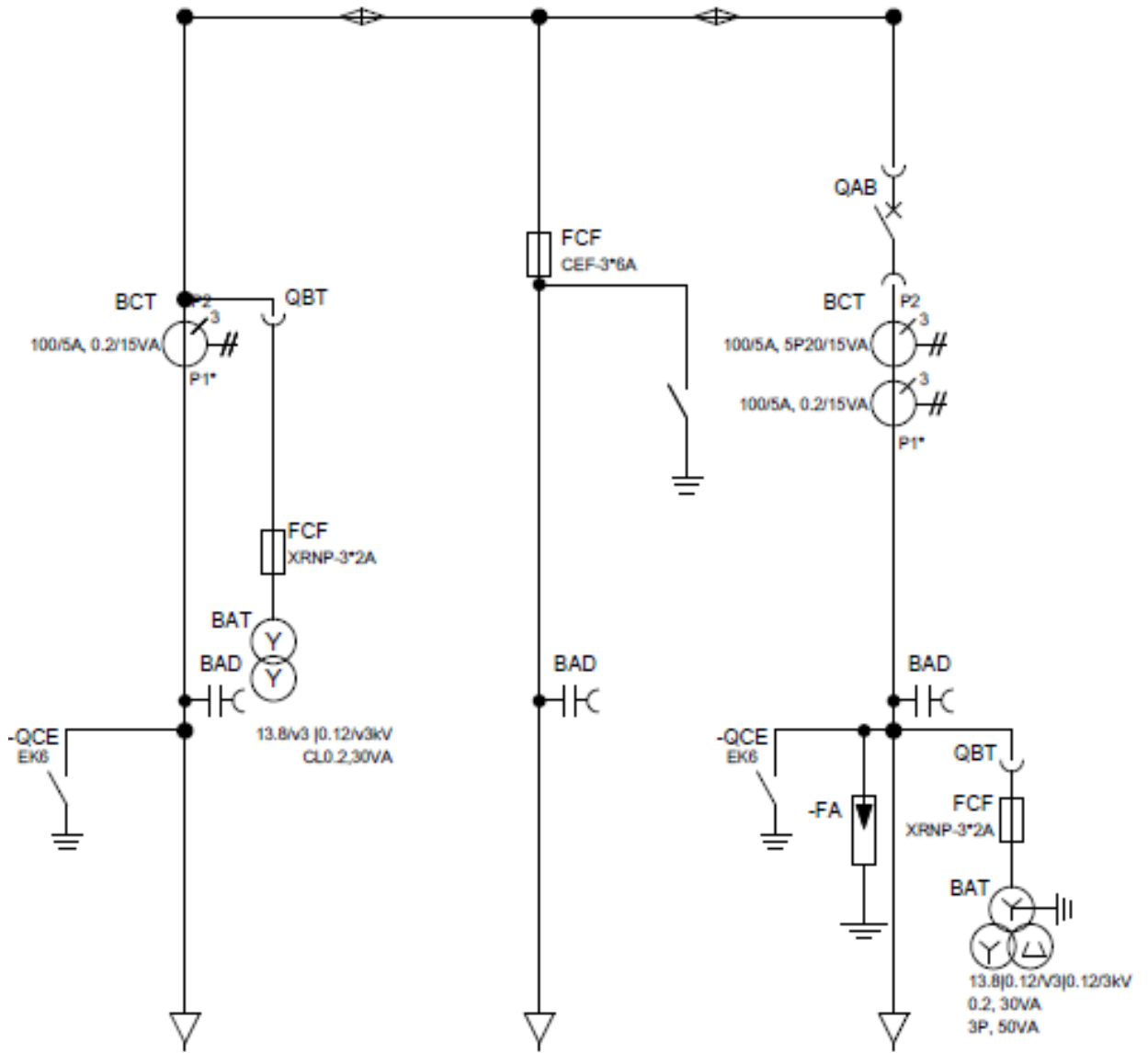
ANEXO 6.5: Simbologia utilizada.

	Medidor de multifunción		Interruptor del motor
	Transformador de Corriente		Gabinete de bajo voltaje auxiliar
	Fusible		Celda de media tensión
	Transformador de tensión		Gabinete de control automático
	Luz piloto		Motor
	Seccionador de puesta a tierra		Válvula de mariposa eléctrica
	Terminal de cable		Válvula solenoide
	Seccionador de carga		Medidor de flujo
	Transformador de tensión		transmisión inalámbrico
	Disyuntor de vacío extraíble		Interruptor de tiempo
	Disyuntor de extraíble		Sistema de alarma de incendio
	Disyuntor		Sistema de vigilancia de video
	Protector contra sobretensiones		Sistema anti-instrucción
	Puesta a tierra		aire acondicionado
	Arrancador suave con derivación		Toma de corriente
	Protector de motor inteligente		Compuerta hidráulica
	Contacto		Transformador principal
	Reactor		
	Compensador de capacitancia		
	Relé térmico		

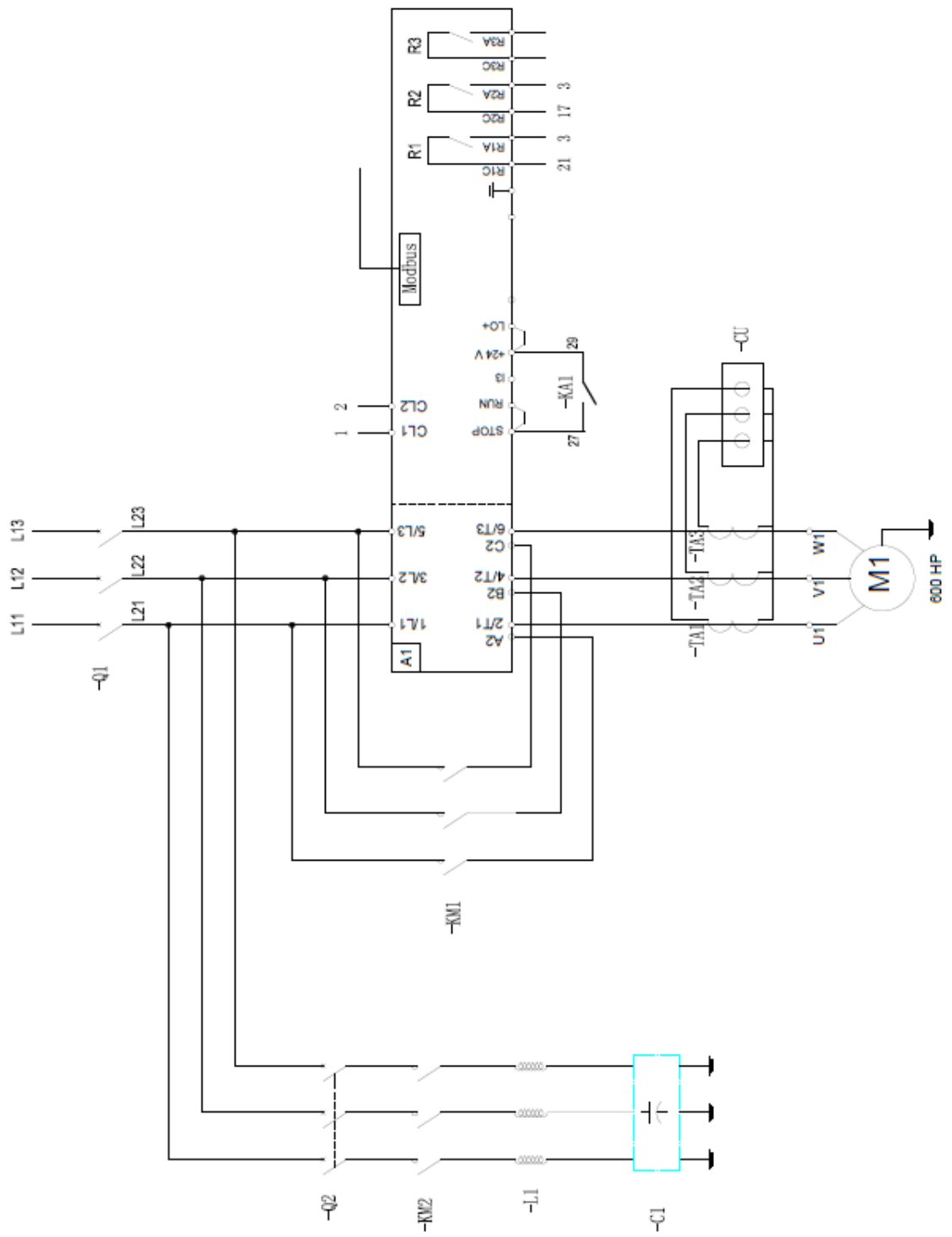
ANEXO 6.6: Especificaciones técnicas del transformador de 2500 KVA

ANEXO 6.7: Especificaciones técnicas del transformador de 25 KVA

ANEXO 6.8: Esquema de distribución de celda de media tensión.

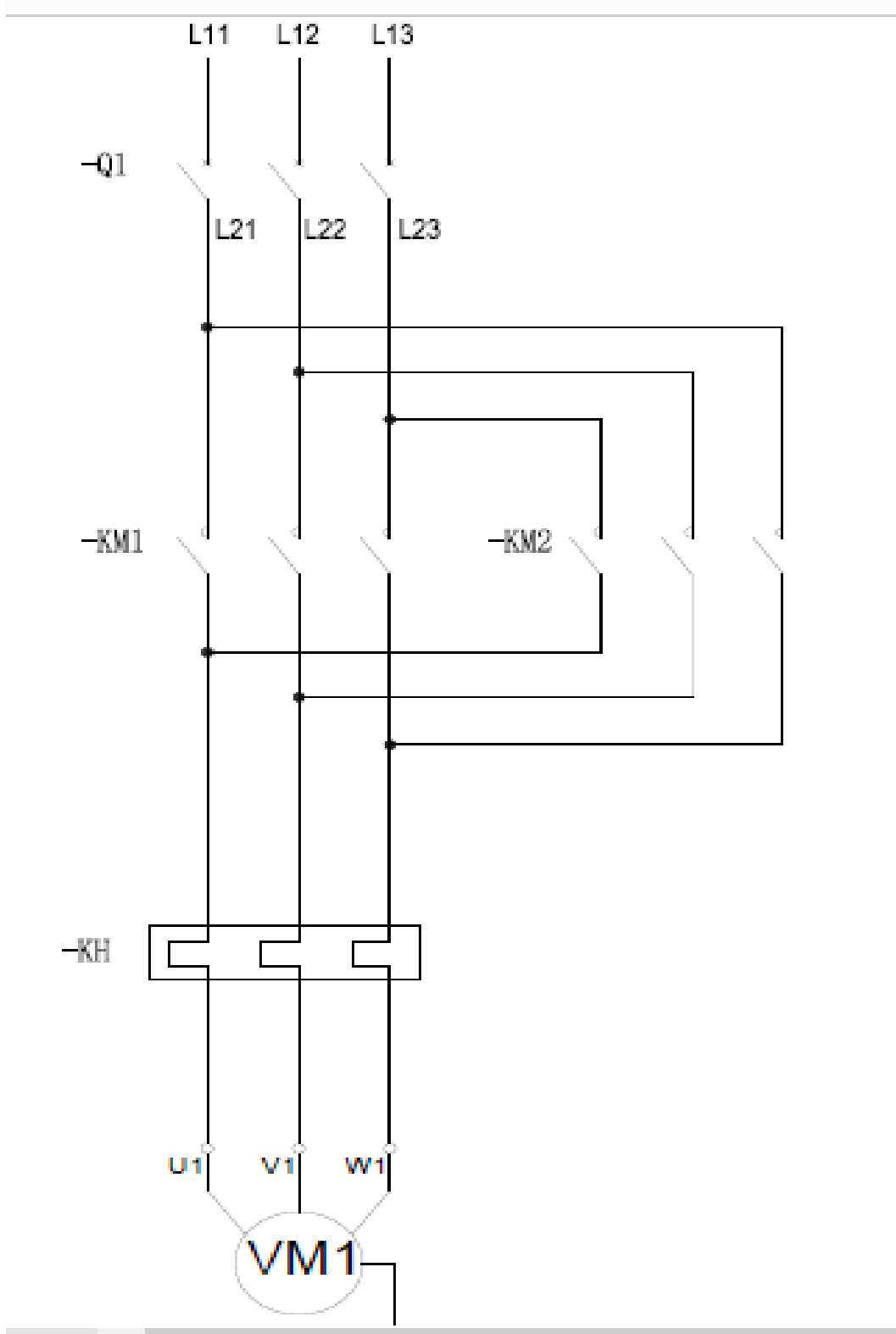


ANEXO 6.9: Diagrama de fuerza de motor

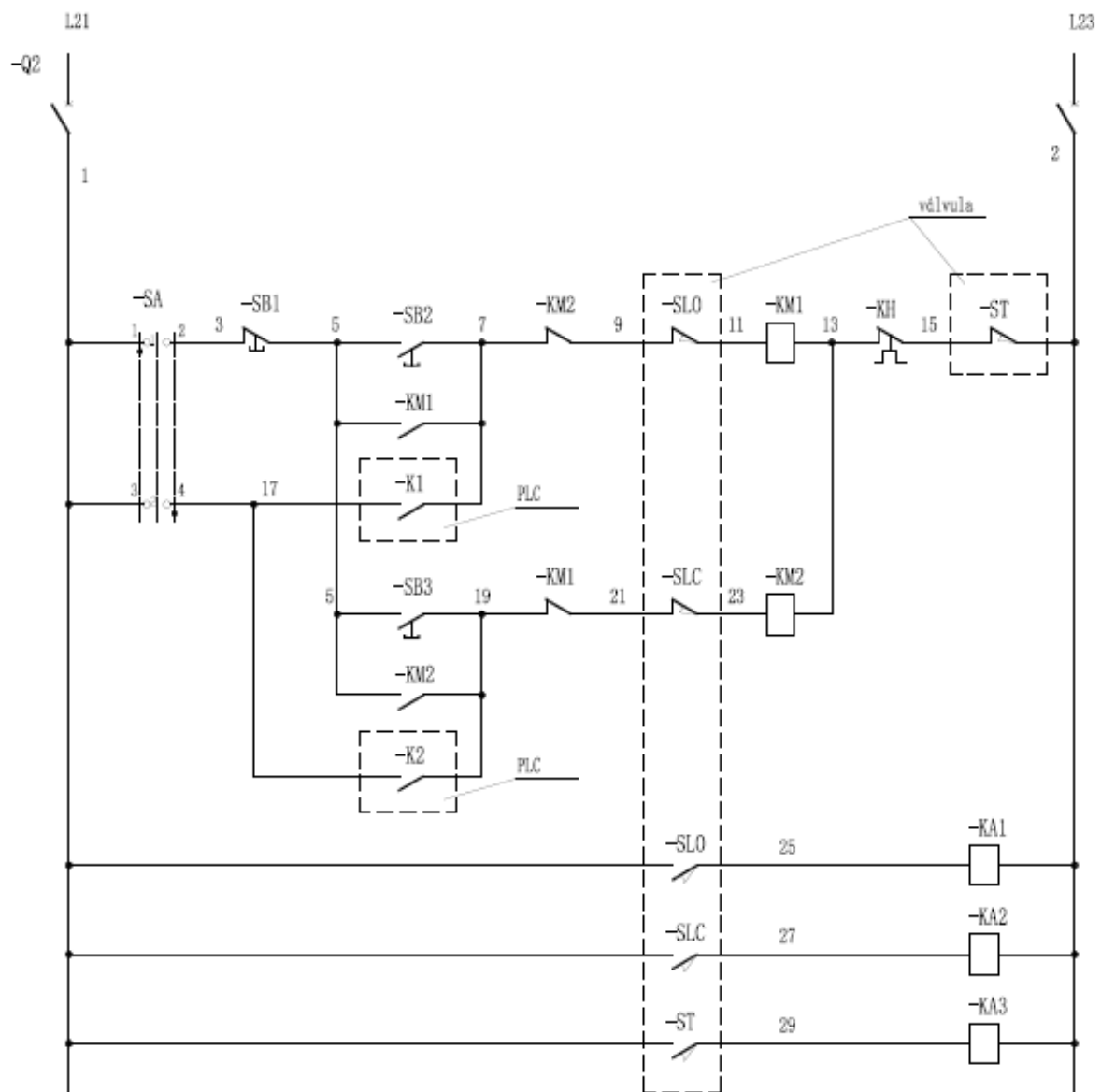


ANEXO 6.10: Diagrama de control de motor

ANEXO 6.11: Diagrama de fuerza de valvula mariposa



ANEXO 6.12: Diagrama de control de valvula mariposa





Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramos Yánez, Miguel Ángel** con C.C: 0803122589 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas.**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánica** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la 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, 18 de Septiembre de 2019

Ramos Yánez, Miguel Ángel

C.C: 0803122589



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC para la población de Cerecita provincia del Guayas		
AUTOR(ES)	Ramos Yáñez, Miguel Ángel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Montenegro Tejada, Raúl,		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrico-Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico-Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de septiembre del 2019	No. DE PÁGINAS:	102
ÁREAS TEMÁTICAS:	Máquinas eléctricas, Sistema de bombeo, Automación.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	PLC, Riesgo Automatizado, Bombeo, Control Electrónico, Repotenciación		
<p>El presente proyecto tiene como objetivo la realización de un estudio y análisis de la repotenciación de un sistema de bombeo automatizado de agua para uso agrícola mediante un PLC (Programmable Logic Controller) para la población de Cerecita, con la finalidad de reemplazar el sistema actual el cual presenta problemas de orden eléctrico y mecánico, debido a la antigüedad que presentan sus componentes, y de esta forma mejorar el servicio de agua presurizada para riego de la cual se beneficia una gran parte de la población de Cerecita. Este proyecto consta de una estación de bombeo la cual tiene 5 motores bomba las mismas que junto a todos los elementos que requiere para su funcionamiento, trabajo sincronizado y controladas por un PLC para abastecer de manera eficiente del líquido vital a los usuarios que están conectados a la red. Las instalaciones del sistema actual constan de modernos equipos para controlar los diferentes parámetros de funcionamiento ya sea caudal, potencia, temperatura, capacidad, entre otros. La población de Cerecita cuenta con esta estación de riego para realizar sus diferentes actividades de cultivos, y ganaderas, los mismos que requieren el suministro de agua ininterrumpidamente, es por ello que se pretende realizar la repotenciación de los equipos y elementos para que el sistema trabaje de manera óptima y no se vean afectadas sus actividades.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593989108974	E-mail: miguelry26@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Orlando Philco Asqui		
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593-9-80960875		
	E-mail: luis.philco@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):			