



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA  
MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y  
SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

**WILDER RUFINO ADRIANZEN**

ASESOR:

**Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**DISEÑO**

LAMBAYEQUE — PERÚ

**(2016)**

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

Ing. CIP. Jony Villalobos Cabrera  
Presidente del Jurado

---

Ing. CIP. Edwin Sirlopú Gálvez  
Secretario del Jurado

---

Ing. CIP. Arturo Navarrete Núñez  
Vocal del jurado

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a DIOS por mostrarme el camino correcto y por todas las bendiciones derramadas a mi ser y familia. A mis padres y hermanos, por darme la confianza y el apoyo incondicional para seguir adelante, ensañándome que la vida es una constante lucha que nos hace mejores personas día a día.

A mi novia Marisela castillo por ser parte de mis proyectos, dándome consejos y aliento para cumplir todos mis objetivos trazados.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a DIOS, porque es el motor de toda persona para seguir adelante. A mis padres hermanos novia y tíos que son el apoyo incondicional en todas las luchas vividas durante mi vida, mostrándome que este mundo está lleno de retos que esperan ser confrontados y salir victoriosos.

A mis profesores, por brindarme su experiencia y conocimientos, para el buen desarrollo de mi carrera profesional, plasmado ideales de superación.

Al personal que labora en el Proyecto Chavimochic, ingeniero Freddy Agama, Carlos Gálvez y técnicos Juan Avalos, Eduardo Leyva, Pedro Correa, por el apoyo brindado en el desarrollo de mi tesis.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

**Wilder Rufino Adrianzen**, identificado con DNI N° 45135968, estudiante del programa SUBE / Programa de Formación para Adultos, de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada **“Automatización del Control de Compuertas para mejorar el Sistema de Distribución de Agua y Sedimentos en el Desarenador - Proyecto Chavimochic”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es propia y autentica.
2. He cumplido con las normas internacionales de citas y referencias establecida para fuentes consultadas. Dicho esto, mi tesis no ha sido plagiada.
3. La tesis no ha sido autoplagiada, es decir, no han sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se muestran en la tesis se constituirán un aporte para futuras investigaciones.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información) o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Julio de 2016

---

Wilder Rufino Adrianzen  
DNI: 45135968

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento al reglamento establecido de grados y títulos de la facultad de Ingeniería, de la carrera profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad César Vallejo para obtener el título de INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA, pongo a su disposición el presente trabajo titulado **“AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC”**.

Dicho trabajo es el producto del esfuerzo realizado a través de los conocimientos formados en nuestra carrera universitaria, el cual ha sido elaborado con suma responsabilidad y dedicación cumpliendo con los requisitos para la obtención del título profesional.

Chiclayo, Julio de 2016

Autor

Wilder Rufino Adrianzen

## ÍNDICE

<b>Página de jurado</b> .....	II
<b>Dedicatoria</b> .....	III
<b>Agradecimiento</b> .....	IV
<b>Declaración de autenticidad</b> .....	V
<b>Presentación</b> .....	VI
<b>Índice</b> .....	VII
<b>Resumen</b> .....	XIII
<b>Abstract</b> .....	XIV
<b>I. Introducción</b>	
1.1 Realidad problemática .....	15
Realidad internacional .....	15
Realidad nacional .....	16
Realidad local .....	17
1.2 Trabajos previos .....	18
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	19
1.3.1 Automatismo	
Definición .....	19
Clasificación tecnológica y tipos de sistema de control .....	20
Componentes de los automatismos .....	20
1.3.2 Autómatas Programables .....	20
Definición .....	20
Tipos de memoria .....	21
Constitución física .....	21
Lenguaje de programación .....	21
1.3.3 Sistema de control distribuido .....	21
Software de aplicación y de sistemas .....	22
Redes de comunicación .....	22
Buses de campo .....	22
1.3.4 Sistema Scada .....	22
1.3.5 Sensores .....	23
Clasificación de sensores industriales .....	23
Detectores de posición .....	24

Detectores electrónicos .....	24
Cálculos eléctricos .....	24
1.3.6 Desarenadores .....	25
1.3.7 Sistema de distribución de agua .....	25
1.3.8 Transporte de sedimentos .....	25
1.4 Formulación del problema .....	26
1.5 Justificación del estudio .....	26
1.6 Hipótesis .....	27
1.7 Objetivos	
Objetivo general .....	27
Objetivo específico .....	27
<b>II. Método</b>	
2.1 Diseño de investigación .....	27
2.2 Variable, Operacionalización .....	27
2.3 Población y muestra .....	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad ...	29
2.5 Métodos de análisis de datos .....	30
2.6 Aspectos éticos .....	30
<b>III. Resultados</b> .....	
31	
3.1 Diagnosticar el estado de distribución de agua y sedimentos .....	31
3.2 Brindar un sistema de monitoreo para la distribución de agua y Sedimentos .....	32
3.3 Seleccionar los equipos de automatización .....	33
3.4 Elaborar los programas que permitan el control y monitoreo del accionamiento de compuertas, caudal y sedimentos .....	34
3.5 Proyectar los beneficios de la automatización .....	35
<b>IV. Discusión</b> .....	
36	
<b>V. Conclusión</b> .....	
39	
<b>VI. Recomendaciones</b> .....	
41	



<b>VII. Referencias</b> .....	
42	
Bibliografía	
Anexos	

### **Índice de Figuras**

Figura 01: Elementos constitutivos de un autómata modular .....	45
Figura 02: Red ethernet con conmutador .....	45
Figura 03: Elementos de hardware de un sistema Scada .....	46
Figura 04: Detector ultrasónico Siemens .....	46
Figura 05: Ubicación del desarenador .....	47
Figura 06: Proceso de captación de las aguas del rio santa .....	48
Figura 07: Arrancador y Guardamotor siemens .....	50
Figura 08: Medidas del canal trapezoidal .....	51
Figura 09: Antena Motorola PTP 100 .....	51
Figura 10: Sistema actual utilizado para el control de compuertas .....	52
Figura 11: Instalación del Transmisor y sensor de caudal .....	71
Figura 12: Instalación del encoder en las compuertas del desarenador .....	71
Figura 13: Instalación del controlador y sensor de turbidez .....	72
Figura 14: Instalación del controlador y sensor de nivel de sedimentos en las cámaras de sedimentación .....	72
Figura 15: Equipos compatibles con el software PCS 7 .....	79
Figura 16: Autómata programable siemens s7 – 300 modular .....	80
Figura 17: Sensor de corriente 3UG4622-1AA30 .....	86
Figura 18: Encoder absoluto .....	87
Figura 19: Controlador sc200 .....	91
Figura 20: Sensor Hach Solitax sc .....	93
Figura 21: Sensor Hach Sonatax sc .....	95
Figura 22: Transmisor HydroRanger 200 .....	95
Figura 23: Sensor EchoMax XRS-5 .....	98
Figura 24: Router Ethernet Industrial .....	101
Figura 25: Conexión de equipos al sistema .....	103
Figura 26: Conexiones al Plc s7 300 – Entradas y salidas .....	104

Figura 27: Edición de símbolos – Instalación de equipos al programa con comunicación Profibus DP .....	116
Figura 28: Tasa de interés del sistema bancario.....	129

## Índice de Tablas

Tabla 01: variables del proyecto .....	28
Tabla 02: Cuadro de diagnóstico .....	31
Tabla 03: Características para la selección de equipos .....	33
Tabla 04: Presupuesto del proyecto de automatización en el desarenador .....	35
Tabla 05: Ganancia neta producida por año .....	35
Tabla 06: Característica del desarenador .....	48
Tabla 07: Equipos utilizados en el desarenador .....	49
Tabla 08: Distancias de compuertas y equipos a utilizar .....	50
Tabla 09: Ficha de captación bocatoma Proyecto Chinecas .....	55
Tabla 10: Caudales derivados del desarenador .....	56
Tabla 11: Comparación de concentración de sedimentos ingreso/salida .....	58
Tabla 12: Niveles de turbidez en el desarenador .....	60
Tabla 13: Ficha de recolección de datos (caudales del desarenador) .....	61
Tabla 14: Ficha de recolección de datos (sedimentos del desarenador) .....	62
Tabla 15: Conversión de caudales según paleta de medida ubicada en la Salida del desarenador .....	63
Tabla 16: Respuestas al control de caudales .....	68
Tabla 17: Respuestas a la medición de caudales .....	68
Tabla 18: Respuestas a las rupturas de anclajes .....	68
Tabla 19: Respuestas a la ruptura de anclajes dadas anualmente .....	69
Tabla 20: Respuestas a la elaboración de registros .....	69
Tabla 21: Comparación entre Siemens y Allen Bradley .....	75
Tabla 22: Justificación de selección del software PCS 7 .....	77
Tabla 23: Criterios para la selección de equipos .....	78
Tabla 24: Resumen de variables de entradas y salidas .....	81
Tabla 25: Ferretería a usar con el Plc s7 – 300 .....	81
Tabla 26: Características PC Toshiba .....	82

Tabla 27: Características del servidor THINKSERVER TS140 .....	83
Tabla 28: Conductores eléctricos .....	85
Tabla 29: Características Relé 3UG4622-1AA30 .....	86
Tabla 30: Características Relé 3UG4622-1AA30 (1) .....	87
Tabla 31: Características eléctricas del encoder absoluto .....	88
Tabla 32: Características mecánicas del encoder absoluto (1).....	89
Tabla 33: Sensores Hach que son utilizador con el controlador sc200 .....	91
Tabla 34: Características del transmisor HydroRanger 200 .....	96
Tabla 35: Características del transmisor HydroRanger 200 (1) .....	97
Tabla 36: Características sensor EchoMax XRS-5 .....	99
Tabla 37: Características del equipo de comunicación y seguridad Scalance s615 .....	100
Tabla 38: Características del equipo de comunicación y seguridad Scalance s615 (1) .....	101
Tabla 39: Volumen consumido anualmente 2010 – 2015 .....	126
Tabla 40: volúmenes captados y perdidos .....	126
Tabla 41: Ahorro por volumen perdido .....	126
Tabla 42: Ahorro por costos de ruptura de anclajes.....	127
Tabla 43: Ahorro por costos de información .....	127
Tabla 44: Ahorro anual con el sistema implantado .....	127
Tabla 45: Gastos anuales que se darían por el proyecto .....	128
Tabla 46: Flujo de caja para la evaluación económica .....	128
Tabla 47: Análisis económico .....	129

### **Índice de Imágenes**

Imagen 01: Equipos utilizados actualmente en el desarenador .....	49
Imagen 02: Medición de caudales, registro y ruptura de anclajes que se da en el desarenador .....	53
Imagen 03: Laboratorio de sedimentos, medidor de turbidez HACH y Cuaderno de apuntes .....	59
Imagen 04: Ubicación de equipos a utilizar en el desarenador .....	70

### **Índice de Gráficos**

Gráfico 01: Interpretación de la ficha de caudales captados por Chinecas .....	54
Gráfico 02: Tiempo de estiaje (julio - octubre) .....	54
Gráfico 03: Muestras de sedimentos tomadas en la entrada y salida del desarenador .....	57
Gráfico 04: Niveles de turbidez .....	59
Gráfico 05: Porcentaje de volúmenes consumidos y perdidos.....	125

### **Índice de Diagramas**

Diagrama 01: Estructura de un sistema automático .....	19
Diagrama 02: Modelo de sistema de control .....	45
Diagrama 03: Flujo de proceso en el desarenador .....	73

<b>Algoritmo del programa</b> .....	105 al 111
<b>Planos eléctricos</b> .....	112 al 115
<b>Programación</b> .....	117 al 123
<b>Análisis de presupuesto</b> .....	124

## RESUMEN

A través de la presente tesis denominado “AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC”, Se detalla un estudio del proceso actual y se propone cambios para mejorar su funcionamiento y hacer el proceso más eficiente. El proyecto se ha desarrollado en las bases existentes del sistema eléctrico con la que cuenta el desarenador, implementando sistemas de control, visualización, registro y almacenamiento de datos en tiempo real, realizado en diversos pasos.

- Se realizó un diagnóstico, del cual se verificó la falta de equipos de medición, que provocan un mal control de caudales con el Proyecto Chivacas, ruptura de anclajes por excesivo acumulamiento de sedimentos, la recolección y almacenamiento de información no es confiable.
- Se brindó un plan de monitoreo que abarca el control, supervisión, registro y almacenamiento de la información con un software Scada, Plc, sensores y unidad de almacenamiento conectados a la red de ethernet para el envío de información a los diferentes entes del proyecto Chavimochic.
- En la selección de los equipos de automatización, se realizó una comparación de las marcas más conocidas del mercado, optando usar la marca Siemens y Hach.
- Se elaboró la programación para el Plc que cumpla con todos los requisitos de control, supervisado por el Scada PCS 7 por medio de una computadora, registrando y almacenando la información de los caudales de salida y niveles de sedimentos y turbidez que se dan en el desarenador.
- Se culminó con la proyección de los beneficios que se obtendrá con dicha automatización, obteniendo resultados positivos para su desarrollo.

Para lograr los objetivos, se aplicarán diversos conocimientos, como de profesionales en el área, libros, revistas anexadas, manuales de fabricantes, etc. logrando resultados favorables en la correcta distribución de agua y sedimentos del desarenador, consiguiendo así la meta propuesta.

Palabras claves: Control de compuertas, software Scada, monitoreo.

### **ABSTRACT**

Through this thesis entitled "AUTOMATION OF COMPUTER CONTROL TO IMPROVE THE SYSTEM OF DISTRIBUTION OF WATER AND SEDIMENTS IN THE DESIGNER - CHAVIMOCHIC PROJECT", a study of the current process is detailed and changes are proposed to improve its operation and to make the process more efficient. The project has been developed in the existing bases of the electrical system with which the desander, counting systems of control, visualization, recording and storage of data in real time, realized in several steps.

- A diagnosis was made, which verified the lack of measurement equipment, which causes poor control of flows with the Project Chinecas, rupture of anchors due to excessive accumulation of sediments, collection and storage of information is not reliable.
- A monitoring plan covering the control, monitoring, recording and storage of information was provided with Scada, Plc, sensors and storage unit connected to the Ethernet network for the sending of information to the different entities of the Chavimochic project.
- In the selection of automation equipment, a comparison was made of the best known brands in the market, choosing to use the Siemens and Hach brand.
- Plc programming that complies with all control requirements, supervised by the SCADA PCS 7 by means of a computer, has been developed, recording and storing the information on the outflows and levels of sediment and turbidity occurring in the Shredder.
- It culminated with the projection of the benefits that will be obtained with this automation, obtaining positive results for its development.

To achieve the objectives, different knowledge, such as professionals in the area, books, magazines attached, manuals of manufacturers, etc. will be applied.

Achieving favorable results in the correct distribution of water and sediment of the sand, thus achieving the proposed goal.

Key words: Control of gates, Scada software, monitoring.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **Realidad Problemática**

##### **Internacional**

##### **Argentina**

“Santiago del Estero es una provincia de clima semiárido; la agricultura bajo riego que juega un importante papel en desarrollo económico y social” (Prieto y Angella, 2014, p. 1).

La eficiencia global del sistema ha sido calculada en un 36%. Este bajo porcentaje puede atribuirse al inadecuado manejo de agua al nivel predial (aplicación de láminas excesivas). Las aplicaciones de láminas de riego excesivas se deben a la falta de sistemas de medición de niveles y caudales en las redes de distribución de agua, por lo cual las compuertas son operadas por el personal con estimaciones en la regulación de los niveles requeridos. (Prieto y Angella, 2014, p. 1)

“En los sistemas de irrigación mediante canales a cielo abierto, se producen pérdidas por operaciones de control ineficientes” (Martorana y Cortínez, 2012, p. 496).

Las pérdidas producidas durante las operaciones de compuertas del canal se deben a la dificultad para suministrar en forma precisa los caudales deseados. Estos caudales derivados, dependen del nivel de agua en las posiciones de las salidas laterales, los que a la vez se encuentran condicionados por las posiciones de las compuertas transversales. El problema consiste entonces, en establecer la manera óptima de operar las compuertas y poder tener un buen control en la distribución de agua. (Martorana y Cortínez, 2012, p. 496)

##### **México**

“La sedimentación inevitable de los embalses ocasiona una disminución progresiva de su capacidad y por ende de su vida útil. Esta situación afecta de manera directa el suministro de los servicios completos para los cuales fue diseñado” (Zetina, 2014, p. 1).

Ante tal situación se hace necesario como una alternativa la implantación de desarenadores más eficientes para el desalojo de los materiales depositados controlados por sistemas automatizados, controlando las compuertas del fondo del desarenador para la



evacuación de sedimentos cuando sea necesario. En el caso particular de las centrales hidroeléctricas, si el desarenador no tiene la eficiencia requerida genera desgaste acelerado de las turbinas; en otros casos ocasiona obstrucción de sistemas de riego tecnificado, erosión de estructuras hidráulicas posteriores al desarenador, reducción de la capacidad de los canales con el consecuente riesgo de inundación (debido a los grandes volúmenes de sedimentos depositados en el fondo) (Zetina, 2014, p. 1)

### **Realidad Problemática Nacional**

Lima – Huaral (Valle Chancay)

“La infraestructura de riego en la mayor parte de los valles de la costa de Perú está constituida por una red de canales, en los cuales se requieren de estructuras de medición de agua” (Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 12).

En el valle Chancay Huaral existe ineficiencia del sistema de riego, siendo uno de los factores importantes los sistemas de control y medición del agua. Al no existir acciones de control y medición del agua a través de sus compuertas, se asigna mayores caudales que los necesarios, lo cual trae consigo una mayor disponibilidad de agua y, por ende, exceso de agua en las parcelas como de menor recaudación por concepto de tarifa. (Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 41)

“Los sistemas de riego construidos por los Proyectos Especiales en las últimas 3-4 décadas fueron diseñados y construidos teniendo en cuenta la normativa actualizada de la ingeniería civil” (Publicaciones Banco Mundial, 2013, p. 11).

A pesar de esto, la mayoría no cuenta con la infraestructura de control necesaria para una operación moderna de los sistemas. Se estima que el 90 por ciento de las obras de derivación son de construcción rústica. Sobre todo, en la Sierra muchas de estas estructuras no cuentan con la presencia de compuertas (regulables) y no tienen la posibilidad de controlar adecuadamente el caudal captado. Además, permiten el paso de sedimentos y otros materiales, por no contar con desarenadores con sistemas automatizados de compuertas y control de sedimentos, eso conlleva a realizar un mantenimiento adicional de los canales. (Publicaciones Banco Mundial, 2013, p. 11)

## **Realidad Problemática Local**

La Libertad – Virú

“Actualmente existen problemas de distribución de agua, principalmente en los meses de menor oferta hídrica agosto – octubre, esto debido a que no se tiene una distribución exacta de los caudales repartidos a través de los Bloques de Riego” (Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 22).

Para la distribución del agua en el valle, existen operadores que se encargan de monitorear las compuertas de las diversas estaciones como el “desarenador” y canales de Derivación y canales de Primer Orden, y los caudales que distribuyen son estimaciones empíricas que no garantiza un adecuado control de los volúmenes entregados. En este sentido, se identifica el problema central como “deficiente gestión en la distribución del agua para riego en el valle Virú”, ello a la falta de estructuras de medición de caudales y control de las compuertas, no contando con registro de información para ejercer un buen control. (Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 39)

“Las aguas del río Santa son vitales para la población, abasteciendo para el uso doméstico, campos agrícolas, industrial y generación hidroeléctrica. También provee agua a los proyectos de usos múltiples como son Chavimochic y Chinecas” (Revista peruana GEO – ATMOSFÉRICA, 2011, p. 26).

El río Santa muestra cargas altas de sedimentos que resulta un problema mayor para el desarrollo de los recursos hídricos a través de la sedimentación de embalses que se da en el desarenador, esto origina ruptura de anclajes de sus compuertas y mecanismos que se dan por el excesivo acumulamiento de sedimentos en dichos proyectos por no tener un control adecuado en sus lavados por falta de instrumentos de medición y falta de procesamiento de información de lo acontecido para el buen manejo del sistema de riego. Tal problema genera la necesidad de predecir qué sucederá en este tipo de sistemas en el futuro; por ello es la toma de la investigación para la construcción de modernos desarenadores automatizados e implementando los existentes. (Revista peruana GEO – ATMOSFÉRICA, 2011, p. 26)

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

- Carrillo y Cedeño (2010, p. 97). En su tesis “Implementación de un sistema Scada para el control del proceso de retrolavado en la EMMAAP-Q, planta – El Placer”, de la Escuela Politécnica Nacional Quito - Ecuador. El objetivo que se busca es la implementación de un sistema de supervisión y control para el proceso de retrolavado, llegando a las siguientes conclusiones: con el sistema Scada se fijó un patrón de la manipulación de los actuadores bajo ciertas condiciones determinadas del proceso, la tarea del operador se dará de manera más rápida y fácil por lo que se ha incorporado todas las señales de entrada y salida. Se verificó que el sistema registra datos, eventos y alarmas de manera automática y rápida a través de la red de campo implementado. Mediante este sistema se consiguió una estandarización del proceso de lavado, un aumento en la eficiencia y costos de operación brindando un servicio de calidad a más usuarios.
- Gavilánez (2011, p. 161). En su tesis “Sistema de Control y Supervisión de las Compuertas del Vertedero 1 de la Represa Agoyán por medio de un Panel HMI Local”, de la Escuela Politécnica de Chimborazo – Ecuador. El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un Sistema de Control y Supervisión de las Compuertas del Vertedero 1 de la Represa Agoyán por medio de un panel HMI Local, que permite la regulación fina y media del nivel de agua en la Represa Agoyán. Como resultado se obtuvo una regulación fina y media del nivel de agua en la represa Agoyán completamente local, con un control de apertura y cierre del 100% de las compuertas, con datos de operación de las compuertas. En conclusión, el estudio del sistema de control y supervisión que se ha desarrollado es eficiente para la regulación del nivel de agua en la represa, brindándonos tiempos de respuesta iguales a los del control remoto que posee la Central Hidroeléctrica, al mismo tiempo la animación del movimiento de las compuertas da una mejor visualización al operador del estado en el que se encuentran las compuertas
- Leyva (2014, p. 84). En su investigación “Desarrollo de un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de regantes de Guarango

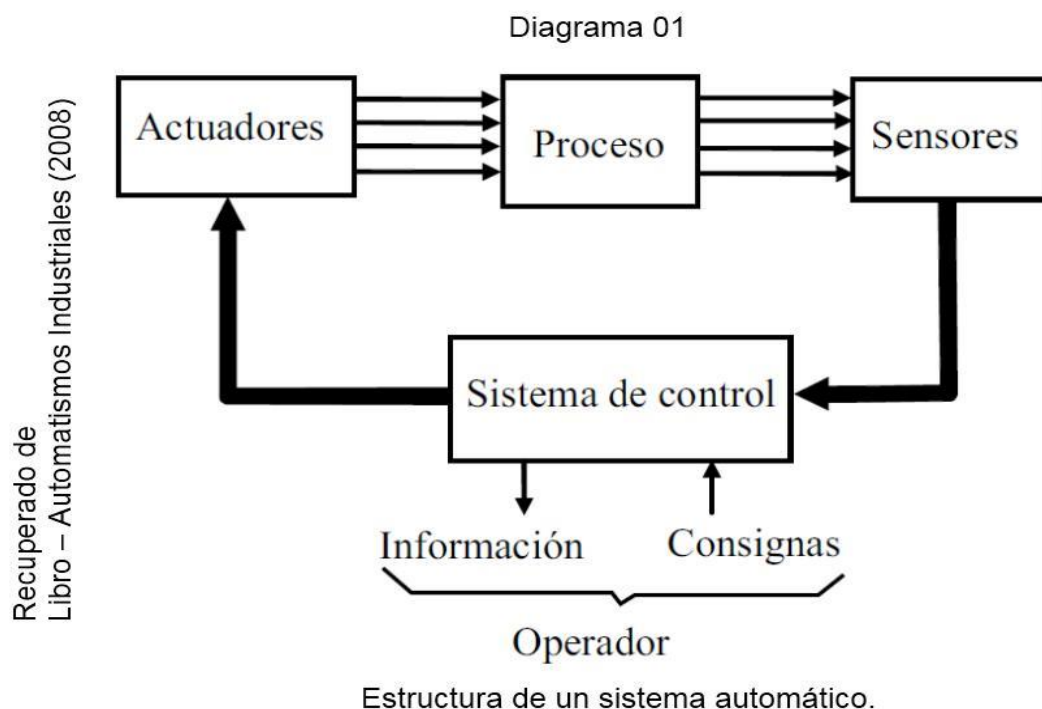
Pampa – Utcubamba – Amazonas - Perú”. El objetivo se centra en desarrollar un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de usuarios. Se concluyó que mediante este sistema de control automático con tarjetas Arduino se podrá identificar cada compuerta de regadío, permitiendo controlar de manera más rápida las compuertas sin necesidad de estar movilizándose de un punto a otro salvo que acontezca o amerite ir a ellas. La rapidez del sistema es al 100% respondiendo a la orden en menos de un minuto culminando la orden en el mismo tiempo. Mediante este sistema se podrá abrir y cerrar las compuertas de manera remota aprovechando el uso de “Radio frecuencia”. El sistema puede abrir y cerrar compuertas y que podrá controlar también el caudal del agua que ingrese, pues para cada agricultor no se dará el mismo tratamiento de regadío.

### 1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

#### 1.3.1 AUTOMATISMO

- **Definición de Automatismo**

“Se define como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado” (Sanchis, Romero y Ariño, 2010, p. 6).



- **Clasificación Tecnológica**

“Los sistemas de control se clasifican entre automatismos cableados y en automatismos programados” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 7).

- a. Automatismos cableados.**

“Estos se realizan mediante contactos físicos, es decir utilizan dispositivos como relés, contactores, y otros, y se unen mediante cable eléctricos, los automatismos cableados ocupan mucho espacio” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 7).

“Las principales ventajas que tienen son: aspecto robusto, bajo costo y tecnología sencilla” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 7).

- b. Automatismos programados.**

“Éstos funcionan mediante la implementación de un programa, quien se ejecuta en un dispositivo denominado microprocesador. Recibe instrucciones de entradas y salidas” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 8).

- **Tipos de Sistemas de Control**

lazo cerrado y lazo abierto (Ogata, 2010, p. 7).

- **Componentes de los Automatismos**

“El objetivo del automatismo es controlar una planta o sistema sin necesidad que un operario intervenga directamente. El operario solo interviene sobre las variables de control y el automatismo es el encargado de actuar sobre las salidas mediante accionamientos” (Orozco, Guarnizo y Holguín, 2008, p. 9).

“[...] Un automatismo se compone de dos partes. Parte Operativa: Formada por el conjunto de dispositivos, máquinas y/o subprocesos. Parte de Control: Formada por los elementos de procesamiento y/o mando, interfaz de comunicación y de diálogo con el hombre” (Orozco, *et al*, 2008, p.9). Ver diagrama 02 pág. 45

### **1.3.2 AUTÓMATAS PROGRAMABLES**

- **Definición**

“El autómata programable también se conoce como PLC, que es la sigla de Programmable Logic Controller. Tal y como se resume en la definición, se trata de un computador especial, tanto en el software como en el hardware” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 110).

## **Tipos de memoria**

### **a. Memoria de programa.**

“Contiene el programa (instrucciones) que se ejecutan en el procesador. Se puede dividir en dos partes: ROM (comunica el autómata con los módulos de programación y RAM (FLASH EEPROM, almacena el programa del usuario)” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 112).

### **b. Memoria interna.**

“Almacena valores de entradas y salidas, además de otras variables internas del autómata. Aquí se leen los valores de las entradas (donde están conectados los sensores), y se escriben los valores de las salidas (donde están conectados los actuadores)” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 112).

### **c. Memoria de datos.**

“Contiene datos de configuración o parámetros de funcionamiento del autómata y del proceso, o datos de propósito general” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 112).

## **Constitución Física**

“La mayoría de autómatas programables del mercado son modulares, es decir, están formados por módulos que pueden conectarse entre sí, permitiendo una gran flexibilidad en la configuración” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 113).

El módulo principal es el de CPU, que contiene el procesador, la memoria y algunos controladores de periféricos (puerto serie, por ejemplo). En algunos modelos, el módulo de CPU contiene además algunas entradas y/o salidas digitales. El módulo de fuente de alimentación da la tensión (normalmente 24 V) para alimentar a todos los módulos del equipo. (Sanchis, *et al*, 2010, p. 113)

## **Lenguajes de programación**

“El lenguaje de programación más utilizado es el diagrama de contactos (Ladder Diagram o diagrama de escalera). Está basado en los automatismos cableados por medio de contactores” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 127). Ver figura 01 pág. 45

### **1.3.3 SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO**

“[...] Un programa de computadora es un conjunto independiente de instrucciones usado para operar una computadora con el fin de producir un

resultado específico. Otro término para un programa o conjunto de programas es software” (Bronson, 2007, pág. 2).

“El proceso de escribir un programa, o software, se llama programación, mientras al conjunto que puede usarse para construir un programa se llama lenguaje de programación. (Bronson, 2007, pág. 2).

### **Software de aplicación y de sistema**

“El software de aplicación y el software de sistema son dos categorías lógicas de programas de computadora. El software de aplicación consiste en aquellos programas escritos para realizar tareas particulares requeridas por los usuarios” (Bronson, 2007, pág. 5).

### **Redes de comunicación**

“Un sistema de control distribuido está formado por diversos equipos conectados por medio de una o varias redes de comunicación” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 187).

“Se clasifican en: Topología de la red, medio físico, características eléctricas de las señales, método de arbitraje, modo de funcionamiento, tamaño y estructura de los mensajes que se transmiten, número de nodos, distancia de transmisión y Velocidad de transmisión” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 188).

### **Buses de campo**

“Un bus de campo es un sistema de transmisión de información que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción” (Sanchis, *et al*, 2010, p. 197).

### **Características generales de los buses de Campo**

- ✓ Buses de alta velocidad y baja funcionalidad
- ✓ Buses de altas prestaciones
- ✓ Buses para áreas de seguridad intrínseca
- ✓ Buses de campo comerciales

### **1.3.4 SISTEMA SCADA**

“Damos el nombre de Scada (Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo” (Rodríguez, 2007, p. 19)

Los objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada son los siguientes: Funcionalidad completa de manejo y visualización en sistema operativo Windows sobre cualquier PC estándar. Sencillez de instalación, sin exigencias de hardware elevadas, fáciles de utilizar, y con interfaces amigables con el usuario. (Rodríguez, 2007, p. 19). Ver figura 03 pág. 46

### **1.3.5 SENSORES**

“[...] Un sensor es todo dispositivo que situado en un cierto medio, genera una señal (función de alguna característica de dicho medio) de una determinada forma física (presión, nivel, temperatura, etcétera), convertible en otra señal de una forma física diferente” (Mandado, *et al*, 2009, p. 429).

“Se puede definir a un sensor o transductor como un dispositivo o combinaciones de dispositivos que convierten señales o energía de una forma física en otra” (Daneri, 2008, p. 48).

#### **Clasificación de los sensores industriales según funcionamiento**

##### **a. Sensores activos**

“Se consideran activos o generadores los sensores en los que la magnitud física a medir proporciona la energía necesaria para la generación de la señal eléctrica de salida. Ejemplo de sensores basados en los efectos piezoeléctrico y termoelectrónico” (Mandado, *et al*, 2009, p. 431).

##### **b. Sensores pasivos**

“Son pasivos o moduladores, donde la magnitud física a medir se limita a modificar alguno de sus parámetros eléctricos característicos. Ejemplo la resistencia, la capacidad, etcétera. Estos sensores se caracterizan por necesitar una tensión de alimentación externa” (Mandado, *et al*, 2009, p. 431).

#### **Transductores Analógicos, Digitales y Todo - Nada**

##### **a. Transductores Analógicos**

“Son aquéllos que dan como salida un valor de tensión o corriente que es función continua de la magnitud física medida” (Daneri, 2008, p. 49).

##### **b. Transductores Digitales**

“Son aquellos que dan como salida una señal codificada en forma de pulsos o de una palabra digital codificada en binario, BCD, GRAY u otro sistema. Ejemplo, los encoder proporcionales y absolutos” (Daneri, 2008, p. 49).



### **c. Transductores Todo-Nada**

Indican mediante un cambio de estado cuando la variable detectada supera un cierto umbral o límite. Entre ellos se encuentran los detectores de proximidad (inductivos, Capacitivos, magnéticos y ópticos)” (Daneri, 2008, p. 50).

### **Detectores de Posición**

“Los detectores de posición conmutan sin establecer contacto y, por lo tanto, sin que sea necesaria la presencia de una fuerza mecánica externa, por ello tienen larga duración y son fiables” (Ebel, Idler, Prede y Scholz, 2008, p. 37).

#### **a. Detectores electrónicos**

“Los detectores electrónicos pueden ser inductivos, ópticos y capacitivos. Normalmente están provistos de tres conexiones eléctricas: Conexión para la alimentación de tensión, Conexión a masa y Conexión para la señal de salida” (Ebel, *et al*, 2008, p. 39).

### **Detectores Ultrasónicos**

“Los sensores ultrasónicos utilizan un cristal piezoeléctrico Montado en la superficie del detector para enviar y recibir señales de sonido de alta frecuencia” (Daneri, 2008, p. 68). Ver figura 04, pág. 46

### **Codificadores Ópticos (Encoder)**

“Los codificadores ópticos (encoders), también conocidos como generadores de pulsos son dispositivos formados por un rotor, el cual tiene unido un disco opaco con perforaciones y por una serie de emisores y captadores ópticos fijos (alojados en el estator)” (Daneri, 2008, p. 71).

### **Cálculos eléctricos**

$$\text{Potencia eléctrica: } P = \sqrt{3} \times I \times V \times \text{COS}\phi$$

$$\text{Corriente Eléctrica: } I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{COS}\phi}$$

$$\text{Sección del conductor: } S = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \text{COS}\phi}{K \times e}$$

**Donde:**

P= Potencia eléctrica en W, V= Tensión en V, I= Intensidad en A, Cos $\phi$  = Factor de Potencia, L = longitud en m, e = caída de tensión en V, K = conductividad de cobre (56). (Sanz, 2009, p. 9)

### **1.3.6 DESARENADORES**

#### **Definición**

“Los desarenadores son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua de un canal. El material sólido que se transporta ocasiona perjuicios de las obras” (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 75).

#### **Clases de desarenadores**

##### **a. En función de su operación**

“Desarenadores de lavado continuo, es aquel en el que la sedimentación y evacuación son dos operaciones simultáneas y desarenadores de lavado discontinuo (intermitente), que almacena y luego expulsa los sedimentos en movimientos separados” (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 75).

##### **b. Por la disposición de los desarenadores**

“En serie, formado por dos o más depósitos contruidos uno a continuación del otro y en paralelo, formado por dos o más depósitos distribuidos paralelamente y diseñados para una fracción del caudal derivado” (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 75).

### **1.3.7 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA**

“El sistema de agua potable es el conjunto de instalaciones y equipos utilizados para abastecer de agua en cantidad suficiente y con la calidad y la presión necesarias para garantizar un servicio adecuado a los usuarios y usuarias” (CARE Internacional - Avina, 2012, p. 57)

#### **Red de distribución**

“[...] El agua dentro de las tuberías puede circular en las dos direcciones de ida y vuelta podemos decir lo que garantiza una mejor distribución del agua y en canales se realiza en una sola dirección por gravedad” (CARE Internacional - Avina, 2012, p. 78)

### **1.3.8 TRANSLADO DE SEDIMENTOS**

“El movimiento de las partículas se debe a la acción que ejerce el flujo sobre ellas. Bien se sabe que los sedimentos se mueven en cauces aluviales según dos mecanismos que son: Transporte de fondo y transporte en suspensión” (García, 2009, p. 4).

## **1.4 Formulación del problema**

¿Cómo influye la automatización del control de compuertas en el envío de caudales, la ruptura de anclajes, la recolección y almacenamiento de información en el Desarenador – Proyecto Chavimochic?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **Justificación técnica**

En la actualidad el agua constituye un recurso escaso en varios países del mundo, nuestro país no es ajeno a este problema, contando con sistemas de irrigación que demandan un gran consumo de este suministro y falta de control en el desarenador, debido a su escasa automatización.

Este proyecto se ha desarrollado con la finalidad de estudiar toda influencia negativa en el control, obteniendo así un modelo de sistema automático, con el cual ayudara en la selección de equipos más idóneos para realizar una correcta operación, sentando bases sólidas para futuros trabajos que busquen contar con sistemas más sofisticados, para el mejoramiento de los desarenadores en toda la red de distribución de canales abiertos.

### **Justificación económica**

La realización del proyecto ayudará a reducir las pérdidas económicas que se producen anualmente por concepto de pérdida de agua por los repartos que se dan con el Proyecto Chincas, reparaciones de los mecanismos de compuertas e infraestructura, la recolección y almacenamiento de información. A su vez se tendrá un mejor control en la distribución de agua con caudales requeridos y la evacuación de sedimentos, contribuyendo al cuidado del canal, las centrales eléctricas con las que cuenta el proyecto Chavimochic, y a la población agraria.

### **Justificación ambiental.**

Hoy en día el agua es uno de los recursos de vital importancia y asu vez unos de los más escasos a nivel mundial, es así como proponemos un buen control en la distribución de agua y en la captación de sedimentos que se dan en los desarenadores, realizando envíos de caudales requeridos y un mejor control de sedimentos, fomentando así un mejor uso del agua en los riegos y otras necesidades que se requiere, de igual forma se evita la erosión y degradación de los suelos aportando así con el cuidado del medio ambiente.

## 1.6 Hipótesis

Si se diseña la automatización del control de compuertas, entonces se mejora el envío de caudales, la ruptura de anclajes, la recolección y almacenamiento de información en el Desarenador – Proyecto Chavimochic.

## 1.7 Objetivos

### Objetivo general:

Diseñar la automatización del control de compuertas para mejorar el sistema de distribución de agua y sedimentos en el Desarenador – Proyecto Chavimochic.

### Objetivos específicos:

- Diagnosticar el estado de la distribución de agua y sedimentos.
- Brindar un sistema de Monitoreo para la distribución de agua y sedimentos.
- Seleccionar adecuadamente los equipos de automatización.
- Elaborar los programas que permitan el control y monitoreo, del accionamiento de compuertas, caudal y sedimentos.
- Proyectar los beneficios de la automatización.

## II. METODOLOGIA

### 2.1 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación a realizar será NO EXPERIMENTAL, debido a que los conocimientos darán en la investigación no alterarán las variables, observándose los problemas existentes para después analizarlos y conllevar a una solución.

#### 2.1.1 Tipo de investigación

**Aplicada:** se aplicará los conocimientos establecidos para dar solución al Problema planteado en el desarenador, realizando una automatización para obtener un sistema confiable.

**Explicativo:** se explica los eventos que se producen en el desarenador, a la misma vez se argumenta que con la selección de equipos se mejora la distribución de agua y sedimentos en el desarenador.

### 2.2 Variables, Operacionalización.

**Variable independiente:** Automatización del control de compuertas

**Variable dependiente:** Sistema de distribución de agua y sedimentos.

Tabla 01

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Automatización del control de compuertas	Conjunto de elementos (sensor, actuador, controlador y proceso) que forman parte de un proceso, para el mejor funcionamiento de las compuertas. (Mendiburu, 2006, p. 42)	Se instalará sensores de caudal a la salida del desarenador y compuerta de distribución de caudal con el P. Chinecas. Las 8 compuertas contarán con un encoder para su posición, y sensores de corriente que desactivarán los motores en caso de atascamientos de las compuertas, evitando la ruptura de anclajes. Se instalarán equipos de medición de sedimentos en cada cámara, y también en la entrada y salida del desarenador. Todo el control se dará con el software Scada PCS7, que a su vez se recolectará y almacenará toda información que se de en el desarenador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente eléctrica</li> <li>• Sensores de medición</li> <li>• Regulación de compuertas</li> <li>• Potencia eléctrica de equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amperios</li> <li>• Voltaje</li> <li>• Watts</li> <li>• mm</li> <li>• HP</li> </ul>
VARIABLE DEPENDIENTE	Sistema de distribución de agua y sedimentos	Es mejorar el conjunto de tuberías, estructuras y sistemas de medición que conducen agua y sedimentos de manera controlada. (comisión Nacional del Agua, 2007 p.3)	El control se dará con un exacto envío en los caudales requeridos y la expulsión de sedimentos cuando es necesario, con la implementación de los equipos de medición y control.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal</li> <li>• turbidez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m3/seg,</li> <li>• NTU</li> </ul>

Variable de Operacionalización

## **2.3 Población y muestra**

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas:**

#### a.- Observación Directa

Mediante esta técnica observaremos como en la actualidad se lleva a cabo el proceso de control de agua y sedimentos en el desarenador – Chavimochic, teniendo en cuenta las pérdidas que se suscitan por no contar con un sistema eficiente de control, así entenderemos como plantear una solución para este problema.

#### b.- Entrevista

A través de este método se tendrá un acercamiento más comprensible con los acontecimientos que se reflejan día a día, contando con el apoyo del personal encargado de dicha área, brindando así una información más exacta de los eventos que los aquejan.

#### c.- Análisis de documentos

Conllevará a enfocarnos más al problema que se vive, buscando la solución a través de información relacionado al tema de estudio, con ayuda de libros, revistas tesis, informes u cualquier otro tipo de investigaciones hechas.

### **2.4.2 Instrumentos de recolección de datos:**

Para este tipo de investigación se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Guía de observación.
- Guía de entrevista.
- Fichas de recolección de datos.

### **2.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos:**

#### **Validez**

La validez de este proyecto de investigación será llevada a cabo a través de una interpretación correcta de la información obtenida, llevada por un proceso metodológico que enfoque resultados correctos, sustentando así una base para futuros trabajos u proyectos.

### **Confiabilidad**

Para sustentar una base confiable para este proyecto de investigación se tomará en cuenta todas las pautas que conlleven a un buen trabajo, asu vez se realizará entrevista a las personas involucradas en el proyecto, contando con diferentes especialistas en la materia para un mejor enfoque y resultados óptimos.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

### **Enfoque cuantitativo**

Se hará a través de técnicas cuantitativas en la que los datos serán presentados de manera numérica. muestra los posibles resultados que se pueden conseguir, al seguir cursos alternativos de acción (estrategias) en diferentes circunstancias. Obtenemos así un modelo de entrevista que se realizará a los ingenieros, operadores y técnicos electricistas que laboran del desarenador del Proyecto Chavimochic. Se analizarán los datos obtenidos en las diferentes tablas de información (sedimentos y caudales), para su posterior análisis y proyección en el software Microsoft Excel.

## **2.6 Aspectos éticos**

El presente proyecto se realizó con todas las pautas necesarias para su desarrollo, como son las entrevistas, recopilación de datos que se requiera, de manera confiable y objetiva, contando con el personal involucrado en el proceso afianzando una información correcta y precisa.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Diagnóstico del estado de la distribución de agua y sedimentos. (Anexo 02)

Tabla 02

© Elaboración propia (2016)

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	DIAGNÓSTICO
<b>MEDICIÓN DE CAUDAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Realizada a través de una paleta de medida colocada a la salida del desarenador</li> <li>b. El operador toma lectura del caudal con binoculares desde la caseta o puente de maniobras</li> <li>c. La medición tomada es comparada con la tabla de conversión de caudales y luego anotado en fichas y libro de incidencias.</li> <li>d. Las fichas son enviadas al área de Operación y Recursos Hídricos para su posterior publicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. En la ubicación de la paleta de medida existe flujo turbulento de agua. no existe instrumentos de medición de caudal.</li> <li>b. En la toma de lectura de caudal el operador no tiene la posición correcta</li> <li>c. La medición realizada no es exacta, debido a falta de equipos de medición y las malas prácticas de medición por parte de los operadores.</li> <li>d. La información no es dada a tiempo real para su publicación a los entes interesados.</li> </ul>
<b>REGULACIÓN DE LA COMPUERTA DE CAUDAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Es dada con el accionamiento de un motor trifásico para la apertura y cierre de la compuerta</li> <li>b. La regulación de esta compuerta es según lo captado por el Proyecto Chincas (Ancash), que es de 23 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. La regulación de la compuerta no es el adecuado conllevando a tener pérdidas de agua.</li> <li>b. El Proyecto Chincas percibe más agua de lo requerido debido a la mala regulación de la compuerta, en la que tiene mayor importancia en tiempo de estiaje (escasez de agua).</li> </ul>
<b>EVACUACIÓN DE SEDIMENTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. El operador realiza la apertura y cierre de las compuertas de las cámaras de sedimentación por medio de motores trifásicos.</li> <li>b. En tiempo de estiaje el lavado es dado 1 a 2 veces al mes, y en avenida constantemente.</li> <li>c. El operador recoge agua con un balde tanto en la entrada y salida del desarenador, colocándola en depósitos para su respectivo análisis de sedimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. En esta operación el operador debe estar atento por la ruptura de los anclajes y mecanismos de las compuertas que son provocadas por el exceso de sedimentos, atascamientos de palos y piedras.</li> <li>b. No se tiene un control correcto de acumulación de sedimentos en el desarenador para su respectivo lavado.</li> <li>c. El operador se expone a caer al canal por estas maniobras. Los depósitos no son entregados oportunamente optando así a no contar con un correcto control de sedimentos.</li> </ul>

Cuadro de diagnostico

El diagnóstico fue realizado con la observación técnica (ver pág. 47 al 53), el análisis de documentos (ver pág. 54 al 63) entrevista (ver pág. 64 al 69)



Se diagnosticó que la falta de equipos de medición, el control de las compuertas, la recolección y almacenamiento de datos, provoca muchos problemas como son:

- a. Los caudales enviados no son medidos correctamente.
- b. El control de la compuerta de caudal es regulado de manera inadecuada conllevando a tener pérdidas de agua.
- c. La ruptura de anclajes es dada frecuentemente por el excesivo acumulamiento de sedimentos.
- d. La información recogida y almacenada no es confiable y no se da en tiempo real.  
Ver imagen 02 pág. 53

### **3.2 Brindar un sistema de monitoreo para la distribución de agua y sedimentos. (Anexo 03)**

Se llevará a cabo el control, visualización, registro y almacenamiento de datos.

- a. Medición de caudal:** se implementará un controlador y sensor de caudal tanto en la salida del desarenador y la compuerta de distribución de caudales con el Proyecto Chinecas, que proporcionaran la información de caudales que se derivan de dicha estación, que serán visualizados software PCS 7 para su posterior almacenamiento de todo dato obtenido. Ver figura 11 pág. 71
- b. Regulación de la compuerta de caudal:** implementando un encoder absoluto para comunicarse con el Plc y software PCS 7 se dará el control del nivel de apertura y cierre de dicha compuerta con lo requerido, optando así un mejor envío de caudales y exceso de agua que se entrega al Proyecto Chinecas.  
Ver figura 12 pág. 71
- c. Evacuación de sedimentos:** se llevará a cabo con controladores y sensores en las cámaras de sedimentos y para obtener el nivel de sedimentos acumulados para su posterior lavado (Ver figura 14 pág. 72). A su vez se instalarán sensores de turbidez en la entrada y salida del desarenador que se enlazara con todo el sistema, realizando la comparación de sedimentos que entran y salen para un correcto manejo aguas más abajo (Ver figura 13 pág. 72). A su vez para evitar la ruptura de anclajes se instalará sensores de corriente y sensores de posición, para controlar las sobrecargas y niveles de apertura y cierre de cada compuerta, apagando los motores en la detección de una mala operación.  
Toda información captada en el desarenador será almacenada y mostrada en los diferentes organismos del proyecto Chavimochic para su posterior publicación.

### 3.3 Seleccionar adecuadamente los equipos de automatización. (Anexo 04)

Para la selección de los equipos se ha comparado con 2 grandes marcas del mercado de la automatización, precisando sus características más relevantes para el desarrollo del proyecto.

Tabla 03

	Características
Software Scada Ver pág. 65	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Compatible al sistema operativo Windows 7 (usado en el Perú).</li> <li>✓ Monitoreo en tiempo real y conexión fácil con el Plc.</li> <li>✓ Proporcionar exportación de datos a Excel y Access.</li> <li>✓ Debe contar con exploración de datos.</li> <li>✓ Ser compatible con equipos que conformen el sistema.</li> <li>✓ Proporcionar gráficas para la visualización de datos.</li> <li>✓ Contar con protocolos de comunicación.</li> <li>✓ Tener licencias originales</li> </ul>
Plc Ver pág. 66 al 68	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Debe ser modular para expansiones futuras.</li> <li>✓ Tensión 220 Vac.</li> <li>✓ Los módulos de entradas y salidas deben conectarse al módulo principal en un solo rack de manera fácil.</li> <li>✓ Comunicación con el software Scada</li> <li>✓ Cable de comunicación compatible con cualquier ordenador.</li> <li>✓ Contar CPU, fuente de alimentación, módulos de entradas y salidas (analógicas y digitales), según necesidades.</li> <li>✓ Velocidad de procesamiento de datos debe ser media o alta.</li> <li>✓ Procesador de 32 ó 64 bits.</li> <li>✓ Fácil interacción con los equipos instalados.</li> <li>✓ Manejar comunicación universal.</li> </ul>
Pc – Ordenador Ver pág. 69	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contar con sistema operativo Windows</li> <li>✓ RAM 2 Gbytes y disco duro de 500 Gbytes a más.</li> <li>✓ Pantalla de 21" como mínimo.</li> <li>✓ 2 puertos USB, lectora de DVD, teclado y mouse (tipo USB).</li> <li>✓ Tensión 220 a 230 Vac.</li> </ul>
Servidor Ver pág. 70 al 71	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tener gran desempeño y confiabilidad.</li> <li>✓ Accesibilidad para el almacenamiento de datos.</li> <li>✓ Tener un almacenamiento mayor a 2 Tbytes (mayor registro).</li> <li>✓ Memoria de gran capacidad para el procesamiento de datos.</li> </ul>
Equipos de medición Ver pág. 72 al 86	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tener aprobación en el mercado de la automatización.</li> <li>✓ Salida de 4 – 20 mA o 24 Vdc, según estándar mundial.</li> <li>✓ Ser apto para canales abiertos (caudal)</li> <li>✓ Distancia de medición del sensor de caudal (0 – 7 m).</li> <li>✓ Sensor de caudal no sumergible.</li> <li>✓ Nivel de turbidez 0 – 4000 NTU, medida común P. Chavimochic.</li> <li>✓ Sensores de turbidez y niveles de sedimentos acero inoxidable (evitar corrosión)</li> <li>✓ Ser compatible con el Plc (misma comunicación).</li> <li>✓ Contar con un sensor de corriente según trabajo del motor.</li> </ul>
Comunicación Ver pág. 87 al 88	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contar con una velocidad alta (rápido proceso de información)</li> <li>✓ Contar con puertos ethernet necesarios como mínimo.</li> <li>✓ Contar con un sistema de seguridad.</li> </ul>

Características para la selección de equipos

La lista de características ha sido elaborada con la información obtenida, y los requerimientos que se necesitan en el desarenador, teniendo en cuenta las certificaciones y normas eléctricas estandarizadas a nivel mundial por ser requisito en las instituciones del estado.

### **3.4 Elaborar los programas que permitan el control y monitoreo, del accionamiento de compuertas, caudal y sedimentos. (Anexo 05)**

En la elaboración de los programas se ha llevado a cabo con 1 tipo de comunicación que es Profibus, que es compatible al Plc seleccionado, enlazando por medio de switch ethernet industriales a la red de control que se dará con el software Pcs 7 y a su vez se conectará al servidor que almacenará todo dato que capten los sensores instalados, obteniendo así información en tiempo real. Ver figura 25 pág. 103

El Plc, está formado por su fuente, CPU, entradas y salidas digitales, para la activación de los sensores que indiquen el nivel de cada compuerta, y el mando que se desea realizar (Manual / Automático), teniendo salidas para abrir y cerrar dichas compuertas. Ver figura 26 pág. 104

El medio de la construcción del algoritmo se ha desarrollado abarcando los diversos problemas que se viven, como son, el lavado de las cámaras de sedimentación y el control de caudales enviados, teniendo en cuenta el manejo de operación que se tiene en el desarenador. Ver pág. 105 al 111

Los planos eléctricos de fuerza se ha instalado sensores de corriente para el motor trifásico de cada compuerta, el cual nos mostrará los cambios de corriente que se dan por motivos de falla del sistema, el cual activará la entrada digital del Plc para su inmediata desactivación. Ver pág. 112 al 115

En el sistema de control se acoplará el Plc con las nuevas entradas para el modo automático, obteniendo así un control adecuado.

La programación está dada en los siguientes pasos.

1. Configuración del Plc. Ver pág. 116
2. Realizar la programación del lavado. Ver pág. 117 al 122
3. Programación de la Regulación de la compuerta de caudal. Ver pág. 123

La elaboración de los programas se realizó satisfaciendo las necesidades que urgen en el desarenador, cumpliendo así con una automatización favorable.

### 3.5 Proyectar los beneficios de la automatización (Anexo 06)

El beneficio del proyecto está comprendido en solucionar los envíos de caudales, ruptura de anclajes, la recolección y almacenamiento de información. Ver tabla 44 pág. 127. Del presupuesto dado cabe recalcar que los precios que se mencionan están sujetos a cambios que se pueden dar por incrementos monetarios que rigen el mercado, por ello solo se tomaran como referencia. Ver pág. 124

Tabla 04

©Elaboración propia (2016)	GASTOS	PRECIO
		COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES
	GASTOS GENERALES (10%)	19 580
	UTILIDADES (5%)	9 790
	SUB TOTAL	224 604
	IGV (18%)	40 429
	<b>TOTAL DE GASTOS</b>	<b>S/. 265 033</b>

Presupuesto del proyecto de automatización en el desarenador

El presupuesto a invertir es de S/. 265 033 (DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL TREINTA Y TRES NUEVOS SOLES), dicho valor está comprendido la instalación del sistema Scada con diversos equipos de medición, registro y almacenamiento de todo lo acontecido. La capacitación del personal también está contemplada en los precios dados, con una garantía de un año, una vez terminada la instalación. Dicho proyecto se sentará en la base de los equipos de trabajo con el que cuentan, en el desarenador.

#### Resumen dado entre el ahorro y gasto del sistema implementado

Una vez obtenido el gasto y ahorro que se dan, verificaremos la ganancia que se obtendrá por año:

Tabla 05

©Elaboración propia (2016)	PROYECCION ANUAL DE GANANCIA	TOTAL (S/.)
		Ahorro que genera el proyecto anualmente
	Gastos que genera el proyecto anualmente	8 500
	<b>TOTAL DE GANANCIA ANUAL</b>	<b>53 530</b>

Ganancia neta producida por año

#### Evaluación económica

Una vez definido el costo total y los beneficios que se obtendrán anualmente se llevará a cabo la evaluación económica que tendrá una tasa de interés del 7,05 % del banco Scotiabank (Ver figura 28 pág. 129). Los cálculos nos muestran que el proyecto desarrollarse es factible y en cuanto a lo inversión, se recupera en un plazo menor a 5 años. Ver tabla 46 pág. 128

#### IV. DISCUSIÓN

En el siguiente apartado debatiremos los resultados obtenidos con el estudio propuesto en la determinación de lo que produce la mala distribución de agua y sedimentos en una de las estaciones de vital importancia para el Proyecto Chavimochic, constatando con los trabajos previos y teorías expuestas.

- Con lo expuesto por Carrillo y Cedeño en su tesis “Implementación de un sistema Scada para el control del proceso de retrolavado en la EMMAAP-Q, planta – El Placer”. Dicho estudio es muy importante para el conocimiento de diversos sistemas que se pueden realizar en diferentes procesos. Se puede obtener un sistema eficiente con un Scada con una inserción de equipos de medición que cumpla con los requisitos de trabajo, en el cual carrillo nos presenta equipos para lugares cerrados, que en nuestro caso no usaríamos por lo que trabajaremos con canales abiertos donde los caudales sufren variaciones según el tiempo hidrológico en el que nos encontremos, a su vez no toman mucha importancia a la medición de sedimentos que provienen del exterior hacia las válvulas el cual afecta mucho su desempeño y tiempo de vida. En su tesis ha desarrollado el software INTOUCH de la marca Schneider que es una pantalla HMI, que solo cumple con el rol de controlar y supervisar, pero carece de un registro de almacenamiento de datos, el cual es de mucha ayuda para poder establecer patrones de fallas que se produce en dicha planta. El sistema que se está brindando en el desarenador cuenta con un Scada más amplio en el campo de la automatización, el cual se ha desarrollado pensando en el futuro del Proyecto Chavimochic y poder enlazar todas las estaciones en un mismo control.
- De lo planteado por Gavilánez en su tesis, “Sistema de Control y Supervisión de las Compuertas del Vertedero 1 de la Represa Agoyán por medio de un Panel HMI Local”, es resaltante la utilización de equipos modernos en el afán de contar con una automatización más confiable y versátil. Los Plc y HMI son hoy en día equipos muy utilizados que ofrecen una gama amplia en el

desarrollo de los sistemas automatizados. En los resultados obtenidos nos damos cuenta que por medio del Plc s7-300, contaremos con un equipo con las características necesarias para el cumplimiento de las diversas funciones que se llevaran a cabo para control con los dispositivos seleccionados.

En cuanto a la supervisión se utilizará un software Pcs7, que discrepando con lo utilizado por Gavilánez se requiere contar con un historial de eventos que se produce en el desarenador tanto de caudal como sedimentos, del cual el HMI que ha utilizado no desempeña dicha cualidad. En la recolección de datos se establecerá de manera automática según lo captado por los sensores instalados, de modo que el operador no interviene en la manipulación de los equipos, teniendo así un historial en tiempo real que será acompañado por un servidor para el almacenamiento de información, y una red de comunicación con las áreas correspondientes.

- Según Leyva en su investigación “Desarrollo de un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de regantes de Guarango Pampa – Utcubamba – Amazonas - Perú”, propone la utilización de una plataforma Arduino en el cual no estoy de acuerdo por lo que son dispositivos con funcionamiento definido y son muy complejos cuando se trata de la recolección de datos. A comparación de los resultados obtenidos la automatización que se está realizando con sensores, controladores, Plc actuadores y el software pcs7, se tendrán mejores beneficios, en el control y supervisión, con la realización de programas más fáciles y entendible a lo mencionado por Leyva, que además no cuentan con la observación de las variables que desea controlar, teniendo muchas falencias en la comunicación que desea constituir. Por otro lado, si comparamos el trabajo realizado por Leyva nos damos cuenta que la selección de equipos no ha sido muy bien establecida por lo que no tiene un control ni características precisas de lo que realmente desea ejecutar, por ello no he tomado a bien su modelo planteado, por lo que he creído conveniente realizar un análisis para la selección de equipos y dispositivos a usar, con las características necesarias en el desarrollo de un buen control.

- Con los estudios realizados de las diversas teorías presentadas se ha determinado que son de gran ayuda, a través de la automatización expuesta por Sanchis se ha logrado establecer objetivos claros en cuanto a la búsqueda de soluciones para mi tesis que ha sido la base fundamental en el desarrollo, e influye directamente con la búsqueda de los dispositivos u equipos que se tendrán que emplear. Los resultados han servido para afianzar los conocimientos ya establecidos, presentando nuevas formas en las que serían de gran utilidad en el afianzamiento de futuros trabajos. Daneri y Ebel en sus respectivos aportes muestran el funcionamiento de los sensores en sus diferentes campos de utilización, que en conclusión son una pieza fundamental en la mejora de un sistema automatizado, en el que se ha deducido que su aporte ha contribuido para establecer el tipo de sensor más conveniente en el control de las compuertas, caudal y sedimentos en el desarenador ayudando en el desarrollo de mi proyecto.
- Con lo retribuido por Bronson, contar con un sistema de control distribuido nos acerca a un campo más moderno, complementando la utilización de dispositivos con programación asistida por computadora (software), y procesadores de información por el cual he establecido el tipo de comunicación que será útil para anexar los distintos dispositivos a manejar, cumpliendo con todos los procedimientos para un correcto funcionamiento. En los resultados obtenidos se logró evidenciar la importancia del software en el monitoreo de las actividades a realizar.  
Con la implementación del software Scada Pcs7 que se llevó a cabo en la automatización del desarenador, comparto lo expuesto por Bronson en la utilización de estos sistemas que hoy en día son de gran beneficio en los diferentes rubros de la industria, por ello fue de gran provecho la aplicación del software pcs7 que trabaja en conjunto al Plc, sensores, controladores, y actuadores, presentando el programa en una computadora con imágenes fáciles de entender para los operadores a diferencia de otros equipos.

## V. CONCLUSIÓN

1. Con el diagnóstico llevado a cabo en el desarenador por diferentes técnicas, se concluyó que las compuertas tanto de sedimentos como la compuerta de regulación de caudal carecen de sistemas de medición, el cual permite presentar diversos problemas. Esto es muy reflejado en las tablas y gráficos de caudales derivados a Chinecas, el cual capta mayor caudal a lo estipulado, debido a la mala regulación que realiza el operador, por darse a su criterio. A su vez el no contar con equipos para la medición de nivel de sedimentos provoca el excesivo acumulamiento de sedimentos, lo que produce la ruptura de anclajes de sus compuertas al momento de realizar el lavado de las cámaras sedimentadoras.

La información recogida y almacenada en el desarenador no es confiable, y no es dada en tiempo real, por no contar con equipos de medición y por el mal manejo del personal encargado.

2. Con la implementación de un sistema de monitoreo con aplicación de un software Scada y equipos de medición para el control, supervisión y almacenamiento de datos, se dará solución a los problemas suscitados que afectan el desempeño del desarenador. Con el estudio realizado a los Scada nos damos cuenta que es un sistema confiable y muy usado en los diferentes procesos de la industria y proyectos de irrigación, que nos permite desarrollar desde una programación básica hasta muy complejas. Esto se deduce al ahorro que se puede obtener al disminuir la ruptura de anclajes en un 100 % que se dan por exceso de sedimentos, a una buena regulación de su compuerta de caudal para distribución de caudales, evitando pérdidas de agua que son muy significativas anualmente y el procesamiento de información de los acontecimientos en tiempo real que nos permitirá el ahorro de costos operativos, como el tiempo de los operadores para realizar las mediciones y el transporte de información a los diferentes organismos del Proyecto Chavimochic.

3. La selección de equipos se desarrolló en comparación de dos marcas muy reconocidas en el mercado internacional de automatización (Siemens y



Allen Bradley de Rockwell). Se concluyó, que Siemens utiliza una tecnología universal con diferentes tipos de comunicación universal para el trabajo en conjunto con otros fabricantes y otras características relevantes para el desarrollo del proyecto. En la obtención de información se pudo denotar que los productos de Siemens son ya utilizados en diferentes estaciones del Proyecto Chavimochic, teniendo un trabajo eficiente y confiable a diferencia de los equipos Versa Max y otro que presentan problemas en su desempeño por lo que han sido retirados. Los equipos que han sido seleccionados, como son: Plc S7300, sensores de caudal, turbidez, nivel de sedimentos, y de corriente cuentan con certificaciones en el campo de la automatización y estándares eléctricos que son necesarios en el proyecto por ser una entidad pública.

4. En la elaboración de programas se concluyó que el software de Siemens nos permite interactuar con su sistema libremente de manera rápida, contando con diversas herramientas para la programación del Plc y Scada PCS 7, por el cual se visualiza todo el sistema de control de sus diversas compuertas que se tiene en el desarenador, mostrando los datos obtenidos por los equipos de medición. Se realizó una verificación por parte de personal calificado, dando gran confiabilidad al manejo de las variables que se desea instalar para una buena operación en el desarenador, mostrando una gran capacidad de reacción a los problemas que se dan en dicho lugar. Por ello se concluyó que el sistema brindado ha mostrado ser una solución adecuada para el buen manejo de compuertas en el desarenador.
5. En la proyección de los beneficios, nos muestra que el proyecto es rentable, con índices de recuperar lo invertido en un tiempo menor a 5 años en los cuales se ha tomado en cuenta el ahorro de S/. 53 530 que se da por la regulación de compuerta para el envío de caudales, la ruptura de anclajes, la recolección y almacenamiento de información en tiempo real que es muy importante para el control de los riegos, también se ha previsto gastos que se pueden producir anualmente por mantenimiento de software y equipos mostrando resultados favorables para su aplicación.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Para realizar alguna variación tanto de equipos como de programación en la automatización del desarenador, deberá llevarse a cabo por personal capacitado.
2. Al realizar la incorporación de otros dispositivos se debe solicitar la información de las características de los equipos ya instalados, y no tener problemas de conexión o configuración.
3. Realizar una tabla de medidas del encoder instalado para la regulación de la compuerta de caudal en su apertura y cierre.
4. El cableado de la comunicación de los equipos instalados se dará a través de tuberías que no contengan circuitos de fuerza u otro tipo, evitando daños en la información.
5. En la instalación de los equipos se debe llevar a cabo la construcción de un pozo a tierra únicamente para el sistema instalado, muy a parte de los circuitos de fuerza u otro tipo que se tenga en el desarenador.
6. Colocar paletas de medida a la salida del desarenador donde no exista flujo turbulento y protector del vástago de la compuerta de caudal con las medidas establecidas una vez realizada la automatización.

## VII. REFERENCIAS

### BIBLIOGRAFÍA:

1. AUTORIDAD Nacional del Agua. Desarenador. *En su: manual: criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos*. Lima: autoridad nacional del agua, 2010. pp. 356
2. BRONSON, Gary. C++ para ingenierías y ciencia. 2ª ed. México: Cengage Learning Editores, 2007. 864 pp.  
ISBN-10: 970686590X / ISBN-13: 9789706865908
3. CARE Internacional - Avina, Aquilino. Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 5. Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable. Ecuador, 2009. 125 pp.
4. CARRILLO, Erika y CEDEÑO, Pedro. Implementación de un sistema Scada para el control del proceso de retrolavado en la EMMAAP-Q, planta – El Placer. Tesis (Título de Ingeniero en Electrónica y Control). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2010. pp. 101.
5. COMISIÓN nacional de agua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007. 242 pp. ISBN: 978-968-817-880-5
6. DANERI, Pablo. Automatización y Control Industrial. 1ª ed. Buenos Aires: Hispano American, 2008. 183 pp. ISBN: 978-950-528-296-8
7. EBEL, [et al.]. Fundamentos de la técnica de automatización. 1ª ed. Alemania: Festo Didactic, 2008. 105 pp. Disponible en:  
[https://lehrerfortbildung\\_bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](https://lehrerfortbildung_bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)
8. GARCIA, Francisco. Modelo de transporte de sedimentos de carga de fondo en cauces. vol.7 Bolivia: 2009, 11 pp. ISSN 1991-6469.
9. GAVILÁNEZ, Marcelo. Sistema de Control y Supervisión de las Compuertas del Vertedero 1 de la Represa Agoyán por medio de un Panel HMI Local. Tesis (Título de Ingeniero en Electrónica y Computación). Ecuador: Escuela superior politécnica del Chimborazo, 2011. pp. 173.
10. LEYVA, Yelvin. Desarrollo de un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de regantes de Guarango Pampa - Utcubamba – Amazonas – Perú. Revista ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. Vol. 1

[en línea]. Diciembre 2014, n° 2 [fecha de consulta: 24 de febrero de 2016].

Disponible en:

<http://servicios.uss.edu.pe/ojs/index.php/ING/article/view/118/203>

ISSN: 2313 -1926

11. MANDADO, Enrique, [et al.]. AUTOMATAS Programables y Sistemas de Automatización [en línea]. Barcelona: Marcombo, 2009 [fecha de consulta: 23 de febrero de 2016].

Disponible en: [https://es.scribd.com/doc/227383815/Automatas-](https://es.scribd.com/doc/227383815/Automatas-Programables-y-Sistemas-de-Automatizacion-Parte-1#scribd)

[y-Sistemas-de-Automatizacion-Parte-1#scribd](https://es.scribd.com/doc/227383815/Automatas-Programables-y-Sistemas-de-Automatizacion-Parte-1#scribd)

ISBN: 978-84267-1575-3

12. MARTORANA, Julia y CORTÍNEZ, Víctor. Control de niveles de agua en canales de riego [en línea] actualizada: 06 de noviembre 2012: [fecha de consulta: 14 marzo 2012]

Disponible en:

<http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/4079/4005>

13. MENDIBURU, Henry. Instrumentación Virtual Industrial. Perú: impreso en Perú, 2007. 180 pp. Partida Registral N° 00768-2006

14. MINISTERIO de Agricultura Autoridad Nacional del Agua. Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales: Obras de Control y Medición de Agua por Bloques de Riego en el Valle Chancay Huaral. Peru, 2010 pp. 79.

15. MINISTERIO de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua. Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales: Obras de Control y Medición de Agua por Bloques de Riego en el Valle Virú. Perú, 2010 p. 71.

16. OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. 5ª ed. España: PEARSON EDUCACIÓN, 2010. 894 pp. ISBN: 978-84-8322-660-5

17. OROZCO, Álvaro, GUARNIZO, Cristian y HOLGUIN, Mauricio. Automatismos industriales. Colombia: Universidad tecnológica de Pereyra, 2008. 230 pp.

ISBN: 978-958-8272-99-3

18. PRIETO, Daniel y ANGELLA, Gabriel. Efecto del riego sobre la capa freática, Argentina [en línea] actualizada: 06 de octubre 2014: [fecha de consulta: 18 febrero 2016]. 11 pp.

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/228713700>

19. PUBLICACION BANCO Mundial. El futuro del riego en el PERU. [en línea] actualizada: 2013[fecha de consulta: 18 febrero 2016]. pp. 51.

Disponible en:

[http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cfuturo\\_riego\\_peru.pdf](http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cfuturo_riego_peru.pdf)

20. REVISTA peruana Geo – Atmosférica [en línea]. Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2011 [fecha de consulta: 5 de abril de 2016]. 25 – 37.

Disponible en: [http://www.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2011\\_vol03/art2.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2011_vol03/art2.pdf) y en [www.senamhi.gob.pe/rpga](http://www.senamhi.gob.pe/rpga)

ISSN: 2078-1199

21. RODRIGUEZ, Aquilino. Sistemas Scada. 2ª ed. Barcelona: marcombo, 2007. 448 pp. ISBN: 978-84-267-1450-3

22. SANZ, José. Instalaciones eléctricas, soluciones a problemas de baja y media tensión. 3ª ed. Madrid: ediciones paraninfo, S.A, 2009. 2.74 pp.

ISBN: 978-84-283-3197-5

23. SANCHIS, Roberto, ROMERO, Julio y ARIÑO, Carlos. Automatización Industrial. 1ª ed. España: Publicacions de la Universitat Jaume I, 2010. 257 pp. ISBN: 978-84-693-0994-0

24. ZETINA, Gilberto. Congreso Nacional de Hidráulica Puerto Vallarta. Criterio de diseño de desarenadores en obras de generación eléctrica. México: Comisión Federal de Electricidad 2014, pp. 8.

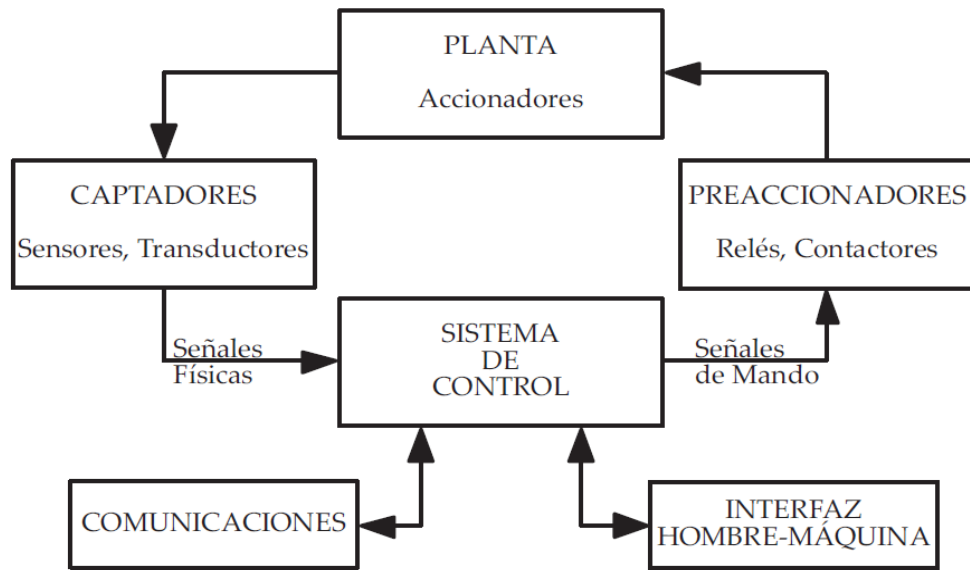
Disponible en.

[http://amh.org.mx/documentos/congreso/Memorias%20del%20XXIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Hidraulica/Tema%201\\_Obras%20Hidraulicas%20e%20Infraestructura/t1\\_art\\_zdg1.pdf](http://amh.org.mx/documentos/congreso/Memorias%20del%20XXIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Hidraulica/Tema%201_Obras%20Hidraulicas%20e%20Infraestructura/t1_art_zdg1.pdf)

## ANEXO 01: TEORIAS RELACIONADAS

Diagrama 02

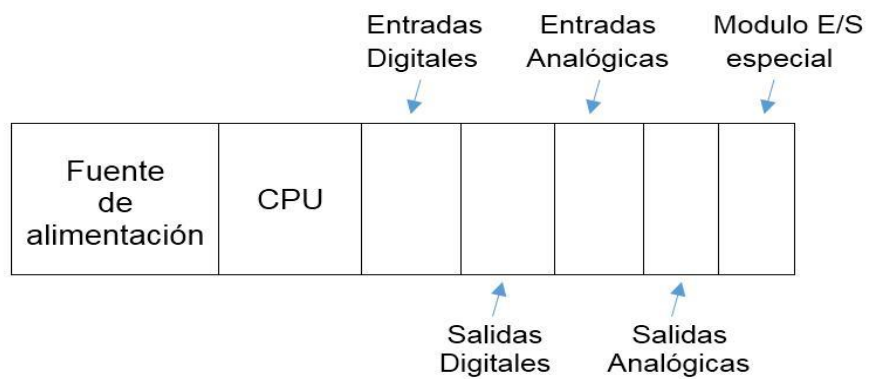
Recuperado de Libro – Automatismos Industriales (2008)



Modelo de sistema de control

Figura 01

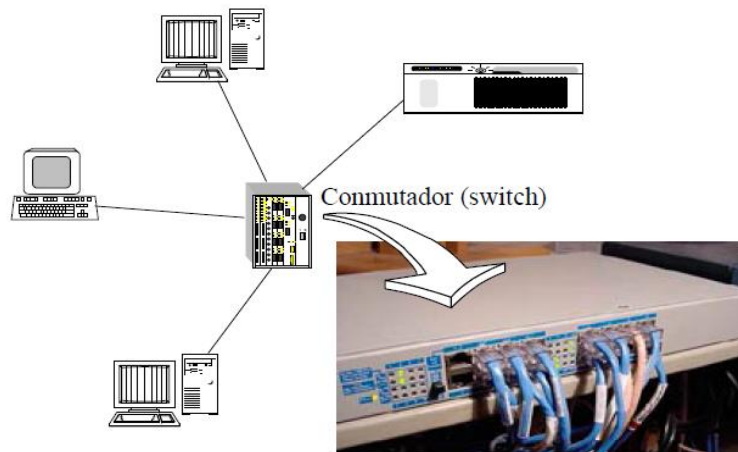
Recuperado de Libro – Automatización Industrial (2010)



Elementos constitutivos de un autómata modular.

Figura 02

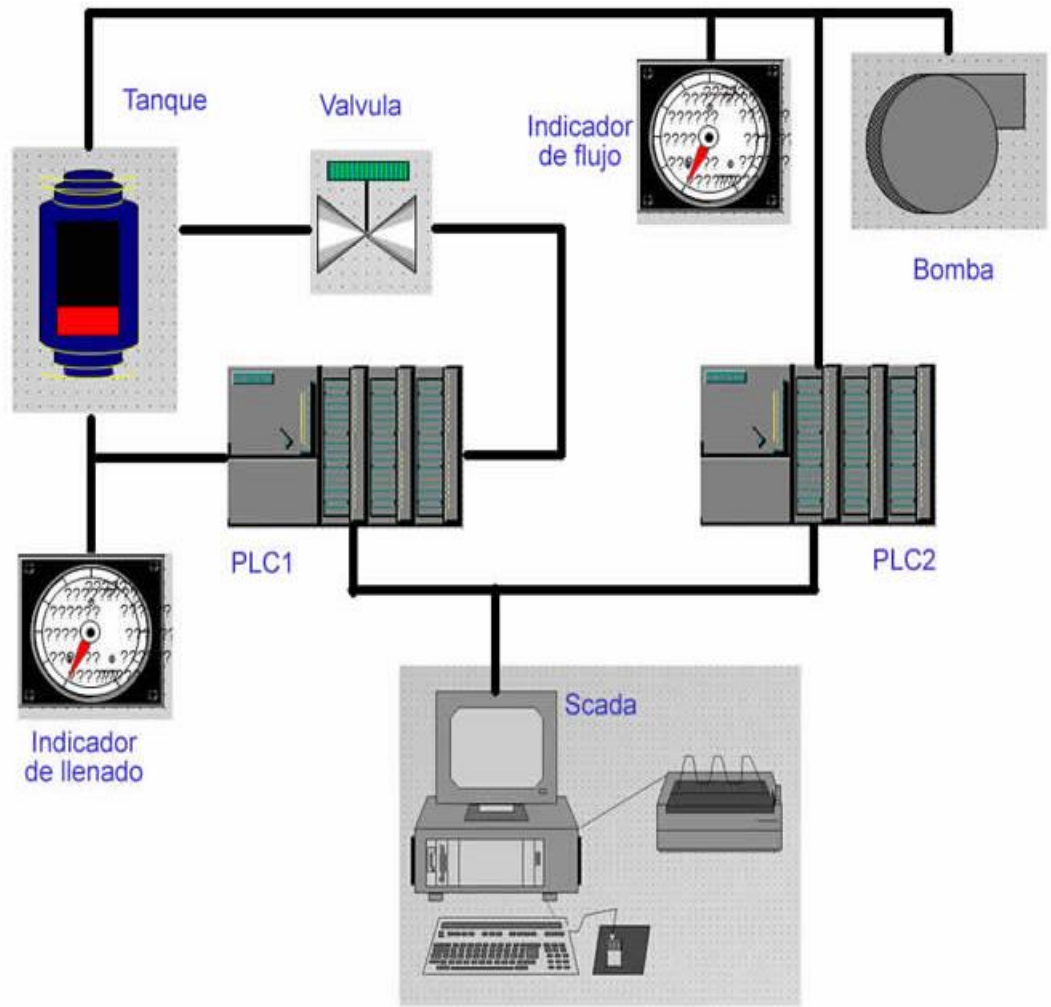
Recuperado de Libro de automatización industrial (2010)



Red ethernet con conmutador

Recuperado de:  
<http://www.adformacion.com/cursos/scadawin/leccion1/tutorial1.html>

Figura 03



Elementos Hardware de un sistema Scada

Figura 04

Recuperado de  
PLC, Automatización y  
control industrial (2008)



Detector ultrasónico Siemens

## ANEXO 02: Diagnostico de la distribución de agua y sedimentos.

### Observación técnica

#### ✓ Ubicación del “Desarenador – Proyecto Chavimochic

se encuentra ubicado entre las proyecciones del km 4+181 y km 4+404 del canal de derivación. Creada en el año 1990 con la construcción de la primera etapa, en dicha estación se realiza la mayor concentración posible de sedimentos y evacuación de las mismas, el control de caudal enviado al P. Chinecas y a sus respectivas estaciones, además recolectar la información.

Figura 05



Ubicación del desarenador

#### ✓ Características del desarenador

La estación desarenador se encuentra formada por 7 cámaras de sedimentación rectangulares de 9.00 m de ancho cada una y una longitud de 115 m permitirá la decantación del sedimento fino con partículas  $\geq 0,15$  mm, teniendo cada cámara un desagüe que se encuentra en el fondo teniendo una compuerta para su expulsión de sedimentos al Río Santa, la velocidad en los estanques será  $\leq 0,25$  m/s, este sistema cuenta con una pendiente de 2% para los primeros 100 m y de 5 % para los últimos 15 m para una mejor evacuación de sedimentos. La compuerta que regula el caudal se encuentra en la entrada del desarenador y está constituido



por un túnel que conecta aguas más abajo con el río Santa. Las compuertas son de tipo plana y son operadas eléctricamente con motores trifásicos y tableros de control, desde el puente de maniobras ubicadas sobre la sección superior.

Tabla 06

© Elaboración propia (2016)

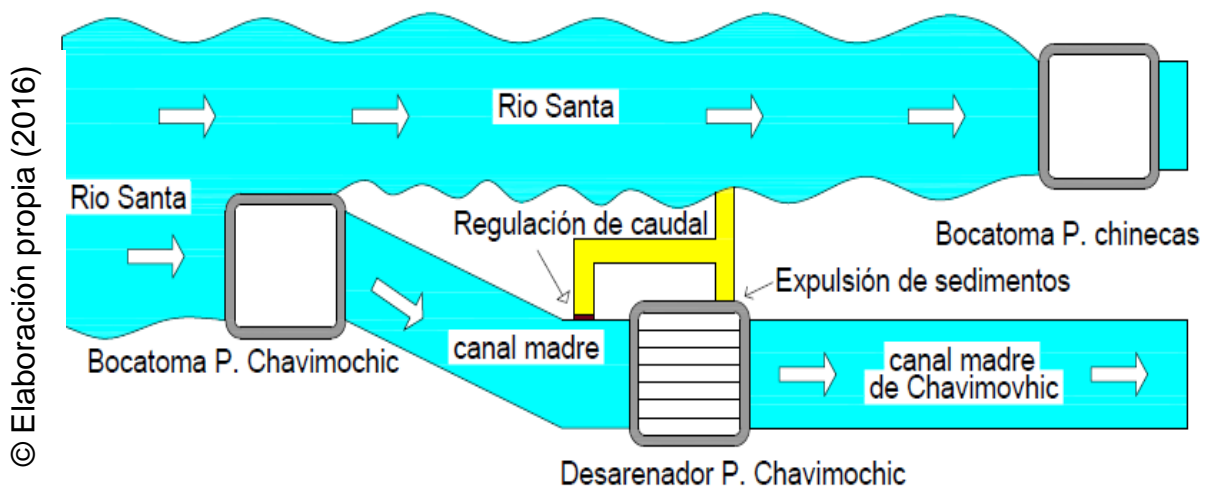
Número de cámaras de sedimentación	7
Compuertas de sedimentación	7
Concentración de sedimentos ingreso	20 g/l
Concentración de sedimentos salida	5,6 g/l
Diámetro a sedimentar	0,15 mm
Compuerta de caudal	1
Caudal de diseño entrada	90 m <sup>3</sup> /s
Caudal de diseño salida	82 m <sup>3</sup> /s
Dimensiones de las cámara rectangular de sedimentos	115 x 9 m x 12
Dimensiones compuerta de sedimentos	2 x 2 m
Dimensiones compuerta de caudal	3 x 1,5 m
Velocidad de flujo	≤ 0,25 m/s

Características del desarenador

✓ **Proyecto Chavimochic – Proyecto Chinecas**

El proyecto Chinecas con el proyecto Chavimochic comparten las aguas del río Santa, siendo Chavimochic el que capta inicialmente por encontrarse su bocatoma aguas más arriba, transportándola por su canal madre al desarenador que tiene una compuerta que regula el caudal según las necesidades de P. Chinecas, que reclama 23 m<sup>3</sup>/s por nacer el río Santa en sus lagunas, dejando lo restante al P. Chavimochic, a su vez se realiza la decantación de sedimentos captados. Dicha estación no cuenta con instrumentos de medición tanto de caudal, sedimentos e instrumentos de posición de su compuerta de caudal pernotando pérdidas de agua.

Figura 06



© Elaboración propia (2016)

Proceso de captación de las aguas del río Santa

✓ **Características del sistema eléctrico existente**

El desarenador cuenta con un suministro eléctrico de 380 V (3 fases) + Neutro que es proporcionado por la micro central Hidroeléctrica del Proyecto Chavimochic que se ubica aguas más abajo del desarenador con una producción de 360 kW de energía, a su vez se cuenta con el respaldo de un grupo de electrógenos de 15 kW de la marca MWM.

El sistema eléctrico está dado por los siguientes equipos los cuales han sido renovados tratando de mejorar el control con el que se cuenta.

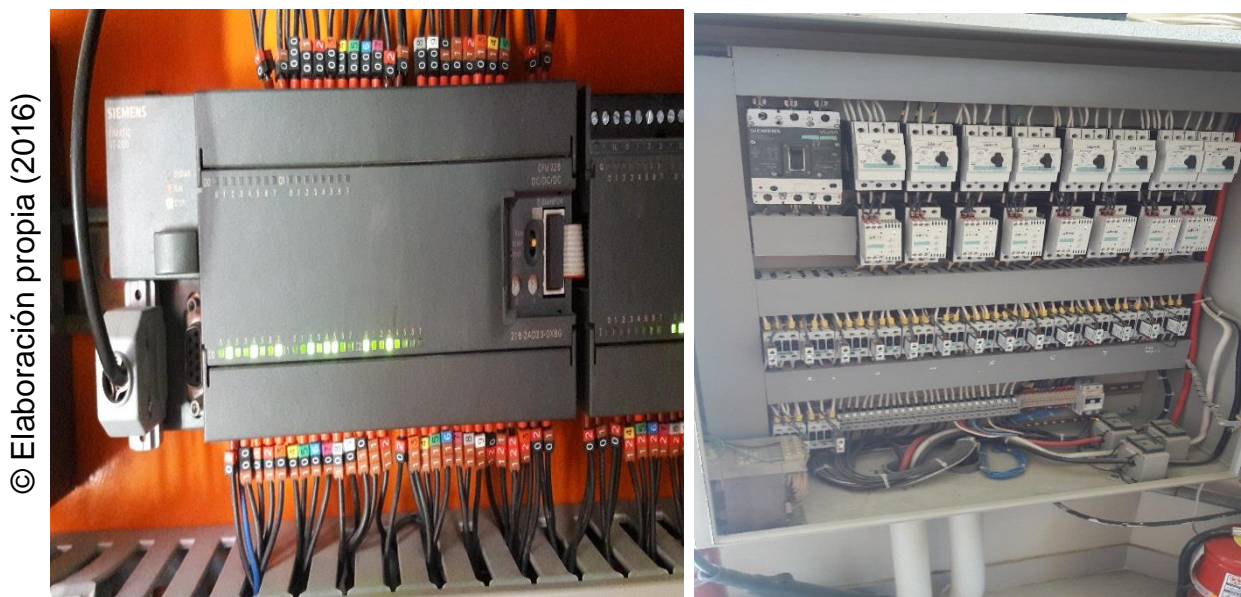
Tabla 07

© Elaboración propia (2016)

Equipos	Características	Código
Disyuntor trifásico	In: 200 A / 3 Polos / 415 Vac	Siemens VL 250
Plc	220 Vac - Amp: 3 – E/S (A-D)	S7-200
Guardamotor	In:32 A /400Vac / 15 kW	3RV1031-4EA10
Arrancador suave	In:21 A /400Vac / 11 kW	3RW30261AB-4
Sensor inductivo	24 Vdc	PRL30-10DN
Contactador	In:25 A /400Vac / 11kW	3RT1036-36P00
Relés	24 Vdc	-----
Motor trifásico	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tensión: 380/220 v</li> <li>✓ Potencia: 5 520 w</li> <li>✓ Factor de potencia: 0,83</li> <li>✓ Factor de simultaneidad: 1,15</li> <li>✓ Rpm: 880</li> </ul>	WEG

Equipos utilizados en el desarenador

Imagen 01



Equipos utilizados actualmente en el desarenador

Figura 07

© Catálogo Siemens

Tensión nominal operativa $U_e$	40°C temperatura ambiente					50°C temperatura ambiente					N° de pedido	
	Corriente nominal operativa $I_e$	Potencia nominal de motores trifásicos en tensión nominal operativa $U_e$				Corriente nominal operativa $I_e$	Potencia nominal de motores trifásicos en tensión nominal operativa $U_e$					
V	A	115 V kW	230 V kW	400 V kW	500 V kW	A	115 V HP	200 V HP	230 V HP	460 V HP	575 V HP	
Arranadores suaves para aplicaciones de arranque simples y alta frecuencia de conmutación <sup>1)</sup>												
200 ... 400	3	-	0.55	1.1	-	2.6	-	0.5	0.5	-	-	3RW30 03-□CB54
Número de pedido para el complemento según tipo de conexión											↑	
											Bornes de tornillo 1	
											Bornes de resorte 2	
Arranadores suaves para motores de inducción trifásicos												
200 ... 460	6	-	1.5	3	-	4.8	-	1	1	3	-	3RW30 14-1CB□4
	9	-	2.2	4	-	7.8	-	2	2	5	-	3RW30 16-1CB□4
	12.5	-	3	5.5	-	11	-	3	3	7.5	-	3RW30 24-1AB□4
	16	-	4	7.5	-	14	-	3	3	10	-	3RW30 25-1AB□4
	25	-	5.5	11	-	21	-	5	5	15	-	3RW30 26-1AB□4

Intensidad asignada	Adecuados para motores trifásicos <sup>1)</sup> con P	Rango de regulación Disparadores térmicos de sobrecarga	Disparadores por sobreintensidad sin retardo	Potencia de corte con cortocircuito a 400 V AC	PE	Bornes de tornillo
$I_n$		$\square$	$I >$	$I_{cu}$		Referencia
A	kW	A	A	kA		
16	7,5	11 ... 16	208	50	▶	3RV10 31-4AA 10
20	7,5	14 ... 20	260	50	▶	3RV10 31-4BA 10
25	11	18 ... 25	325	50	▶	3RV10 31-4DA 10
32	15	22 ... 32	416	50	▶	3RV10 31-4EA 10
40	18,5	28 ... 40	520	50	▶	3RV10 31-4FA 10
45	22	36 ... 45	585	50	▶	3RV10 31-4GA 10
50	22	40 ... 50	650	50	▶	3RV10 31-4HA 10

Arranador y guardamotor Siemens

✓ Distancias de control y características del canal y en el desarenado

Tabla 08

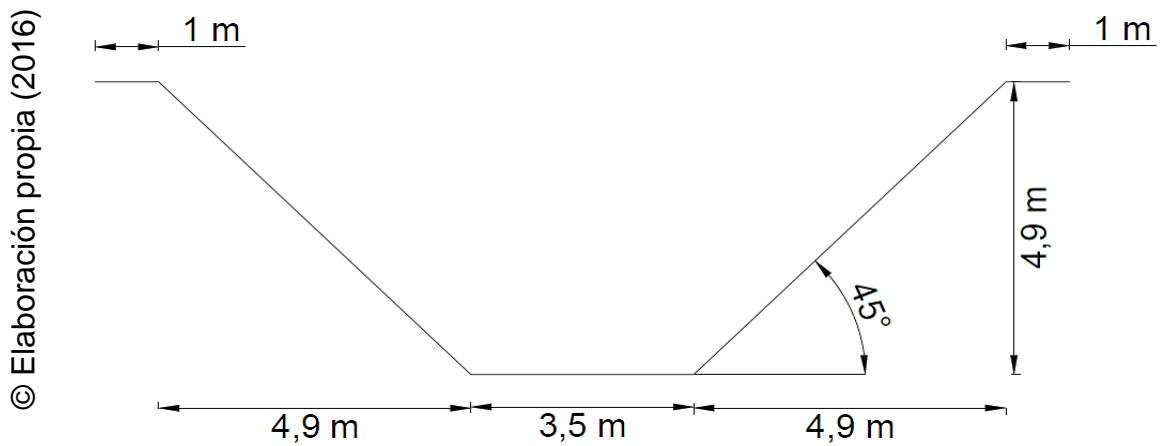
© Elaboración propia (2016)	Compuertas del desarenador	Caseta de control
	Compuerta 01	25 m
	Compuerta 02	35 m
	Compuerta 03	45 m
	Compuerta 04	55 m
	Compuerta 05	65 m
	Compuerta 06	75 m
	Compuerta 07	85 m
	Compuerta caudal	236 m

Distancias de compuertas y equipos a utilizar

En el transcurso de su recorrido de captación y derivación el Proyecto Chavimochic el desarenador está conectado a su entrada y salida con un canal trapezoidal.

Desarenador	Longitud	Diámetro	Caudal	Pendiente	Talud	Tirante	Velocidad
C. trapezoidal	1096	3,5x4,9	82 m <sup>3</sup> /s	0,00045	1	4,24	2,5 m/s

Figura 08



- **Comunicación**

La comunicación en el Proyecto Chavimochic está establecida vía radio con antenas que son de los siguientes tipos:

MOTOROLA PTP 100 con un rango de 56 km

RADWIN con un rango 80 – 90 km

E ROCKE MS con un rango de 70 km

En el desarenador cuenta con una antena Motorola PTP 100, para la comunicación de puentes de ethernet inalámbricos punto a punto. Cuenta con 4 bandas de frecuencia 2.4, 5.2, 5.4, y 5.8 Ghz. Toda esta comunicación está protegida con licencias basadas en claves que ayuda a tener un enlace cerrado, protegiendo de agentes externos que puedan interferir en sus enlaces.

Figura 09

<http://www.sicom.com.uy/pr oductos/redesinalambricas/p untoapunto/ptp100>

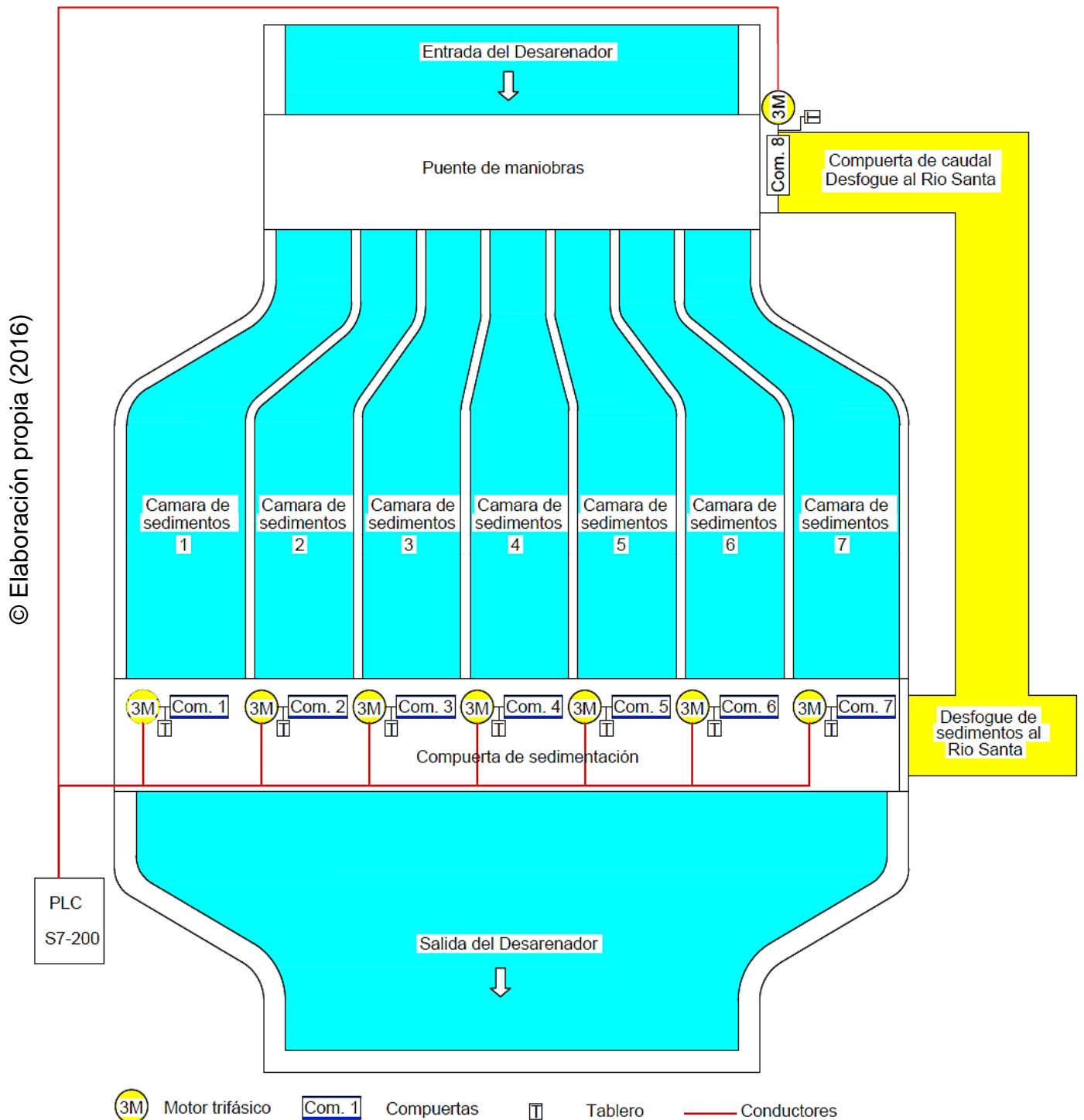


Antena Motorola PTP 100

✓ **Sistema utilizado en el control de sus compuertas**

El manejo de sus compuertas es realizado con motores trifásicos para sus diferentes compuertas que son controladas con un Plc S7-200, que son accionadas por el operador por medio de sus tableros instalados en el puente de maniobras.

Figura 10



Sistema actual utilizado para el control de compuerta

Imagen 02



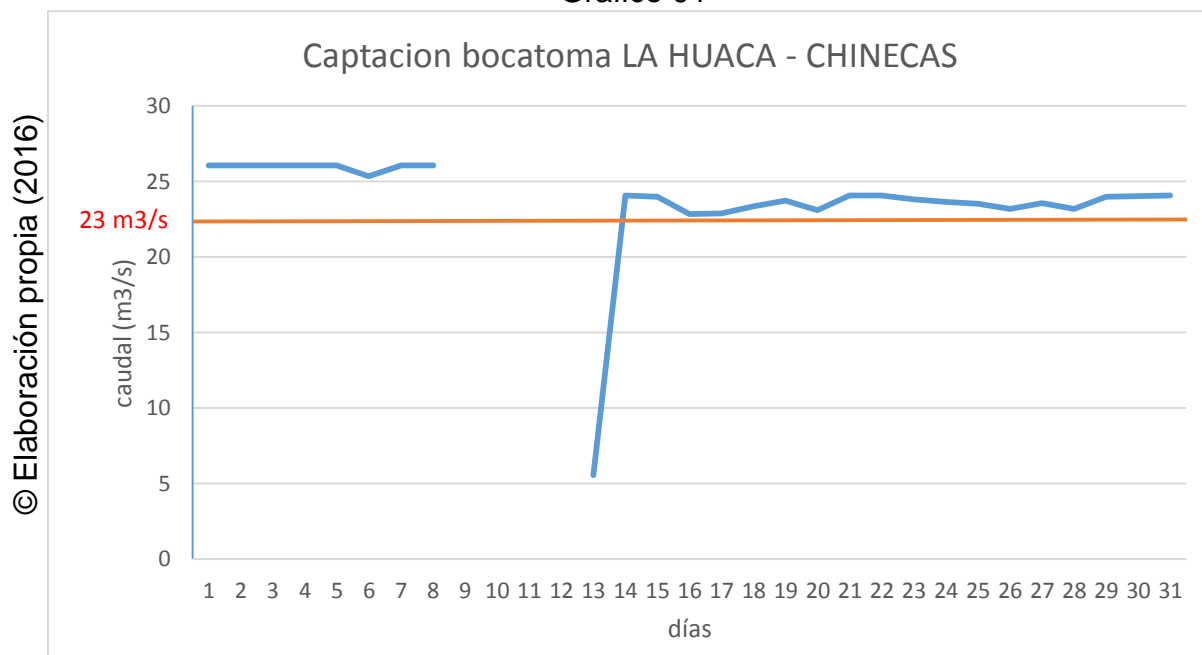
© Elaboración propia (2016)

Medición de caudales, registro y ruptura de anclajes que se dan en el desarenador

### Análisis de documentos

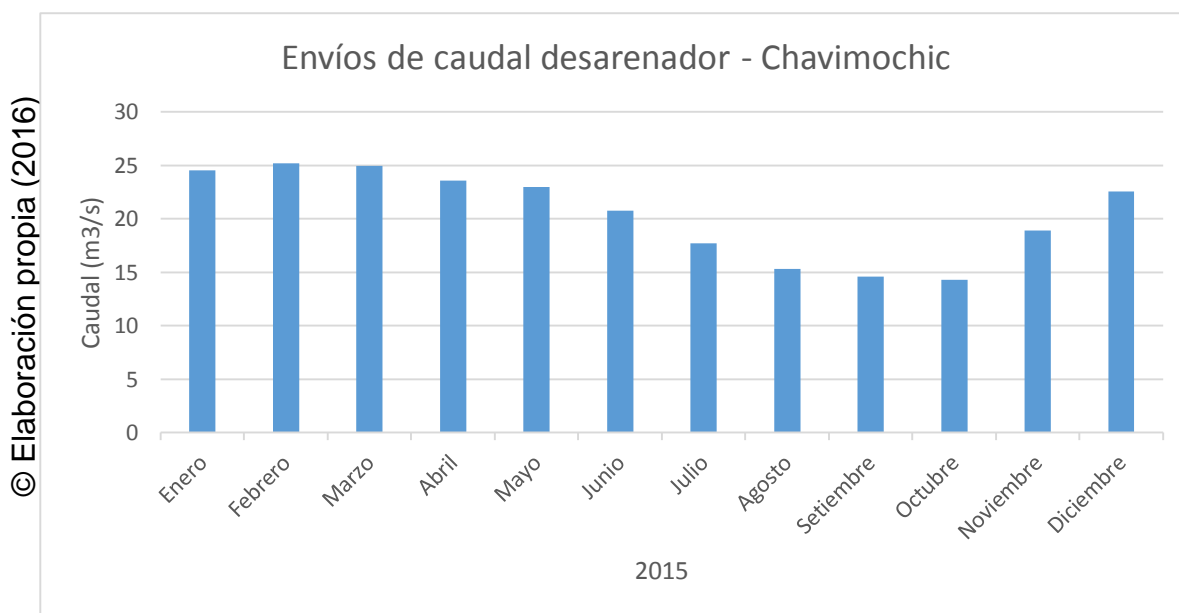
✓ Con la obtención de las tablas de medición de caudales por parte del Proyecto Chinecas y Chavimochic realizamos una comparación, con el cual es notable la captación de más agua por parte de Chinecas, por la mala manipulación de la compuerta de caudal realizada en el desarenador. Asu vez esto afectara mucho más en tiempo de estiaje que se dan en el mes de julio hasta octubre dándose perdidas muy significativas.

Grafico 01



Interpretación de las fichas de caudales captados por CHINECAS

Gráfico 02



Tiempo de estiaje (Julio – Octubre)



Tabla 09  
**BOCATOMA LA HUACA**  
**VALORES DE OPERACIÓN DIARIO MENSUAL**

**MAYO 2016**

DIA	CAUDAL (m³/s)				VOLUMEN (m³)				Q. INSTANTANEO	
	APORTADO RIO SANTA	CAPTACION BOCATOMA	CD HUACA NEPEÑA	SALIDA RIO SANTA	APORTADO RIO SANTA	CAPTACION BOCATOMA	CD HUACA NEPEÑA	SALIDA RIO SANTA	MAXIMOS	MINIMOS
1,00	100,53	26,07	21,07	79,46	8 685 878,40	2 252 707,20	1 820 707,20	6 865 171,20	114,07	85,07
2,00	86,91	26,07	21,07	65,83	7 508 678,40	2 252 707,20	1 820 707,20	5 687 971,20	112,07	64,07
3,00	80,82	26,07	21,07	59,75	6 983 107,20	2 252 707,20	1 820 707,20	5 162 400,00	107,07	51,07
4,00	79,12	26,07	21,07	58,04	6 835 536,00	2 252 707,20	1 820 707,20	5 014 828,80	103,07	42,07
5,00	74,12	26,07	21,07	53,04	6 403 536,00	2 252 707,20	1 820 707,20	4 582 828,80	99,07	49,07
6,00	74,79	25,37	20,37	54,42	6 461 683,20	2 192 076,00	1 760 054,40	4 701 628,80	121,07	22,92
7,00	69,03	26,07	21,07	47,96	5 964 278,40	2 252 707,20	1 820 707,20	4 143 571,20	95,07	38,07
8,00	80,78	26,07	21,07	59,71	6 979 478,40	2 252 707,20	1 820 707,20	5 158 771,20	106,07	66,07
9,00	64,63	0,00	0,00	64,63	5 583 600,00	0,00	0,00	5 583 600,00	80,00	39,00
10,00	60,75	0,00	0,00	60,75	5 248 800,00	0,00	0,00	5 248 800,00	87,00	38,00
11,00	53,04	0,00	0,00	53,04	4 582 828,80	0,00	0,00	4 582 828,80	74,00	40,00
12,00	69,96	0,00	0,00	69,96	6 044 371,20	0,00	0,00	6 044 371,20	86,00	61,00
13,00	62,06	5,56	4,81	57,25	5 361 724,80	480 096,00	415 324,80	4 946 400,00	86,00	50,00
14,00	52,12	24,07	21,07	31,04	4 502 736,00	2 079 907,20	1 820 707,20	2 682 028,80	76,07	28,07
15,00	57,67	24,01	21,01	36,67	4 982 860,80	2 074 089,60	1 814 918,40	3 167 942,40	86,07	26,19
16,00	40,50	22,87	19,87	20,63	3 499 027,20	1 976 256,00	1 717 027,20	1 782 000,00	68,07	21,66
17,00	47,58	22,91	19,91	27,67	4 110 566,40	1 979 384,40	1 720 224,00	2 390 342,40	92,07	22,32
18,00	51,64	23,34	20,34	31,29	4 461 350,40	2 016 950,40	1 757 721,60	2 703 628,80	78,07	22,18
19,00	53,78	23,74	20,74	33,04	4 646 851,20	2 051 254,80	1 792 022,40	2 854 828,80	88,07	24,49
20,00	48,67	23,09	20,09	28,58	4 205 260,80	1 994 864,40	1 735 689,60	2 469 571,20	92,07	21,85
21,00	53,20	24,07	21,07	32,13	4 596 307,20	2 079 907,20	1 820 707,20	2 775 600,00	85,07	28,07
22,00	50,91	24,07	21,07	29,83	4 398 278,40	2 079 907,20	1 820 707,20	2 577 571,20	82,07	30,07
23,00	44,87	23,82	20,82	24,04	3 876 336,00	2 058 314,40	1 799 107,20	2 077 228,80	71,07	24,89
24,00	48,62	23,66	20,66	27,96	4 200 681,60	2 044 263,60	1 785 024,00	2 415 657,60	83,07	24,77
25,00	49,41	23,54	20,54	28,88	4 269 369,60	2 033 784,00	1 774 569,60	2 494 800,00	83,07	24,49
26,00	43,59	23,21	20,21	23,38	3 766 003,20	2 005 596,00	1 746 403,20	2 019 600,00	86,07	25,61
27,00	42,86	23,57	20,57	22,29	3 703 190,40	2 036 383,20	1 777 161,60	1 926 028,80	89,07	22,91
28,00	40,75	23,21	20,21	20,54	3 520 540,80	2 004 951,60	1 745 712,00	1 774 828,80	64,07	23,21
29,00	45,91	23,99	20,99	24,92	3 966 710,40	2 073 092,40	1 813 881,60	2 152 828,80	76,07	25,18
30,00	38,22	24,05	21,05	17,17	3 301 776,00	2 077 783,20	1 818 547,20	1 483 228,80	49,07	26,63
31,00	35,45	24,07	21,07	14,38	3 062 707,20	2 079 907,20	1 820 707,20	1 242 000,00	51,07	27,07
<b>PROMEDIO</b>	<b>58,14</b>	<b>20,60</b>	<b>17,55</b>	<b>40,59</b>	<b>5 023 034,01</b>	<b>1 780 249,01</b>	<b>1 516 166,71</b>	<b>3 506 867,30</b>	<b>Maximo</b>	<b>Minimo</b>
<b>VOLUMEN en m³</b>					<b>155 714 054,40</b>	<b>55 187 719,20</b>	<b>47 001 168,00</b>	<b>108 712 886,40</b>	<b>121,07</b>	<b>21,66</b>
<b>VOLUMEN en MMC</b>					<b>155,71</b>	<b>55,19</b>	<b>47,00</b>	<b>108,71</b>	<b>Día 06</b>	<b>Día 16</b>
<b>PORCENTAJE</b>					<b>1,00</b>	<b>-</b>	<b>0,30</b>	<b>0,70</b>	<b>08:00 hrs</b>	<b>14:00 hrs</b>
<b>MAXIMO</b>	<b>100,53</b>	<b>26,07</b>	<b>21,07</b>	<b>79,46</b>	<b>8 685 878,40</b>	<b>2 252 707,20</b>	<b>1 820 707,20</b>	<b>6 865 171,20</b>	<b>EPOCA AVENIDA</b>	
<b>MINIMO A PER</b>	<b>35,45</b>	<b>23,00</b>	<b>0,00</b>	<b>14,38</b>	<b>3 062 707,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1 242 000,00</b>		

Ficha de captación bocatoma Proyecto Chincas

www.pecinecas.gob.pe (2016)



Tabla 10



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"  
 PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
 GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 OPERACION Y RECURSOS HIDRICOS

**REGISTRO DE CAUDALES DERIVADOS DESDE DESARENADOR  
 CUADRO CAUDALES - 2015**

DIA	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	21,46	22,0	24,0	24,3	24,0	22,0	19,7	16,0	15,0	14,5	16,0	22,0
2	25,29	22,0	24,4	24,0	24,0	22,0	18,0	15,6	15,4	15,0	16,8	23,6
3	26,00	23,5	26,0	24,0	22,9	21,0	19,0	15,3	14,9	15,0	16,9	24,0
4	23,92	25,0	26,0	24,0	22,0	23,0	19,0	15,6	14,8	15,0	16,8	25,0
5	23,08	25,5	26,8	22,3	24,0	22,0	17,0	17,0	14,7	14,5	15,0	25,0
6	25,00	25,5	27,5	22,25	24	23,4	18,0	15	14,9	14,6	17	23
7	25,00	25,5	27,5	24,0	24,0	23,2	18,9	15,4	15,0	14,6	17,9	10,8
8	25,75	22,3	22,5	24,0	24,0	22,1	19,0	16,3	15,0	15,0	17,6	24,3
9	25,38	22,2	22,6	24,0	24,0	22,2	18,0	14,4	14,0	15,0	17,9	24,5
10	23,63	26,0	22,4	24,0	22,2	23,0	18,0	15,6	14,0	14,5	18,0	24,6
11	20,38	26,0	25,21	24,6	22,0	21,0	18,1	16,8	14,0	14,0	18,3	24,4
12	21,88	26,0	25,7	22,3	21,9	21,0	18,2	14,0	14,5	14,0	18,4	24,1
13	25,75	26,0	26,0	22,0	22,8	21,3	19,0	14,0	13,9	14,0	18,2	20,7
14	26,00	25,3	26,0	24,0	24,0	22,0	18,9	14,5	14,0	13,9	18,3	13,9
15	26,00	23,8	25,0	24,0	24,0	21,0	18,9	15,5	14,0	13,9	17,9	24,2
16	26,00	22,8	24,0	24,0	24,0	21,0	18,9	15,3	13,7	14,8	18,0	24,6
17	25,75	26,0	25,0	24,0	22,0	21,0	19,9	16,4	14,2	14,5	18,9	25,0
18	15,42	26,0	25,9	24,0	21,1	21,0	19,2	14,9	15,0	14,5	19,0	25,0
19	23,33	27,0	26,0	22,3	24,0	21,0	17,7	16,0	16,0	14,4	22,6	24,9
20	26,00	27,0	26,0	22,0	24,0	20,8	17,3	15,0	14,0	14,6	22,7	21,7
21	26,00	26,1	26,0	23,1	24,0	18,0	18,0	15,0	15,0	14,4	22,0	11,9
22	26,00	24,4	23,4	24,0	24,0	17,8	17,8	14,5	15,0	13,0	21,1	23,9
23	26,00	22,4	23,7	24,0	24,0	19,4	17,3	14,9	15,1	13,5	12,4	24,4
24	25,79	27,6	26,3	24,0	22,0	20,0	17,0	15,0	14,2	13,5	20,7	20,2
25	24,00	28,4	25,8	24,0	21,0	20,0	18,0	14,9	14,5	13,5	20,9	20,8
26	24,08	25,9	25,4	22,3	23,8	20,0	15,0	15,0	14,5	13,7	23,0	23,6
27	26,21	27,0	25,0	22,0	22,4	19,9	14,0	15,0	13,9	14,5	23,2	22,5
28	26,04	27,8	25,1	24,5	23,4	16,9	15,0	15,1	15,0	14,7	22,9	29,6
29	25,75		22,3	25,3	21,0	16,9	15,6	15,4	14,5	13,0	23,0	22,1
30	25,00		22,5	24,4	21,0	20,0	16,0	15,6	14,5	14,5	15,9	23,5
31	24,46		24,0		20,9		14,9	15,0		14,8		21,6
<b>TOTAL</b>	24,53	25,2	25,0	23,6	23,0	21	17,7	15,3	14,6	14,3	18,9	22,6

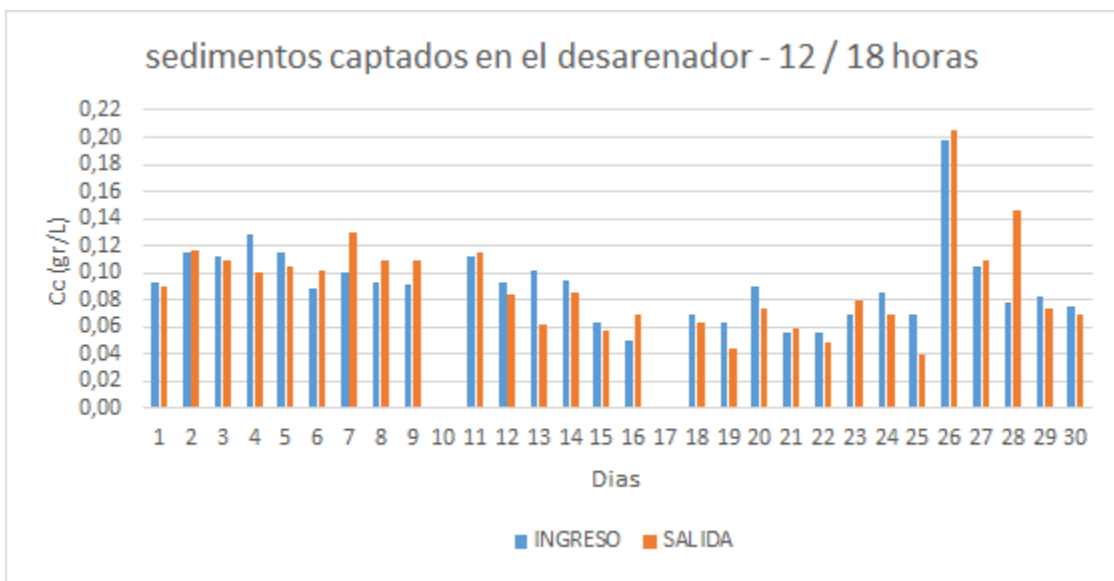
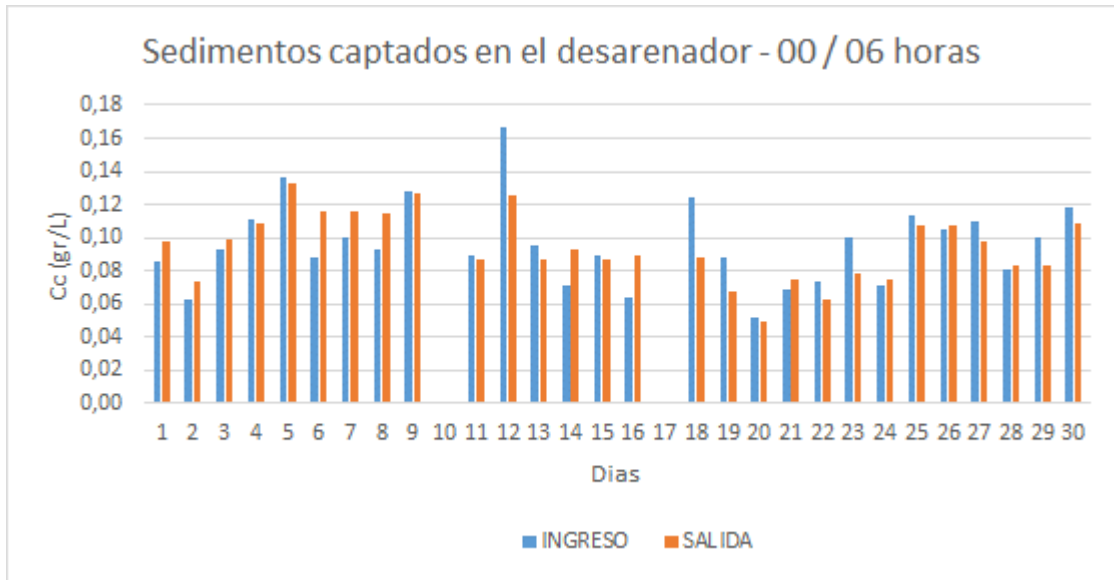
Caudales derivados del desarenador

© Proyecto Chavimochic (2015)

✓ En la toma de muestras para la medición de sedimentos que proviene del Rio Santa no es dable que en la entrada presente menos concentración de sedimentos que en la salida, notándose márgenes de errores por malas prácticas de los operadores que no realizan un buen trabajo.

Grafico 03

© Elaboración propia (2016)



Muestras de sedimentos tomadas en la entrada y salida del desarenador

Tabla 11



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"  
 PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
 GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 OPERACION Y RECURSOS HIDRICOS

Mes: junio

Año: 2016

DESCARGAS Y CONCENTRACIONES DE SOLIDOS EN SUSPENSION  
 ESTACIONES SEDIMENTOLOGICAS DEL PROYECTO CHAVIMOCHIC

DIA	INGRESO DESARENADOR				SALIDA DEL DESARENADOR							
	06 HORAS		18 HORAS		00 Horas		06 Horas		12 Horas		18 horas	
	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)
1	32,8	0,0854	36,7	0,0923	29	0,0808	29	0,0978	17,4	0,0816	33	0,09
2	35,4	0,0632	36,7	0,1143	27	0,0692	27	0,0738	21	0,1015	30	0,1172
3	35,4	0,0932	36,7	0,1113	26	0,0846	26	0,0995	17	0,0976	30	0,1093
4	32,8	0,1107	32,8	0,129	24	0,0918	24	0,1086	17	0,0938	29	0,1006
5	35,4	0,1367	30,3	0,115	23	0,09	23	0,1333	13,9	0,1315	26	0,1043
6	35,4	0,088	26,7	0,088	30	0,1058	28	0,116	20	0,0876	30	0,1021
7	35,4	0,0999	35,1	0,0999	28	0,1384	28	0,1154	17	0,097	33	0,13
8	36,7	0,093	38,1	0,093	34	0,1242	29	0,115	17	0,1185	33	0,1098
9	35,4	0,1281	35,1	0,0911	26	0,1162	26	0,1265	17	0,1021	35	0,1092
10	corte de agua											
11	40,8	0,0889	31	0,1115	31,3	0,0862	27	0,0863	17	0,0935	31	0,1152
12	35,1	0,1662	30,3	0,0934	36	0,1219	26	0,1257	17	0,1203	17	0,0845
13	30,3	0,0948	32,8	0,1018	34	0,1008	22	0,0871	17	0,0808	34	0,0625
14	35,4	0,0709	35,4	0,0949	34	0,0966	29	0,0927	17	0,0943	30	0,0854
15	30,3	0,0888	36,7	0,0626	29	0,0731	25	0,0874	17	0,0506	27	0,0576
16	30,3	0,0642	36,7	0,05	25	0,0506	24	0,0895	17	0,0689	22	0,0687
17	corte de agua											
18	32,8	0,1242	31,5	0,069	18	0,0745	27	0,0886	18	0,0575	17	0,0627
19	34,1	0,0884	31,5	0,0633	17	0,0638	28	0,0678	17	0,062	17	0,0441
20	35,4	0,0519	31,5	0,0897	17	0,0381	30	0,0489	18	0,0473	17	0,074
21	35,4	0,0683	30,3	0,0564	17	0,0664	30	0,0746	18	0,062	18	0,0586
22	35,4	0,074	30,3	0,0558	18	0,0655	30	0,0628	18	0,0618	18	0,0484
23	34,1	0,0996	30,3	0,0687	18	0,0502	25	0,0779	18	0,0852	18	0,0791
24	32,8	0,0714	30,3	0,0861	22	0,0895	24	0,0742	18	0,0327	15,5	0,0699
25	32,8	0,1131	30,3	0,069	30	0,0995	24	0,1079	18	0,0814	18	0,0394
26	32,8	0,1054	36,7	0,1979	21	0,0446	25	0,107	18	0,1032	30	0,2055
27	32,8	0,1095	42,2	0,1042	16,5	0,1054	24	0,0976	16	0,0749	35	0,1098
28	35,4	0,0806	35,4	0,0773	19	0,0843	21	0,0836	17	0,058	30	0,1456
29	32,8	0,1	30,3	0,0826	17	0,0691	30	0,0835	17	0,0761	21	0,0736
30	32,8	0,1183	35,4	0,0751	19	0,076	32	0,1085	15	0,0623	24	0,0686

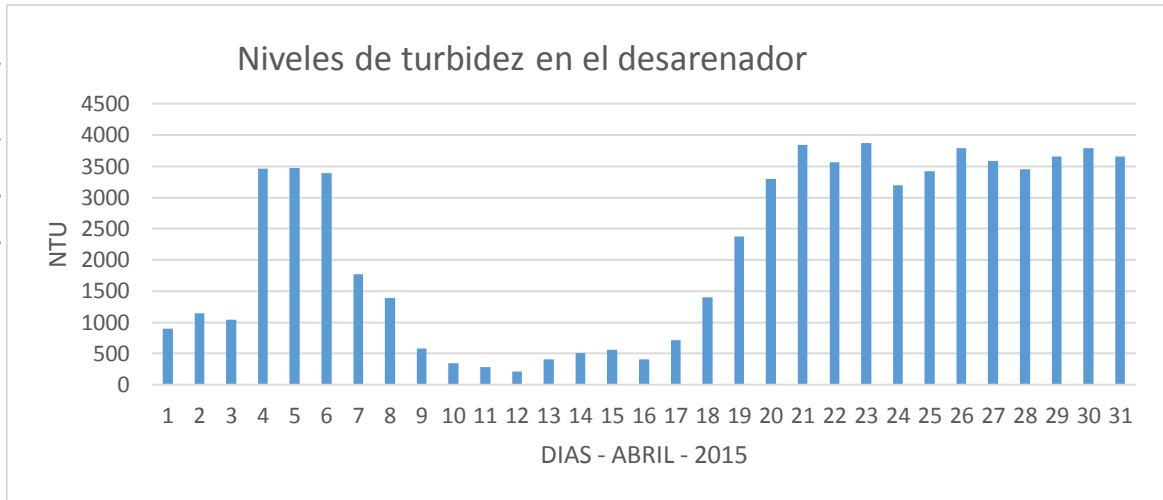
Comparación de concentración de sedimentos Ingreso / Salida.

© Proyecto Chavimochic (2016)

**Niveles de turbidez en el desarenador:** la siguiente gráfica los niveles de turbidez más altos que se dan en abril, obteniendo una relación importante para la elección de los equipos (4000 NTU).

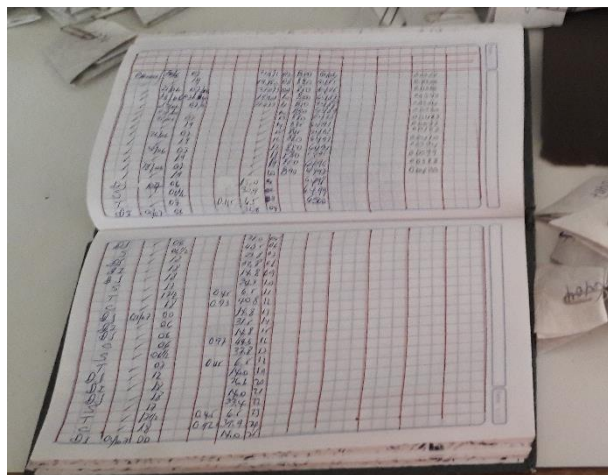
Gráfico 04

© Elaboración propia (2016)



Niveles de turbidez  
imagen 03

© Elaboración propia (2016)



Laboratorio de sedimentos, medidor de turbidez HACH y cuaderno de apuntes

Tabla 12



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"  
 PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
 GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 OPERACION Y RECURSOS HIDRICOS

**PARAMETRO TURBIDEZ- RIO SANTA  
 DESARENADOR ( NTU)**

RIO : SANTA  
 ESTACION : DESARENADOR  
 AREA :

Norte: 9 041 558  
 Este: 793 756  
 Altitud:

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	2 169,3	1 305,5	897,3	3 521,3	198,3	138,5	61,2	60,2	61,9	74,4	204,5	428,5
2	1 809,8	889,5	1 142,8	3 129,3	335,8	119,9	58,1	57,4	73,4	92,1	114,5	696,3
3	564,3	511,0	1 041,8	1 934,0	504,0	94,2	63,2	49,3	68,0	65,7	66,1	242,3
4	315,3	454,5	3 458,0	3 136,8	252,8	85,9	65,8	57,1	65,6	80,5	62,6	420,3
5	452,0	555,5	3 477,0	3 693,5	435,8	78,3	55,5	59,4	68,8	80,3	56,7	3 125,3
6	274,8	2 215,5	3 395,5	1 828,8	297,5	73,0	57,8	66,7	68,7	75,8	49,6	369,0
7	239,8	2 567,0	1 773,0	1 010,5	278,8	67,3	62,1	72,2	74,4	75,5	47,0	169,8
8	227,3	1 390,0	1 393,0	787,0	210,5	67,6	61,0	68,0	69,5	77,9	59,7	113,6
9	139,0	668,5	576,3	682,3	154,5	62,6	63,3	64,7	64,9	117,9	250,5	79,3
10	154,3	385,0	345,3	557,0	172,0	65,3	57,9	53,2	67,4	84,6	132,8	251,0
11	140,8	309,8	277,0	738,8	173,0	70,3	58,1	63,8	65,9	71,4	107,6	155,0
12	138,8	240,3	213,8	475,0	131,3	63,3	50,1	60,9	64,2	62,3	79,5	86,5
13	334,5	195,8	406,0	454,5	116,5	56,4	58,5	57,8	66,7	107,4	76,1	73,1
14	356,0	278,3	507,3	584,0	219,5	58,9	54,8	71,9	64,9	85,3	88,7	70,0
15	177,5	290,3	554,5	607,0	500,8	70,0	59,8	62,5	56,3	79,4	79,5	70,1
16	167,3	381,8	408,5	3 127,8	350,5	60,2	52,5	63,9	60,6	68,0	118,8	57,1
17	182,0	301,3	711,0	1 239,8	574,8	78,2	65,9	57,4	52,6	84,9	157,0	65,5
18	454,0	247,5	1 404,5	714,8	1 613,8	74,3	56,1	70,6	60,7	112,2	306,8	63,6
19	453,0	173,5	2 371,0	623,3	3 994,0	59,9	63,6	62,0	58,7	118,9	601,0	87,4
20	1 418,0	139,0	3 299,0	723,0	720,3	60,9	57,0	54,6	70,7	64,6	331,5	155,8
21	2 656,5	116,8	3 840,3	832,5	359,5	56,4	54,5	54,6	66,6	59,4	177,3	197,5
22	2 732,3	95,2	3 564,0	1 436,8	245,5	60,2	63,7	194,4	66,2	103,7	135,0	234,8
23	2 602,8	101,6	3 870,0	511,5	193,5	65,9	63,7	61,7	60,7	188,8	128,0	1 039,3
24	3 943,5	150,8	3 200,0	362,5	144,8	63,7	67,0	62,2	68,0	103,1	104,0	1 166,8
25	3 942,8	180,0	3 425,0	298,8	113,5	67,1	64,1	73,2	72,1	85,7	144,3	730,8
26	2 165,8	795,3	3 789,0	263,5	101,0	77,2	64,1	67,2	63,0	92,3	142,8	341,0
27	3 983,8	521,8	3 589,0	224,3	91,3	85,1	54,8	69,8	53,9	174,0	126,0	280,3
28	1 640,3	527,5	3 456,0	202,0	115,6	81,2	60,7	70,4	55,2	236,8	109,6	442,3
29	866,0		3 654,0	247,8	102,3	78,1	76,0	71,9	82,2	150,9	119,8	1 112,0
30	868,5		3 786,0	196,3	86,2	73,6	84,5	73,7		478,3	113,7	3 062,5
31	1 519,5		3 657,0		187,5		70,4	78,6		314,5		906,0

Niveles de turbidez en el desarenador

Tabla 13



Gobierno Regional "LA LIBERTAD"  
 PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
 SUB-GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 GESTION DE RECURSOS HIDRICOS

REGISTRO DE CAUDALES DERIVADOS DESDE DESARENADOR

Mes / Año:

DIA																								PROM/DIA MIRA 2A (M <sup>3</sup> /S)		
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00		23:00	
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
21																										
22																										
23																										
24																										
25																										
26																										
27																										
28																										
29																										
30																										
31																										

© Proyecto Chavimochic (2016)

PROM. MES		M <sup>3</sup> /S
VOLUMEN		MMC

Ficha de recolección de datos (caudales del desarenador)

Tabla 14



Gobierno Regional "LA LIBERTAD"  
 PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
 GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 OPERACION Y RECURSOS HIDRICOS

Mes:

Año:

DESCARGAS Y CONCENTRACIONES DE SOLIDOS EN SUSPENSION  
 ESTACIONES SEDIMENTOLOGICAS DEL PROYECTO CHAVIMOCHIC

DIA	INGRESO DESARENADOR				SALIDA DEL DESARENADOR							
	06 HORAS		18 HORAS		00 Horas		06 Horas		12 Horas		18 horas	
	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)	Desc (m3/s)	Cc (gr/L)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												

Ficha de recolección de datos (sedimentos del desarenador)

Tabla 15  
**SALIDA DESARENADOR (Prog. 4+500)**  
 Tabla de conversión- Junio - 2014

© Proyecto Chavimochic (2016)

RELACIÓN DE AFOROS UTILIZADOS PARA ELABORACIÓN DE TABLA			
Mira (m)	Caudal (m³/s)	Fecha	Aforo Realizado por:
2.25	14.701	26/11/13	UNIDAD TECNICA FUNCIONAL DE GESTIÓN DE RECURSOS HIDRICOS P.E.CHAVIMOCHIC
2.37	16.386	05/12/13	
2.42	19.186	26/11/13	
2.48	19.884	28/11/13	
2.73	22.386	26/11/13	
2.79	23.378	28/11/13	
2.91	24.969	05/12/13	
2.98	26.916	28/11/13	
3.02	28.605	26/11/13	
3.17	29.708	05/12/13	
3.44	35.746	21/11/13	

\* El valor Aforado en altura mira 2.60 mt que resulto un caudal de 19.788 m³/s fue descartado.

Qmax.	35.746	m³/s
Qmin.	14.701	m³/s
Qpro.	23.806	m³/s

**EQUIPOS UTILIZADOS:**

P.E. CHAVIMOCHIC: Correntómetro Seba  
 1.- F 2547 - Helice 2.1459.500.125, Lastre 50kg  
 2.- F 2548 - Helice 2.1458.500.125, Lastre 50kg

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE CURVA:**

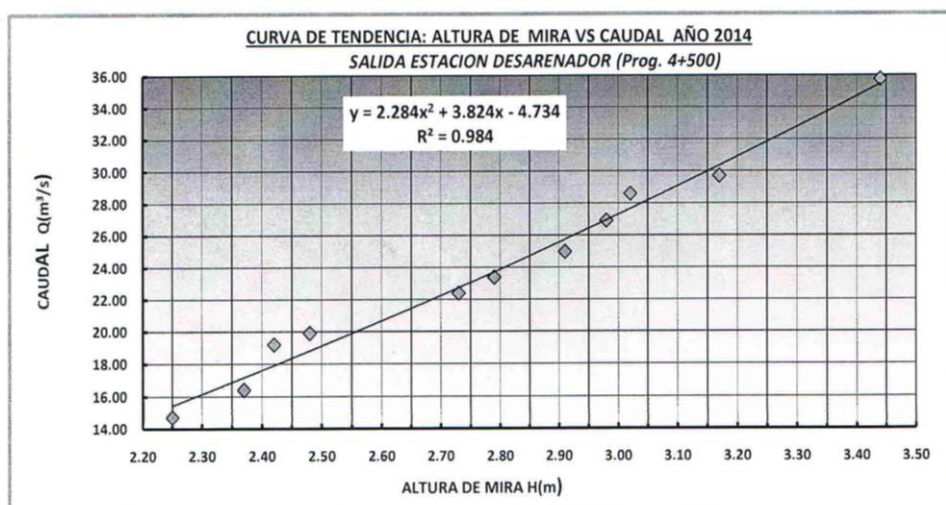
FORMULA :  $Q = 2.284H^2 + 3.824H - 4.734$

INTERVALO DE AFOROS: Desde 26/Nov/2013 al 05/Dic/2013

VIGENCIA DE LA TABLA : A partir del

FECHA DE ELABORACION DE TABLA: 11/06/2014

ALT MIRA m	CAUDAL m³/s	ALT MIRA m	CAUDAL m³/s	ALT MIRA m	CAUDAL m³/s	ALT MIRA m	CAUDAL m³/s
2.22	15.012	2.53	19.560	2.84	24.548	3.15	29.975
2.23	15.152	2.54	19.714	2.85	24.716	3.16	30.157
2.24	15.292	2.55	19.869	2.86	24.885	3.17	30.340
2.25	15.433	2.56	20.024	2.87	25.054	3.18	30.523
2.26	15.574	2.57	20.179	2.88	25.224	3.19	30.707
2.27	15.716	2.58	20.335	2.89	25.394	3.20	30.891
2.28	15.858	2.59	20.491	2.90	25.564	3.21	31.076
2.29	16.000	2.60	20.648	2.91	25.735	3.22	31.261
2.30	16.144	2.61	20.805	2.92	25.906	3.23	31.446
2.31	16.287	2.62	20.963	2.93	26.078	3.24	31.632
2.32	16.431	2.63	21.121	2.94	26.251	3.25	31.819
2.33	16.576	2.64	21.280	2.95	26.423	3.26	32.006
2.34	16.720	2.65	21.439	2.96	26.597	3.27	32.193
2.35	16.866	2.66	21.599	2.97	26.770	3.28	32.381
2.36	17.012	2.67	21.758	2.98	26.944	3.29	32.569
2.37	17.158	2.68	21.919	2.99	27.119	3.30	32.758
2.38	17.305	2.69	22.080	3.00	27.294	3.31	32.947
2.39	17.452	2.70	22.241	3.01	27.470	3.32	33.137
2.40	17.599	2.71	22.403	3.02	27.645	3.33	33.327
2.41	17.748	2.72	22.565	3.03	27.822	3.34	33.518
2.42	17.896	2.73	22.728	3.04	27.999	3.35	33.709
2.43	18.045	2.74	22.891	3.05	28.176	3.36	33.900
2.44	18.195	2.75	23.055	3.06	28.354	3.37	34.092
2.45	18.345	2.76	23.219	3.07	28.532	3.38	34.284
2.46	18.495	2.77	23.383	3.08	28.711	3.39	34.477
2.47	18.646	2.78	23.548	3.09	28.890	3.40	34.671
2.48	18.797	2.79	23.714	3.10	29.070	3.41	34.864
2.49	18.949	2.80	23.880	3.11	29.250	3.42	35.059
2.50	19.101	2.81	24.046	3.12	29.430	3.43	35.253
2.51	19.254	2.82	24.213	3.13	29.611	3.44	35.449
2.52	19.407	2.83	24.380	3.14	29.793	3.45	35.644



Conversión de caudales según paleta de medida ubicada en la salida del desarenador



## Entrevista

### ENTREVISTA A LOS TRABAJADORES DEL DESARENADOR

#### 1. DATOS GENERALES

1.1 Nombre completo de la empresa

---

1.2 ubicación (Localidad - Región)

---

1.3 Nombre de la persona encuestada

---

#### CUESTIONARIO

1. ¿Qué tiempo lleva trabajando en el Proyecto Especial Chavimochic?

---

2. ¿Cuál es el cargo que ocupa?

---

3. ¿Qué responsabilidades tiene a su cargo?

---

---

4. ¿Cuáles son los factores de pérdidas de agua en el proyecto Chavimochic?

---

---

5. ¿Cuenta con un sistema automatizado eficiente el desarenador?

---

---

6. ¿Cómo realizan la distribución de agua con el Proyecto Chivimochic?

---

---

7. ¿Se tiene un control adecuado en la apertura y cierre de la compuerta de distribución de caudales con el Proyecto Chivimochic?

( ) Si      ( ) No      A veces ( )

8. ¿Reciben algún control en la distribución de caudales con el Proyecto Chinecas?

---

---

---

9. ¿La medición de caudales derivados a las otras estaciones es exacta?

( ) Si ( ) No A veces ( )

10. ¿Cómo realizan la distribución de sedimentos en el desarenador?

---

---

11. ¿Qué problemas se suscitan en el lavado de las cámaras de sedimentación?

---

---

---

12. ¿En qué tiempo se da frecuentemente la ruptura de anclajes de las compuertas en el desarenador?

Estiaje ( ) transición ( ) Avenida ( )

13. ¿Cuál es el número de ruptura de anclaje que se da anualmente?

Estiaje ( ) transición ( ) Avenida ( )

14. ¿Los registros elaborados son resultados confiables?

( ) Si ( ) No A veces ( )

15. ¿Los datos registrados son digitalizados o escritos en papel?

---

16. ¿A qué área son derivados estos registros?

---

17. ¿En qué les ayuda contar con estos reportes?

---

---

## ENTREVISTA A LOS TRABAJADORES DEL DESARENADOR

### 1. DATOS GENERALES

1.1 Nombre completo de la empresa

Proyecto Especial Chavimochic

1.2 Ubicación (Localidad - Región)

La Libertad - Virú

1.3 Nombre de la persona encuestada

Jairo Alberto Delgado Solórzano

### CUESTIONARIO

1. ¿Qué tiempo lleva trabajando en el Proyecto Especial Chavimochic?

22 años

2. ¿Cuál es el cargo que ocupa?

Operador de estructuras hidráulicas mayor, estación "Desarenador"

3. ¿Qué responsabilidades tiene a su cargo?

Controlar el envío de caudales a los valles, Chao, Virú, Hocha y Chicama. Realizar el lavado de las cámaras de sedimentación y registrar información de caudales y turbidez de agua.

4. ¿Cuáles son los factores de pérdidas de agua en el proyecto Chavimochic?

Son diversos: se puede por conducción, mala regulación de la compuerta de caudal, por frotamiento, falta de equipos de medición.

5. ¿Cuenta con un sistema automatizado eficiente el desarenador?

Eficiente no, solo cuenta con un sistema de apertura y cierre de compuertas, que se realiza con pulsadores ubicados en los tableros de cada motor.


6. ¿Cómo realizan la distribución de agua con el Proyecto Chavimochic?

Se realiza con la regulación de la compuerta de caudal ubicada a la entrada del desarenador, del cual el P. Chavimochic reclama  $23 \text{ m}^3/\text{s}$ .

7. ¿Se tiene un control adecuado en la apertura y cierre de la compuerta de distribución de caudales con el Proyecto Chavimochic?

( ) Si      (X) No      A veces ( )

8. ¿Reciben algún control en la distribución de caudales con el Proyecto Chincas?  
*Si, en tiempo de estiaje el P. Chincas envia 2 de sus operadores que supervisan la captación de agua del P. Chiriquic. en el desarenador.*
9. ¿La medición de caudales derivados a las otras estaciones es exacta?  
 ( ) Si (X) No A veces ( )
10. ¿Cómo realizan la distribución de sedimentos en el desarenador?  
*Aputuramos la compuerta que se encuentran en el fondo de las cámaras de sedimentación, expulsando los sedimentos al río seco.*
11. ¿Qué problemas se suscitan en el lavado de las cámaras de sedimentación?  
*El problema más común es la ruptura de los anclajes y mecanismos de las compuertas, por acumulamiento de barro o al momento de cerrar la compuerta por atravesamiento de piedras o palos.*
12. ¿En qué tiempo se da frecuentemente la ruptura de anclajes de las compuertas en el desarenador?  
 Estiaje ( ) transición ( ) Avenida (X)
13. ¿Cuál es el número de ruptura de anclaje que se da anualmente?  
 Estiaje (1) transición (2) Avenida (15)
14. ¿Los registros elaborados son resultados confiables?  
 ( ) Si (X) No A veces ( )
15. ¿Los datos registrados son digitalizados o escritos en papel?  
*Son escritos y luego se digitaliza.*
16. ¿A qué área son derivados estos registros?  
*Al área de operación de Recursos Hídricos.*
17. ¿En qué les ayuda contar con estos reportes?  
*Nos sirve para tener un control y derivar la información a las empresas agroindustriales y junta de riego, para el control de sus riegos.*

  
 38769544

La encuesta se realizó a 10 personas entre ingenieros, operarios y técnicos los cuales nos proporcionaron información de los eventos que se producen en el desarenador, mostrándonos resultados negativos en las diversas operaciones que se dan en esta estación, de las cuales se llegó a la siguiente conclusión.

1. ¿Se tiene un control adecuado en la apertura y cierre de la compuerta de distribución de caudales con el Proyecto Chinecas?

Tabla 16

© Elaboración propia (2016)		Ingenieros	Técnicos	Operadores
	<b>No</b>	2	4	4
	<b>Si</b>	0	0	0
	<b>a veces</b>	0	0	0

Respuestas al control de caudales

**Conclusión:** el control que se da en la de distribución de caudales no es adecuado, por lo que se debería implementar un equipo que nos permita regular la posición de la compuerta en los caudales requeridos para el Proyecto Chinecas

2. ¿La medición de caudales derivados a las otras estaciones es correcta?

Tabla 17

© Elaboración propia (2016)		Ingenieros	Técnicos	Operadores
	<b>No</b>	2	4	4
	<b>Si</b>	0	0	0
	<b>a veces</b>	0	0	0

Respuestas a la medición de caudales

**Conclusión:** las mediciones de caudales no son medidos correctamente y uno de los factores es la falta de equipos de medición.

3. ¿En qué tiempo se da frecuentemente la ruptura de anclajes de las compuertas en el desarenador?

Tabla 18

© Elaboración propia (2016)		Ingenieros	Técnicos	Operadores
	<b>Estiaje</b>	0	0	0
	<b>transición</b>	0	1	0
	<b>Avenida</b>	2	3	4

Respuestas a la ruptura de anclajes

**Conclusión:** las rupturas de anclajes se dan mayormente en tiempo de avenida, por la crecida de los ríos por tiempo de lluvias, trayendo abundante sedimento como barro, piedras, palos, arena, etc.

4. ¿Cuál es el número de ruptura de anclaje que se da anualmente?

Tabla 19

© Elaboración propia (2016)

	Ingenieros	Técnicos	Operadores
<b>Estiaje</b>	2	1	1
<b>transición</b>	3	3	2
<b>Avenida</b>	13	12	15

Respuestas a la ruptura de anclajes dadas anualmente

**Conclusión:** anualmente se dan un total de 18 daños a las estructuras de las compuertas relacionados muy frecuentemente al tiempo de avenida de los cuales el 100 % son producidos por el excesivo acumulamiento de sedimentos.

5. ¿Los registros elaborados son resultados confiables?

Tabla 20

© Elaboración propia (2016)

	Ingenieros	Técnicos	Operadores
<b>No</b>	2	4	2
<b>Si</b>	0	0	0
<b>a veces</b>	0	0	1

Respuestas a la elaboración de registros

**Conclusión:** los datos registrados son errados esto es debido a una mala manipulación de información por parte de los operados, o la mala orientación de las regletas de medida con la que cuentan.

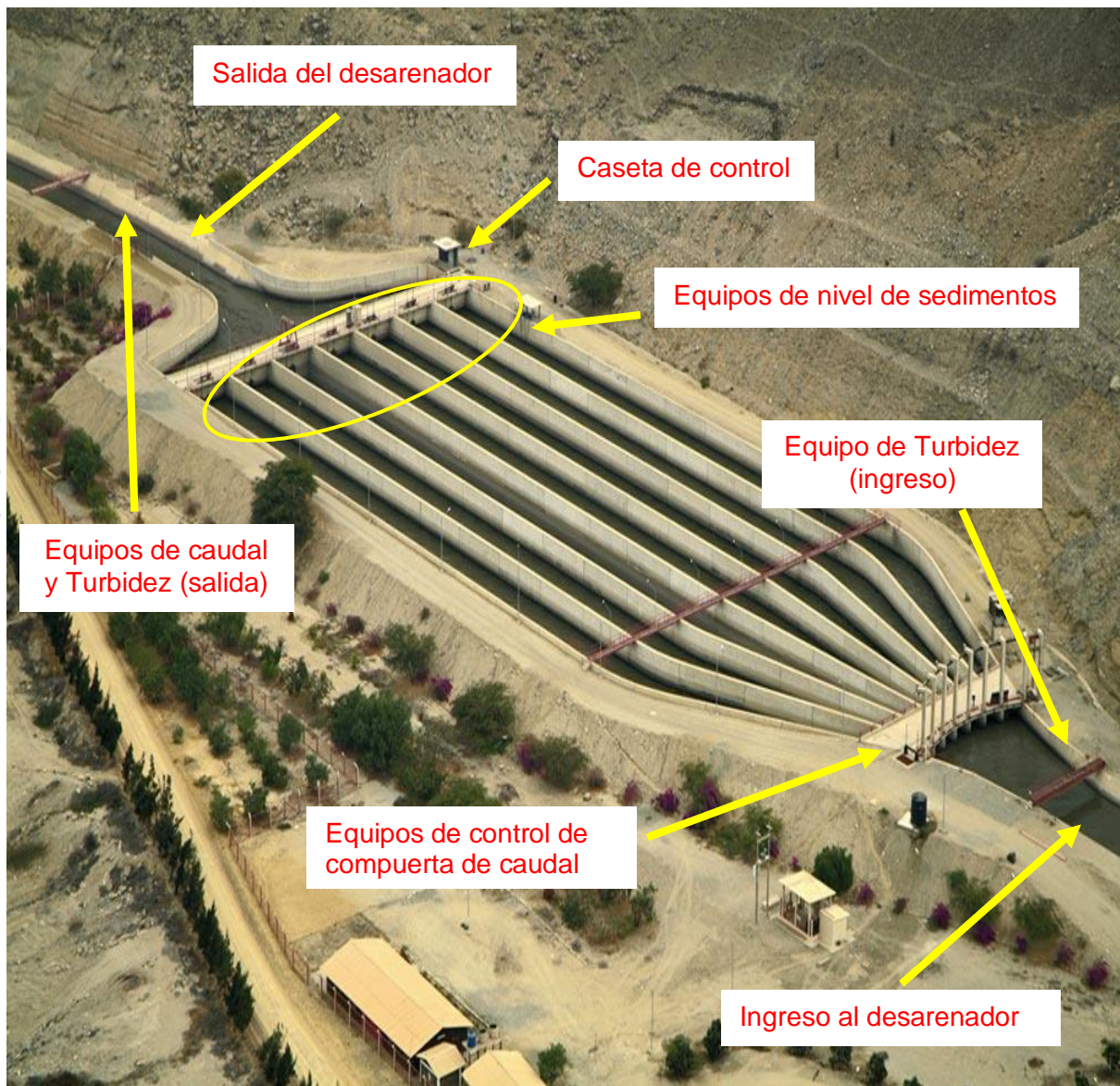
### ANEXO 03: brindar un plan de monitoreo para la distribución de agua y sedimentos

#### ✓ Ubicación de equipos

Los equipos de medición y control se especifican en la siguiente imagen en el cual constará de sensores de nivel de sedimentos en cada cámara de sedimentación, y sensores de turbidez a la entrada y salida del desarenador. Los sensores de caudal estarán instalados a la salida del desarenador y compuerta de caudal. Cada compuerta tendrá su respectivo sensor de posición y sensores de corriente para evitar la ruptura de anclajes. En la caseta también se instalará una Pc con el software, para el control, monitoreo, recolección y almacenamiento de datos.

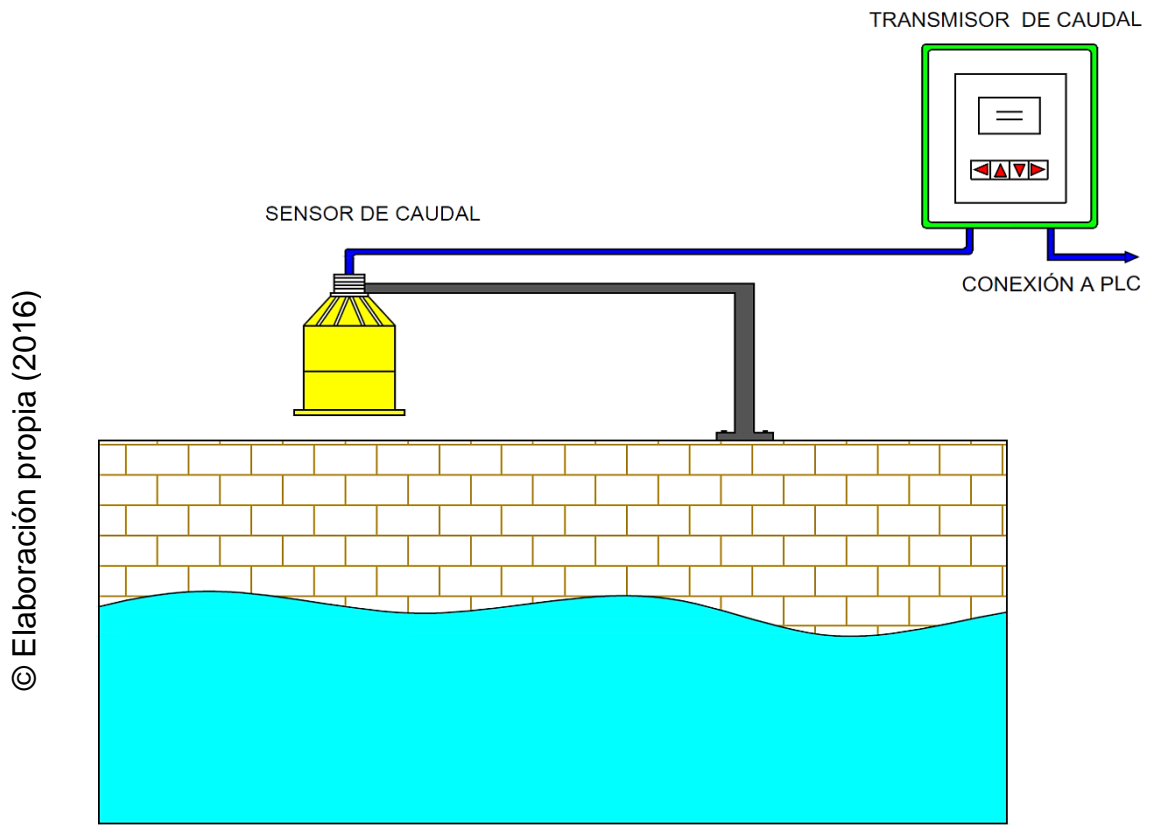
imagen 04

© Elaboración propia (2016)



Ubicación de equipos a utilizar en el desarenador.

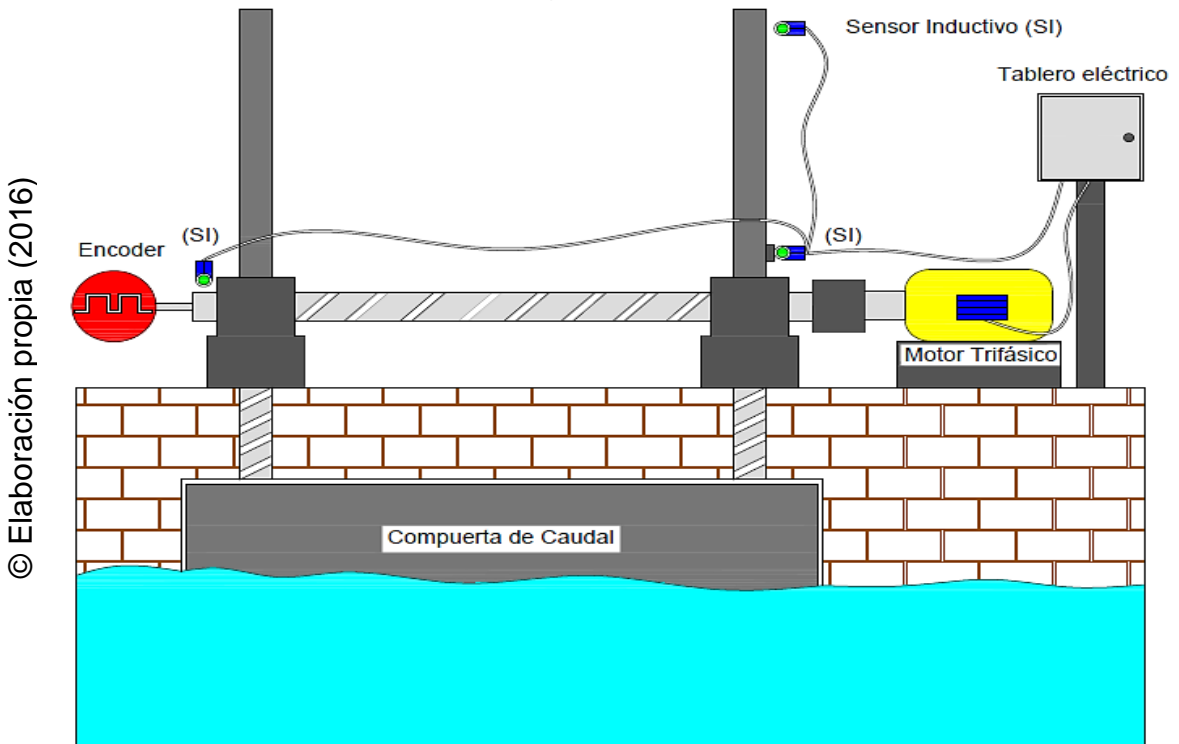
Figura 11



© Elaboración propia (2016)

Instalación del Transmisor y sensor de caudal

Figura 12



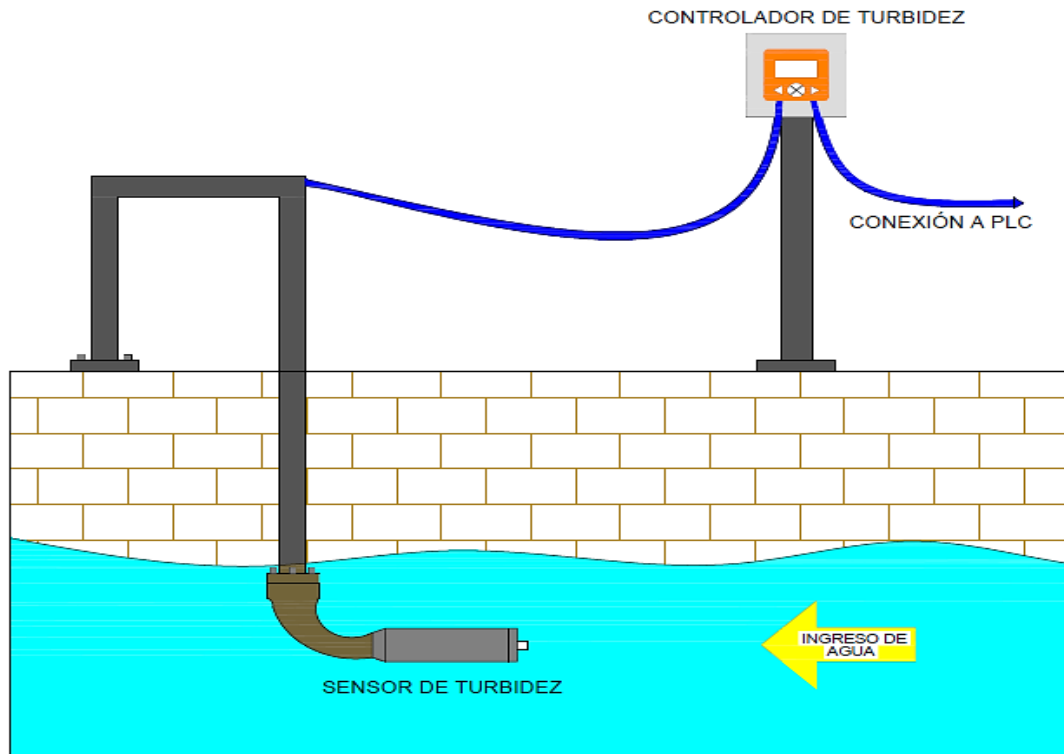
© Elaboración propia (2016)

Instalación de encoder en las compuertas del desarenador



Figura 13

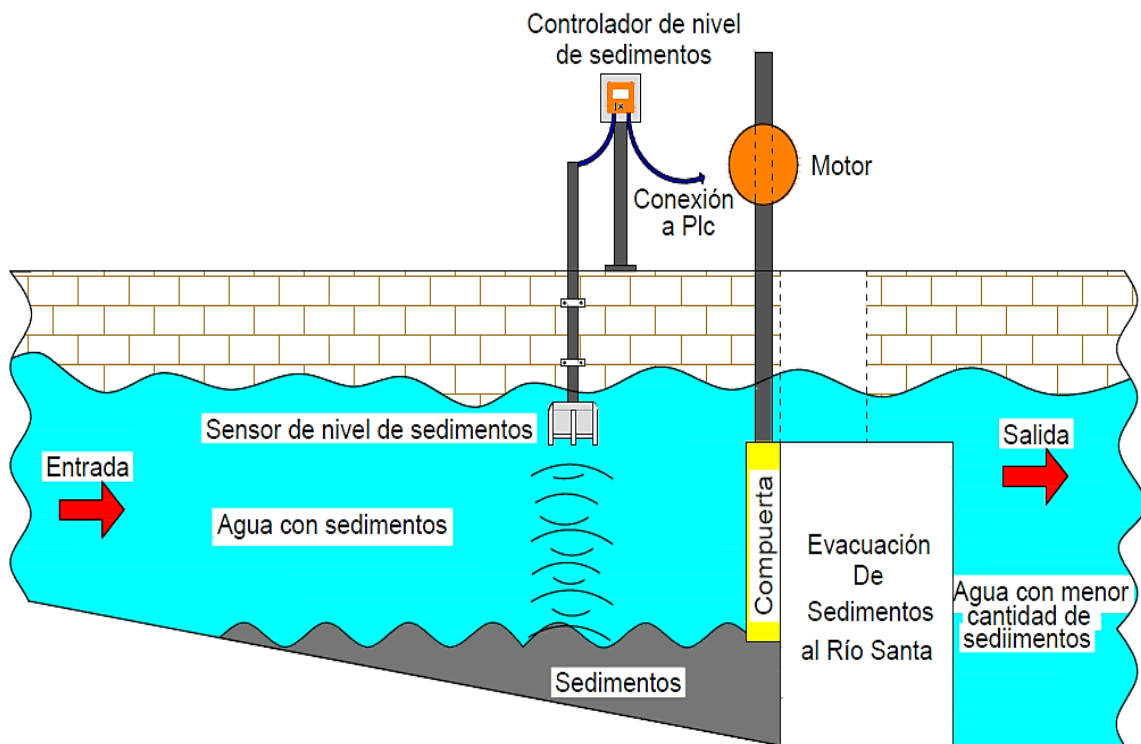
© Elaboración propia (2016)



Instalación del controlador y sensor de turbidez

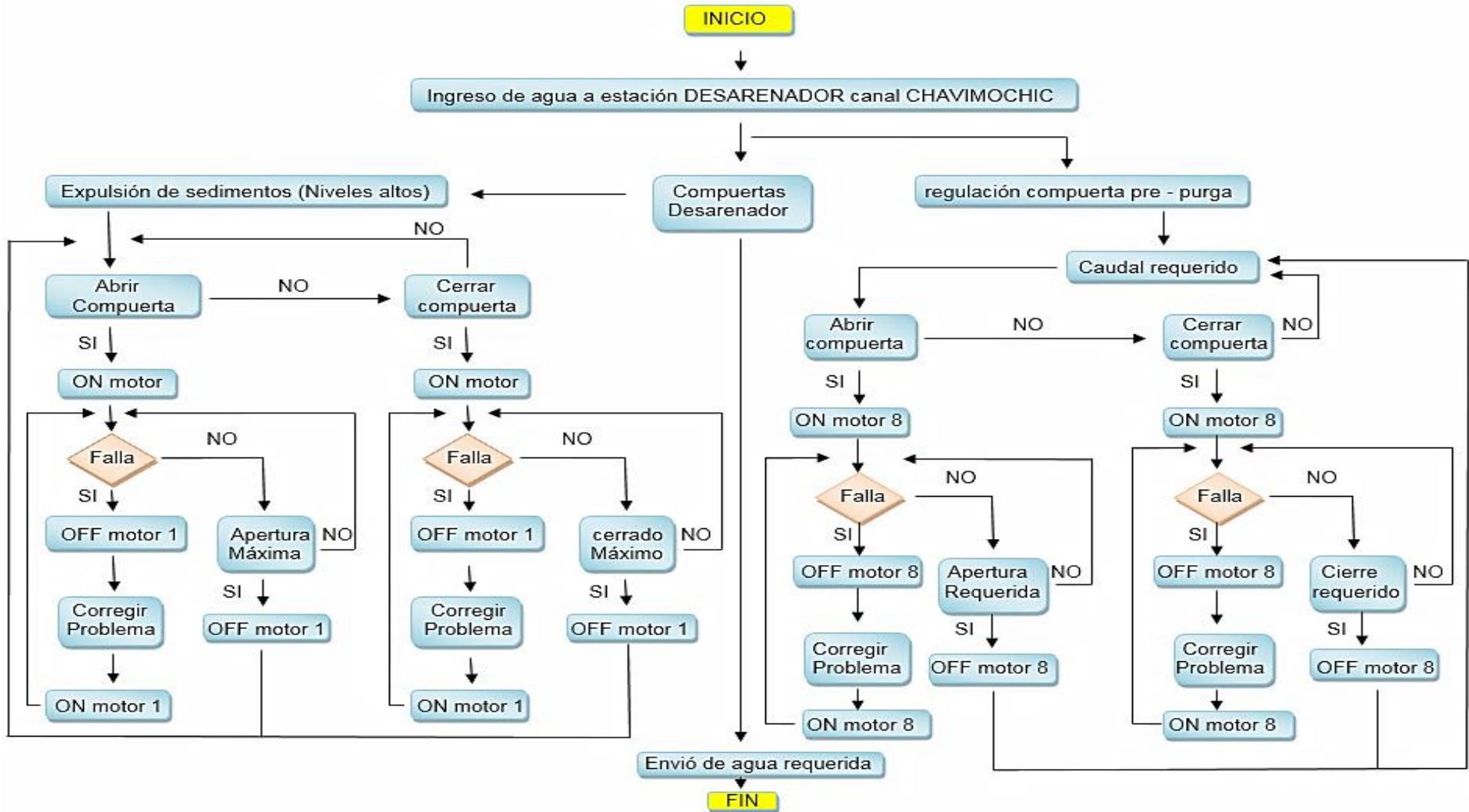
Figura 14

© Elaboración propia (2016)



Instalación del controlador y sensor de nivel de sedimentos en las cámaras de sedimentación

Diagrama 03



© Elaboración propia (2016)

Flujo de proceso en el desarenador

## **ANEXO 04: Selección de equipos**

### **Código nacional de electricidad**

Para la elección de equipos de automatización se ha tomado en cuenta las normas que se dan en el código nacional de utilización 2006 (sección 020: Prescripciones Generales)

- **Uso de Materiales y Equipos Aprobados:** Los materiales y equipos usados en las instalaciones eléctricas, deben contar con la aprobación por parte de la Autoridad competente, y ser de la clase, tipo y valor nominal que corresponda al propósito específico para el que debe ser empleado.
- **Compatibilidad entre Instalaciones de Suministro y de Utilización:** Los sistemas eléctricos de suministro y de utilización deben ser compatibles, en lo que se refiere al valor nominal de la tensión, configuración de los sistemas, máxima tensión a tierra, conexión a tierra, etc.
- **Marcado de Equipos:** Cada pieza del equipo eléctrico debe llevar el marcado que sea necesario, para identificar el equipo y asegurar que sea conveniente para la instalación particular: (a) Nombre del fabricante, marca de fábrica y otro símbolo reconocido de identificación; (b) Número de catálogo o tipo; (c) Tensión; (d) Corriente nominal; (e) Potencia nominal; (f) Naturaleza de la corriente alterna o continua, o ambas; (g) Cantidad de fases; (h) Frecuencia en Hz; (i) Velocidad nominal en RPM; (j) Designación de terminales; (k) Régimen continuo o intermitente; (l) Aprobación; (m) Otras, según sea necesario
- **Calidad de Ejecución de las Instalaciones** La ejecución de cualquier trabajo de instalación eléctrica debe ser realizada por personal calificado y autorizado, utilizando productos certificados y aplicando las reglas del Código, de tal manera que la calidad sea aceptable.
- **Protección Ambiental:** Durante el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de utilización de la energía eléctrica, se deben adoptar las medidas necesarias para la preservación del ambiente. Son de aplicación obligatoria las prescripciones sobre impacto ambiental y programas de adecuación y manejo ambiental aprobados por la Autoridad competente en materia ambiental del Ministerio de Energía y Minas

Tabla 21

<b>SIEMENS</b>	<b>ALLEN BRADLEY DE ROCKWELL</b>
Tienen puertos de comunicación de seguridad / estándar.	Requiere de tarjetas adicionales (ethernet / IP DevicetNet).
No requieren bastidor o fuente de alimentación propia de siemens, puede ser externa de 24 Vdc.	Requieren bastidor y una fuente de alimentación propia.
Ofrece soporte técnico estándar sin costo.	Cobra por el soporte técnico basado en la cantidad de hardware.
Las funciones de seguridad las proporciona por separado	Las funciones de seguridad las brinda con el software.
Líder tecnológico ha desarrollado productos nuevos e innovadores a nivel mundial	Sus productos están enfocados a la industrial de Estados Unidos
Son menos costosos	Tienen mayor costo por ser una tecnología enfocado solo a sus productos
Permite programar bloques y descargarlos al Plc sin detener ningún proceso ejecutándose	No está muy dotado en programación por bloques, y la descarga de programas se lleva a cabo sin operación de los proceso.
Ofrece más técnicas de programación: FBD, SCL, STL, LAD, etc.	Su programación está basado en su software.
Es adaptable a los equipos de otras marcas.	Solo trabajan con su misma tecnología.
Su lenguaje de comunicación es universal (Profibus, Profinet, Hart)	Tiene un lenguaje de comunicación de su misma tecnología RS Logix.
Es una marca en uso actualmente en el Proyecto Chavimochic con óptimo funcionamiento.	No tienen equipo alguno en trabajo en el Proyecto Chavimochic.
Disfruta del Mercado Internacional	Es popular en Estados Unidos.

© Elaboración propia (2016)

Comparación entre Siemens y Allen Bradley

## ACREDITACIÓN DE EQUIPOS EN EL PROYECTO CHAVIMOCHIC

Por medio del presente documento se acredita la utilización de equipos Siemens y Hach, con el objetivo de obtener una automatización confiable a futuro en el cual se busca mejorar el manejo del sistema con el que cuentan.

Dichos equipos se vienen instalando en las diversas estaciones de control, como contactores, guardamotors, arrancadores suaves, Plc y turbidímetro en el laboratorio de sedimentos, el cual reemplaza los equipos que se han instalados en el inicio de las obras del Proyecto Chavimochic, que debido al avance de la tecnología ya no se encuentran disponibles en el mercado optando a buscar equipos que tengan similares características y más aún por las necesidades que se han dado en el transcurso del trabajo realizado, se ha visto en la necesidad de modernizar el sistema de control para un mejor funcionamiento.

Se han utilizado equipos de diferentes fabricantes con el cual no se ha obtenido óptimos resultados muy al contrario con los equipos Siemens y Hach que son muy utilizados a nivel mundial en el campo de la automatización, es por ello que se ha elegido dichas marcas, que viene cumpliendo un buen trabajo por la fácil interacción que pueden tener con otras marcas.

Todo ello ha sido corroborado por los diversos profesionales que laboran en el Proyecto Chavimochic.

LEYVA LÓPEZ VÍCTOR EDUARDO  
DNI Nº 46625222  
TÉCNICO ELECTRÓNICO  
PROYECTO CHAVIMOCHIC  
SGOYM - MIMR

JUAN AVALOS PAZANT  
DNI = 17984122  
TÉCNICO ELECTRICISTA  
PROYECTO CHAVIMOCHIC  
SGOYM - MIMR

SÁEZ URRUNAGA CARLOS RAMÓN  
DNI 17878158  
INGENIERO QUÍMICO  
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
SGDA - D. MEDIO AMBIENTE  
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

## 1. Selección equipos.

Tabla 22

<b>Software Scada PCS 7</b>	
✓	Se utiliza el software Scada PCS 7 con miras a la incorporación de otros sistemas de automatización que se tiene en el Proyecto Chavimochic a futuro.
✓	Al utilizar un Plc S7300, se necesita trabajar con un software que interactúe con dichos equipos.
✓	Este software tiene incorporado el Step7 y WinCC, en un solo sistema para la programación de los equipos.
✓	Es un sistema ejecutable en Windows.
✓	Es muy utilizado a nivel mundial, por ello muy efectivo.
✓	Es un sistema abierto.
✓	Software compatible con diferentes procesos.
✓	Brinda herramientas necesarias para la configuración de procesos complejos.
✓	Ofrece amplias soluciones de seguridad.
✓	Aplicación con Microsoft Excel para creación de reportes.
✓	Cuenta con navegador web.
✓	Puede conectarse a diversos sistemas / aplicación de otros fabricantes.
✓	Tiene gran flexibilidad, escalabilidad, homogeneidad y buen rendimiento.
✓	Permite la automatización por lotes.
✓	Capaz de facilitar datos de proceso para la planificación, coordinación y optimización de operación.
✓	Sistema de control se puede ampliar y configurar en todo momento, en caso de crecimiento de la empresa.
✓	Ofrece la visualización y control en tiempo real.
✓	Su interfaz de usuario cumple las especificadores NAMUR (Comunidad de Intereses Relacionados con la Automatización de la Industria) y PNO (Organización de Usuarios Profibus)
✓	Contiene sistema de simulación para la prueba puesta en marcha.

© Elaboración propia (2016)

Justificación de selección del software Scada PCS 7

Tabla 23

Equipos	Criterios de selección de equipos
Plc s7 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plc modulas con capacidad de incorporación de diferentes equipos.</li> <li>✓ Comunicación viable con software Pcs 7.</li> <li>✓ Adaptable para tareas básicas y complejas.</li> <li>✓ Fácil conexión con diferentes buses de comunicación.</li> <li>✓ Contiene servidor web, para comunicación vía ethernet.</li> </ul>
Pc – Toshiba	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Memoria ampliable</li> <li>✓ Pantalla HD, buena resolución</li> <li>✓ Diferentes puertos de comunicación</li> </ul>
Servidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trabaja con el sistema operativo Windows 7.</li> <li>✓ Buena capacidad de almacenamiento.</li> <li>✓ Fácil conexión con el software OPC siemens.</li> <li>✓ Integración con diferentes fabricantes.</li> <li>✓ Entrega de datos en el momento requerido.</li> </ul>
Sensor de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Detección de sobreintensidad por fase.</li> <li>✓ Ajustable a diferentes rangos de corriente</li> <li>✓ Activación y desactivación de equipos a través de contactos.</li> <li>✓ Red de alimentación en AC – DC</li> <li>✓ Producto certificado.</li> </ul>
Encoder absoluto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comunicación Profibus DP.</li> <li>✓ Transmisión de datos de 12 Mbits/s</li> <li>✓ Establece y muestra ubicación de lo comandado.</li> <li>✓ Gran rango de aplicación de RPM.</li> <li>✓ Producto certificado</li> </ul>
Controlador sc 200	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acoplable a diferentes buses de comunicación.</li> <li>✓ Descarga y transfiere datos de forma sencilla.</li> <li>✓ Es ajustable a diferente tipo de sensores (Analógico y digital).</li> <li>✓ Salidas de 4 – 20 mA / CA (100 – 240)</li> <li>✓ Protección por contraseña – producto certificado.</li> </ul>
Sensor de turbidez	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Medición de 4000 NTU.</li> <li>✓ Compatible con el controlador sc 200.</li> <li>✓ Compuesto por acero inoxidable.</li> <li>✓ Trabaja a flujo máximo de 3 m/s.</li> <li>✓ Producto certificado y calibrado según normas establecidas.</li> </ul>
Sensor de nivel de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sensor sumergible</li> <li>✓ Comunicación de 4 – 20 mA</li> <li>✓ Distancia medible de 12 m, flujo máximo de 3 m/s.</li> <li>✓ Producto certificado.</li> </ul>
Transmisor Hidro Ranger 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Monitoreo de pozos de bombeo, canales abiertos y vertederos.</li> <li>✓ Medición por ultrasonido a distancia de 15 m</li> <li>✓ Supresión automática de falsos ecos.</li> <li>✓ Alimentación eléctrica de 100 – 240 V AC</li> <li>✓ Producto certificado</li> </ul>
Sensor EchoMax XRS 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rango de medición 8 m.</li> <li>✓ Proporciona medida confiable de líquidos.</li> <li>✓ Aplicable con el transmisor Hidro Ranger 200.</li> <li>✓ Producto certificado.</li> </ul>
Scalance	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Funciona como Router</li> <li>✓ Protección en redes de automatización, por contraseñas.</li> <li>✓ Funciones de cliente y servidor, velocidad de 10 Mbit/s – 100 Mbit/s</li> </ul>






Criterios para la selección de equipos

## 2. PLC

En la selección del Plc debemos tener en cuenta el software con el cual se va a trabajar y poder establecer una comunicación confiable, implementando un sistema que pueda ser extendido a otras estaciones con la que cuenta el Proyecto Chavimochic.

Figura 15

© Catálogo siemens (2015)

Tipo de RTU <sup>1)</sup>		Categoría de RTU
	Controlador integrado en SIMATIC ET 200S	<b>Small con 30 ... 200 E/S<sup>2)</sup></b> para pequeñas aplicaciones
	Controlador SIMATIC S7-1200/S7-1200F	<b>Small con 30 ... 150 E/S<sup>2)</sup></b> para pequeñas aplicaciones
	Controlador SIMATIC S7-300/S7-300F	<b>Medium con 100 ... 2 000 E/S<sup>2)</sup></b> para aplicaciones de mediana envergadura
	Controlador SIMATIC S7-400/S7-400F	<b>Large con 500 ... 5 000 E/S<sup>2)</sup></b> para aplicaciones de gran envergadura que requieren mayor rendimiento
	Controlador SIMATIC S7-400H/S7-400FH	

Equipos compatibles con el software PCS 7

Para el trabajo con el software, se empleará un Plc S7-300, el cual es un equipo de media gama para diversos trabajos que deseamos llevar a cabo, obteniendo varias ventajas por el funcionamiento que posee.

### Ventajas del Plc S7 – 300 (Catálogo Siemens)

- Cuenta con una amplia gama de módulos, tanto para estructuras centralizadas como para estructuras descentralizadas. De este modo, configurado en un solo



rack se obtienen un máximo de 256 E/S, y en una configuración de varios racks, hasta 1,024 E/S. En una configuración descentralizada con Profibus DP son posibles 65,536 conexiones de E/S (hasta 125 estaciones, por ejemplo, ET 200M a través de IM 153).

- Potentes módulos centrales con interfaz industrial Ethernet/Profinet, funciones tecnológicas integradas o versión de seguridad en un sistema coherente evitan inversiones adicionales.
- Además de la automatización estándar, en un SIMATIC S7-300 también se pueden integrar funciones de seguridad: nivel de seguridad SIL 3 de acuerdo a IEC61508 o categoría 4 de acuerdo a EN 954-1 para aplicaciones con requerimientos de seguridad de personas, entorno o maquinaria.
- Servidor web integrado (CPUs con interfase IE/PN) para diagnóstico desde cualquier lugar: sólo necesita explorador de internet en su computador y conexión a la red del controlador.
- Conexión a todos los sistemas de bus convencionales: Industrial Ethernet (IEEE 802.3), Profinet (IEC 61158/61784), Industrial Wireless LAN (IEEE 802.11), Profibus (IEC 61158/61784), AS-Interface (IEC 62026-2/EN 50295), Modbus RTU, Modbus TCP/IP, ISO on TCP, RS422-485 ASCII/3964(R), KNX entre otros.

Figura 16



Autómata programable siemens s7 – 300 modular

Tabla 24

© Elaboración propia (2016)

Ítems.	Descripción	Tipo de variable	configuración
1	Sensor de turbidez	Entrada analógica	4 – 20 mA
2	Sensor nivel de sedimentos	Entrada analógica	4 – 20 mA
3	Sensor de caudal	Entrada analógica	4 – 20 mA
4	Sensor de posición	Entrada analógica	4 – 20 mA
5	Sensor inductivo	Entrada digital	24 Vdc
6	Sensor de corriente	Entrada digital	24 Vdc
7	Alarmas	Entrada digital	24 Vdc
8	ON/OFF motor	Entrada digital	24 Vdc

Resumen de variables de entradas y salidas

Tabla 25

© Elaboración propia (2016)

	CODIGO	CARACTERISTICA
CPU S7-300	6ES7317-2EK14-0AB0	CPU 317-2 CPU PN/DN,1 Interface MPI/DP 12MBIT/S,2. Ethernet Profinet, con funcionalidad switch, 1MB memoria de trabajo. Requiere micro Memory Card.
Fuente	6ES7307-1BA01-0AA0	Fuente PS307 2A, entrada AC 120/230 V, salida DC24V.
Modulo Entradas Digitales (2)	6ES7321-1BH02-0AA0	SM321 16 DI 24 VCD. Requiere conector frontal de 20 polos.
Modulo Salidas Digitales (1)	6ES7322-1BH01-0AA0	SM322 16 DO 24 VDC 0,5A. Requiere conector frontal de 20 polos.
Memoria para CPU	6ES7953-8LG30-0AA0	Micro Memory Card S7-300/C7/ET 200S IM151 CPU, 3,3 V 128KB.
Conector (3)	6ES7392-1AJ00-0AA0	Conector frontal para módulo S I/O y CPU de 20 polos.
Conector (1)	6ES7392-1AM00-0AA0	Conector frontal para módulo S I/O y CPU de 40 polos.
Perfil	6ES7390-1AF30-0AA0	Perfil soporte de 530 mm, riel para instalación S7-300.
Cable Profibus	6XV1830-0EU10	Cable estándar, Profibus DP, 2-Wire, Shielded.
Cable Profinet	6XV1840-2AU10	Cable TP estándar, Industrial Ethernet, (10/100MBIT/S), para terminal RJ45, GP 2X2.

Ferretería a usar con el Plc s7 – 300

### 3. Selección de pc (computadora personal)

Para la elección de la PC, se realizará según el software a utilizar teniendo en cuenta sus características para su correcto funcionamiento.

#### PC Todo en Uno Toshiba Touch LX830-01F

Tabla 26

Marca	Toshiba
Modelo	LX830-01F
Procesador	Intel® Core™ i5-3230M (2.60GHz / 3.20GHz, 3MB Intel® Smart Cache) con la tecnología Intel® Turbo Boost 2.0
Chipset	Intel H61
Memoria RAM	8 GB DDR3 ampliable
Disco Duro	1TB (7200 rpm); 3.5 Serial-ATA
Monitor	LED 23" Full HD (1920x1080) Touch Screen – Táctil
Unidad óptica	DVD+RW
Tarjeta de video	nVidia Geforce GT630M 2GB (DDR3) Dedicado
Conectividad	Gigabit Ethernet (RJ-45) Wi-Fi 802.11b/g/n Bluetooth 4.0
Multimedia	Cámara web integrada Entrada para auriculares estéreo/micrófono Altavoces SRS Premium Sound 3D®
Puertos y Ranuras	HDMI USB 3.0 USB 2.0 Network (RJ-45) Lector de tarjetas de memoria Audio in/out
Teclado & mouse	Si, ambos Inalámbricos.

#### Características PC Toshiba

#### 4. Servidor de registro de datos

Tabla 27

Recuperado de: <http://shop.lenovo.com/mx/es/systems/servidores/towers/thinkserver/ts140/>

<b>THINKSERVER TS140</b>	
Procesador	1 Intel Xeon E3-1200 v3 o Intel Core™ i3
Sistemas operativos compatibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows Server 2012 R2</li> <li>• Microsoft Windows Server 2012</li> <li>• Microsoft Windows Server 2008 R2</li> <li>• Microsoft Windows Small Business Server 2011</li> <li>• Microsoft Windows 8.1</li> <li>• Microsoft Windows 7</li> <li>• Microsoft Windows Multipoint Server</li> <li>• VMWare ESXi 5.5</li> </ul>
Memoria	Hasta 32 GB PC3-12800E 1600 MHz DDR3 ECC vía 4 ranuras (UDIMM)
Bahías para discos	Hasta 4 de 3.5" fijas o hasta 4 de 2,5" fijas
Bahías para discos	Hasta 4 de 3.5" fijas o hasta 4 de 2,5" fijas
Máximo almacenamiento interno	Gabinete de hasta 16 TB SATA de 3,5" o de hasta 4 TB de 2,5".
Soporte RAID	Think Server integrado RAID 100 (0/1/10/5)
Fuente de alimentación	1 fija – 450 W, 1 fija – 280 W opcional
Interfaz de red	1 x Ethernet Gb integrada
Ranuras de expansión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x PCIe GEN3: 16 mecánicas HH/FL, 16 eléctricas</li> <li>• 1 x PCIe GEN2: 1 mecánica HH/HL, 1 eléctrica</li> <li>• 1 x PCIe GEN2: 16 mecánicas FH/HL, 16 eléctricas</li> <li>• 1 PCI 32 bits / 33 MHz: FH/HL</li> </ul>
Diagnósticos	Panel de diagnósticos inteligente
Administración de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intel® Advanced Management Technology 9.0 de Intel (modelos con Xeon®)</li> <li>• Standard Manageability (Administración estándar de Intel (Modelos con Core i3)</li> </ul>
Dimensiones (A X P X A)	(174,75 mm x 374,90 mm x 430,78 mm) o (6,88" x 14,76" x 16,96")

Características del servidor THINKSERVER TS140

La información recopilada por los instrumentos de medición, tendrán como destino el almacenamiento de datos en el cual se implementará un servidor que tenga las características suficientes con el Plc y software utilizado, evitando conflictos de comunicación.

### **Servidor OPC - Software (Catálogo Siemens)**

El Servidor OPC para los PLC de Siemens provee una conectividad robusta a través de Ethernet con la familia de Plc S7 (S7-200, S7-300, S7-400, S7 1200 y S7 1500 Series). Para acceder fácilmente a los datos del PLC de Siemens S7, este Servidor le permite comunicarse de inmediato. el Servidor OPC de Siemens S7 PLC le da la información de sus datos justo cuando usted lo necesita.

La configuración del servidor OPC está integrada en la configuración de hardware de STEP 7. Los módulos S7 ya configurados del proyecto STEP 7 se pueden integrar directamente.

### **sistema de control de procesos SIMATIC PCS7 (Catálogo Siemens)**

PCS7 (a partir de V6.0 +SP3) La utilización de aplicaciones PCS7 permite generar variables y textos de notificación SNMP de forma automática con SNMP Mapper (forma parte del STEP 7) en WinCC.

### **APLICACIONES (Catálogo Siemens)**

- Comunicaciones seguras y rápidas entre el PC y el PLC.
- Monitorizar las variables de los Plc de Siemens.

### **VENTAJAS (Catálogo Siemens)**

S7/S5-OPC-Server es compatible con OPC -XML-DA y por lo tanto las aplicaciones que no se basan en Windows pueden trabajar también con S7/S5-OPC-Server.

### **DATOS TÉCNICOS (Catálogo Siemens)**

- Compatible con PLCs S7-200, S7-300, S7-400 y S5.
- Comunicación vía MPI, PROFIBUS, PPI, TCP/IP.
- Compatible con todos los OPC cliente, por ejemplo, IFix, WinCC y InTouch.
- Permite utilizar símbolos de proyectos desarrollados en el S7.
- Es seguro gracias a que controla continuamente las conexiones.
- Diagnósticos basados en web.
- Instalación en menos de un minuto.
- Integración de distintos fabricantes.
- Disminuye inversión de drivers y permite configuración de gráficos en Excel.

## 5. Sensor relé de corriente

**Potencia eléctrica:**  $P = \sqrt{3} \times I \times V \times \text{COS}\phi$

### Corriente Eléctrica

se tomará con los datos obtenidos de los motores

usados en el desarenador. Ver tabla xx, pág.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{COS}\phi}$$

$$I = \frac{5\,520}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,83}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

Se elegirá un sensor de corriente sensible a 10 Amp. que es la corriente generada por el motor puesto en marcha.

### Sección del conductor:

Para la selección del conductor se dará con la mayor distancia desde caseta de control con el motor instalado (ver tabla 8 pág. 38) con una 2.5% de caída de tensión según código nacional de utilización. Ver tabla xx, pág.

<p>Para 236 m: <math>S = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \text{COS}\phi}{K \times e}</math></p> $S = \frac{\sqrt{3} \times 236 \times 10 \times 0,83}{56 \times 9,5}$ <p><math>S = 6,37 \text{ mm}^2</math></p>	<p>para 85 m: <math>S = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \text{COS}\phi}{K \times e}</math></p> $S = \frac{\sqrt{3} \times 86 \times 10 \times 0,83}{56 \times 9,5}$ <p><math>S = 2,29 \text{ mm}^2</math></p>
---	---

Para distancias de 236 m que es la mayor distancia entre la caseta de control y la compuerta de caudal se usará un cable de 10 mm<sup>2</sup>, y para 85 m de distancia un conductor de 4 mm<sup>2</sup>. Evitando así la caída de tensión.

Tabla 28

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm <sup>2</sup> )									
© Catálogo Indeco	CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
			mm	mm	mm	mm		Kg/Km	AIRE
	mm <sup>2</sup>							A	A
	2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
	4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
	6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
	10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
	16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
	25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107

Conductores eléctricos

Figura 17



© Catálogo siemens

Relé de corriente 3UG4622-1AA30

Tabla 29

Circuito de medida:		
Número de polos para circuito principal		1
Tipo de corriente para vigilancia		AC/DC
Corriente medible	A	0,05 ... 15
Corriente medible con AC	mA	50 ... 15 000
Frecuencia de red medible	Hz	40 ... 500
Valor de respuesta ajustable para corriente		
• 1	A	0,05 ... 10
• 2	A	0,05 ... 10
Retardo a la excitación ajustable		
• en el arranque	s	0,1 ... 20
• con rebase por exceso o defecto del valor límite	s	0,1 ... 20
Histéresis de conmutación ajustable para valor medido de corriente	mA	10 ... 5 000
Tiempo de puenteo en caso de fallo de red mín.	ms	10
Tensión de empleo valor asignado	V	24 ... 24
Tiempo de reacción máx.	ms	450
precisión de medida relativa	%	5
Precisión del display digital		+/-1 dígito
error de medida relativo referido a la temperatura	%	5
Deriva de temperatura por cada °C	%/°C	0,1
precisión de repetición relativa	%	1

© Catálogo siemens

Características Relé 3UG4622-1AA30

Tabla 30

Datos técnicos generales:		
Tipo de display		LCD
Función del producto		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de sobreintensidad 1 fase</li> <li>• Detección de sobreintensidad 3 fases</li> <li>• Detección de mínima intensidad 1 fase</li> <li>• Detección de mínima intensidad 3 fases</li> <li>• Detección de sobreintensidad DC</li> <li>• Detección de mínima intensidad DC</li> <li>• Detección de ventana de corriente DC</li> <li>• reset externo</li> <li>• reset automático</li> <li>• principio de corriente de trabajo/corriente de reposo seleccionable</li> </ul>		<p>Sí</p> <p>No</p> <p>Sí</p> <p>No</p> <p>Sí</p> <p>Sí</p> <p>Sí</p> <p>Sí</p> <p>Sí</p> <p>Sí</p>
Tiempo de arranque tras aplicar la tensión de alimentación de mando	ms	1 000
Tipo de corriente de la tensión de alimentación		AC/DC
Tensión de alimentación		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 con AC                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— con 50 Hz valor asignado</li> <li>— con 60 Hz valor asignado</li> </ul> </li> <li>• 1                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— con DC valor asignado</li> </ul> </li> </ul>	<p>V</p> <p>V</p> <p>V</p>	<p>24</p> <p>24</p> <p>24</p>
Resistencia a tensión de choque valor asignado	kV	4
potencia activa consumida	W	2
Grado de protección IP		IP20
Altitud de instalación con altura sobre el nivel del mar máx.	m	2 000

© Catálogo siemens

Características Relé 3UG4622-1AA30 (1)

## 6. Sensor de posición

Figura 18

© Catálogo siemens



Encoder absoluto



Tabla 31

<b>Datos eléctricos / Electrical data</b>	
<b>Tensión de empleo Up</b> <i>Operating voltage Up</i>	DC 10 ... 30 V
<b>Consumo, máx.</b> <i>Max. power consumption</i>	100 ... 300 mA (2,5 W)
<b>Interfaz</b> <i>Interface</i>	PROFIBUS DP-V2
<b>Entrada de reloj</b> <i>Clock input</i>	Receptor de línea diferencial según norma EIA RS 485 <i>Differential line receiver according to EIA Standard RS 485</i>
<b>Salida de datos</b> <i>Data output</i>	Receptor de línea diferencial según norma EIA RS 485 <i>Differential line driver according to EIA Standard RS 485</i>
<b>Resistencia a cortocircuito</b> <i>Short-circuit strength</i>	Sí <i>Yes</i>
<b>Velocidad de transferencia</b> <i>Transmission rate</i>	12 Mbit/s
<b>LED para diagnóstico</b> <i>LED for diagnostics</i>	Sí (verde/rojo) <i>Yes (green/red)</i>
<b>N.º de estaciones</b> <i>Number of nodes</i>	99
<b>Diámetro del cable</b> <i>Cable diameter</i>	6,5 mm ... 9,0 mm, Desmontaje de capota posible sin interrumpir el bus <i>6.5 mm ... 9.0 mm, Tube dismantling possible without bus interruption</i>
<b>Resolución</b> <i>Resolution</i>	27 bit, (8192 incrementos x 16384 incrementos) <i>27 bit, (8192 increments x 16384 increments)</i>
<b>Long. de cable hasta la electrónica siguiente, máx. / Cable length up to the subsequent electronics, max.</b>	
<b>Hasta 93,75 kbits/s</b> <i>Up to 93.75 kbit/s</i>	1200 m
<b>Hasta 1,5 Mbits/s</b> <i>Up to 1.5 Mbit/s</i>	200,0 m
<b>Hasta 12 Mbits/s</b> <i>Up to 12 Mbit/s</i>	100,0 m
<b>Tipo de código / Code type</b>	
<b>Exploración</b> <i>Sampling</i>	Gray
<b>Transmisión</b> <i>Transmission</i>	binario, PROFIBUS <i>binary, PROFIBUS</i>

© Catálogo siemens

Características eléctricas del encoder absoluto

Tabla 32

<b>Datos mecánicos / Mechanical data</b>	
<b>Diámetro del eje</b> <i>Shaft diameter</i>	6 mm
<b>Longitud del eje</b> <i>Shaft length</i>	10 mm
<b>Aceleración angular máx.</b> <i>Angular acceleration, max.</i>	100000 rad/s <sup>2</sup>
<b>Momento de inercia del rotor</b> <i>Moment of inertia of rotor</i>	0,00000190 kgm <sup>2</sup>
<b>Vibración (55...2000 Hz), máx.</b> <i>Vibration (55...2000 Hz), max.</i>	100 m/s <sup>2</sup>
<b>Par de fricción (a 20 °C)</b> <i>Friction torque (at 20°C)</i>	<= 0,01 Nm
<b>Par de fricción (a 20 °C)</b> <i>Starting torque (at 20°C)</i>	<= 0,01 Nm
<b>Peso neto</b> <i>Net weight</i>	0,5 kg
<b>Velocidad max. / Speed max.</b>	
<b>Con precisión ± 1 bit</b> <i>With ± 1 bit accuracy</i>	5800 r/min
<b>Velocidad máx. admisible (mec.)</b> <i>Max. permissible speed (mech.)</i>	6000 r/min
<b>Capacidad de carga de ejes / Load capacity</b>	
<b>n = 6000 r/min</b>	
- Axial <i>- Axial</i>	10 N
- Radial en el extremo de eje <i>- Radial at shaft end</i>	20 N
<b>n &gt; 6000 r/min</b>	
- Axial <i>- Axial</i>	40 N
- Radial en el extremo de eje <i>- Radial at shaft end</i>	110 N
<b>Grado de protección / Degree of protection</b>	
<b>Sin entrada de eje</b> <i>Without shaft input</i>	IP67
<b>Con entrada de eje</b> <i>With shaft input</i>	IP64

© Catálogo siemens

Características mecánicas del encoder absoluto (1)

## 7. Controlador de SC200

EL Controlador universal SC200: 100-240 V de CA con dos entradas de sensores digitales y dos salidas 4-20 mA.

### Facilidad de uso y confianza en los resultados (Catálogo HACH)

Gracias a la nueva pantalla de calibración y a los procedimientos de calibración guiados se reducen los errores de operador. El lector de tarjetas SD protegido por contraseña ofrece una solución sencilla para descargar y transferir datos. El sistema de alerta visual brinda las alertas más importantes

### Opciones de comunicación (Catálogo HACH)

MODBUS RS232/RS485

Profibus DPV1

HART

### Un controlador, varias opciones de comunicación (Catálogo HACH)

Hach ofrece el catálogo más extenso de sensores y analizadores para realizar análisis de aguas con capacidad DP MODBUS RS232, MODBUS RS485 y Profibus.

#### Especificaciones (Catálogo HACH)

Aberturas de los conductos:	1/2" Conducto de NPT
Capacidades de comunicación:	2x 4-20mA Out
Certificaciones eléctricas:	EMC - Cumple con certificación CE para emisiones conducidas e irradiadas (EN 50081-2)
Comunicación:	MODBUS RS232/RS485, PROFIBUS DPV1 o HART 7.2 opcional
Condiciones de almacenamiento:	-20 °C - 70 °C
Configuraciones de montaje:	Montaje den muro, poste y panel
Dimensiones (A x A x P):	144 mm x 144 mm x 181 mm
Entrada sensor #1:	Digital
Entrada sensor #2:	Digital
Funciones de Relé:	Alarma, temporizador, control del alimentador, PWM o control Fm, alarma del sistema.
Protección IP	IP66 / NEMA 4X

Tabla 33

**Elija entre la amplia variedad de sensores digitales y análogos de Hach**

Parámetro	Sensor	Digital o análogo
Amoniaco	AMTAX™ sc, NH4D sc	●
Cloro	CLF10 sc, CLT10 sc, 9184 sc	●
Dióxido de cloro	9185 sc	●
Conductividad	3400, 3700	△
Oxígeno disuelto	LDO™, 5740 sc	●
Oxígeno disuelto	5500	△
Flujo	Sensores U53, F53	△
Nitrato	NITRATAX™ sc, NO3D sc	●
Aceite en el agua	FP360 sc	●
Orgánicos	UVAS sc	●
Ozono	9187 sc	●
pH/ORP	pHD	●
pH/ORP	pHD, combinación de pH, LCP	△
Fosfato	PHOSPHAX™ sc	●
Nivel de sedimento	SONATAX™ sc	●
Sólidos en suspensión	SOLITAX™ sc, TSS sc	●
Turbiedad	1720E, FT660 sc, SS7 sc, ULTRATURB sc, SOLITAX sc	●

● = Digital    △ = Análogo

© Catálogo Hach

Sensores Hach que son utilizado con el controlador sc200

Figura 19



© Catálogo Hach

Controlador sc200

## 7.1 Sensor de turbidez

Se usará un sensor de la marca Hach, que es el acoplamiento del controlador SC200. Tendrá una medida de 4000 NTU según gráfico 4, pág. 47 con una velocidad de 2.5 m/s a la salida y entrada del desarenador, según tabla 06, pág. 36

### **Para turbidez más bajo y el más alto contenido de sólidos: SOLITAX sc**

Medición de turbidez a 90 °C de acuerdo con DIN EN ISO 7027. El detector de luz retrodifusa mide los sólidos en suspensión de forma precisa de acuerdo con DIN 37414. Un único factor de corrección sustituye a la larga serie de calibraciones de varios puntos con dilución.

### **Sin calibración (Catálogo HACH)**

El limpiador de limpieza automática del sensor SOLITAX sc ayuda a prevenir errores en los valores y problemas de mantenimiento al impedir el crecimiento biológico. Las burbujas de gas en la muestra no interfieren en la medición.

### **Excelente correlación con los análisis de laboratorio (Catálogo HACH)**

Todas las sondas sc SOLITAX se calibran en fábrica de conformidad con la norma DIN EN ISO 7027 para la estabilidad de calibración a largo plazo. La calibración no es necesaria. Si se usa la sonda para medir el contenido de sólidos, una calibración de un punto es suficiente.

### **Comprobado sistema de limpieza (Catálogo HACH)**

Las comparaciones entre análisis de laboratorio y medición continua de sólidos suspendidos usando sensores SOLITAX sc muestran una correlación excepcional. Medición en línea no sólo ahorra tiempo en el análisis manual, sino que también proporciona medidas de TSS en tiempo real crítico que se puede utilizar para operar la planta de manera más eficiente.

### **Especificaciones (Catálogo HACH)**

Certificaciones:	CE
Diámetro del sensor:	60 mm
Exactitud:	Turbidez de hasta 1000 NTU: sin calibración < 5 % del valor medido ±0,01 NTU, con calibración < 1 % del valor medido ±0.01 NTU
flujo:	Máx. 3 m/s
Intervalo de mantenimiento:	1 h/mes
Longitud:	200 mm

Límite de presión:	5 bar
Longitud de cable:	10 m (extensión opcional)
Longitud de cable máx. de sensor a controlador:	100 m
Material:	Portador de sistema óptico y manguito: acero inoxidable 1,4571; brazo del limpiador: acero inoxidable 1,4581; goma del limpiador: goma de silicona (estándar) Opcional: Viton (LZX578); eje del limpiador: acero inoxidable 1.4571
Método de Calibración:	Turbidez: Formacina o estándar STABLCAL (a 800 NTU). Sólidos suspendidos: Muestra específica, según el análisis de TSS gravimétrico con un procedimiento de factor de corrección.
Notas especiales:	instalación: distancia entre sensor y muro > 50 cm (turbidez); distancia entre el sensor y el muro >10 cm (TSS),
Parámetro:	sólidos en suspensión, Turbidez.
Rango de medición de Turbiedad:	0,001 - 4000 NTU
Rango de medición del contenido de TSS:	0,001 mg/L - 50 g/L
Rango de Temperatura de operación:	0 - 40 °C
Tiempo de respuesta T90:	1 - 300 s ajustable
Tipo de montaje	Inmersión

Figura 20

© Catálogo Hach



Sensor Hach Solitax sc

## 7.2 Sonatax sc con sc200

La velocidad en las cámaras de sedimentación es de  $\leq 0,25$  m/s con una profundidad de 12 m el cual se instalará el sensor según la medida admisible para una correcta medición. según tabla 06, pág. 36

Optimice la extracción de lodo, administre la recirculación y sepa si hay posibles lavados de sólidos o alteraciones del proceso mediante la medición continua del nivel del manto de lodo. La sonda digital elimina las interferencias y viene con compensación automática de la temperatura

- Menos mantenimiento con el innovador diseño de aspas limpiadoras
- Exactitud superior con ajuste de frecuencia automático
- Confiabilidad de rendimiento
- Compensación de temperatura para los cambios estacionales

### Especificaciones (Catálogo HACH)

Comunicación:	2x 4-20mA Out
Configuraciones de montaje:	Pívor
Diámetro del sensor:	185 mm
Exactitud:	0,1 m
flujo:	máx. 3 m/s
Garantía:	2 años
Intervalo de mantenimiento:	1 h/mes
Longitud:	130 mm
Límite de presión:	$\leq 0,3$ bar
Longitud de cable:	10 m (cables de extensión opcionales
Material:	POM: Compuesto encapsulante del imán del limpiador: Resina de epoxi.
Método de Calibración:	Un apagado en la puesta en servicio, automático
Peso del sensor:	3,5 kg
Principio de medición:	Medición ultrasónica
Rango:	0,2 - 12 m nivel de lodo
Rango de medición:	0,2
Rango de Temperatura de operación:	0 - 50 °C
Resolución:	0,03 m

Figura 21

© Catálogo Hach



Sensor Hach Sonatax sc

## 8. Transmisor de caudal HydroRanger 200

### Beneficios (Catálogo Siemens)

- Monitorización de pozos de bombeo, canales y vertederos.
- Comunicación digital con Modbus RTU por RS 485.
- Compatibilidad SmartLinx y SIMATIC PDM (software de configuración).
- Monitoreo de nivel en uno o dos puntos.
- Supresión automática de falsos ecos provenientes de obstáculos fijos.
- Reducción de trazas de grasa y otras acumulaciones.
- Transmisor de amplificador diferencial con supresión de ruidos ambientales y relación señal-ruido perfeccionada.
- Opciones de montaje mural y en panel.

Figura 22

© Catálogo Siemens



Transmisor HydroRanger 200



Tabla 34

<b>Modo de operación</b>	
Principio de medida	Medición de nivel por ultrasonidos
Rango de medida	0,3 ... 15 m (1 ... 50 ft), depende del sensor
Puntos de medida	1 ó 2
<b>Entrada</b>	
Analógica	0 ... 20 mA ó 4 ... 20 mA, ajustable, de un aparato externo (modelo con 6 relés)
Discreta	10 ... 50 V DC, nivel de conmutación 0 lógico 0 ≤ 0,5 V DC 1 lógico 1 = 10 ... 50 V DC Máx. 3 mA
<b>Salida</b>	
Sensor EchoMax	44 kHz
Sensor ultrasónico	Sensores compatibles: ST-H y serie EchoMax XPS-10, XPS 15/15F, y XRS-5
Relés <sup>1)</sup>	5A a 250 V AC, carga óhmica
• Modelo con 1 relé <sup>2)</sup>	1 contacto SPST forma A
• Modelo con 3 relés <sup>2)</sup>	2 contactos SPST Forma A/ 1 contacto SPDT Forma C
• Versión con 6 relés	4 contactos SPST Forma A/ 2 contactos SPDT Forma C
Salida mA	0 ... 20 mA ó 4 ... 20 mA
• Carga máx.	750 Ω, aislada
• Resolución	0,1 % del rango
<b>Precisión</b>	
Desviación de medida	0,25 % del rango o 6 mm (0.24 inch), se aplica el valor más alto
Resolución	0,1 % del rango de medida o 2 mm (0.08 inch), se aplica el valor más alto <sup>3)</sup>
Compensación de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -50 ... +150 °C (-58 ... +302 °F)</li> <li>• Sensor ultrasónico con sensor de temperatura</li> <li>• Sensor de temperatura TS-3 externo (opción)</li> <li>• Valores de temperatura programables</li> </ul>
<b>Condiciones nominales de aplicación</b>	
Condiciones de montaje	
• Ubicación	Montaje interior / a prueba de intemperie
• Categoría de instalación	II
• Grado de contaminación	4
Condiciones ambientales	
• Temperatura ambiente (caja)	-20 ... +50 °C (-4 ... +122 °F)

© Catálogo Siemens

Características del transmisor HydroRanger 200

Tabla 35

© Catálogo Siemens	<b>Construcción mecánica</b>	
	Peso	
	• Montaje en pared	1,37 kg (3.02 lb)
	• Montaje en panel	1,50 kg (3.31 lb)
	Material (caja)	Polycarbonato
	Tipo de protección (caja)	
	• Montaje en pared	IP65/Tipo 4X/NEMA 4X
	• Montaje en panel	IP54/Tipo 3/NEMA 3
	Cable	
	• Sensor y señal de salida analógica	Conductor de cobre doble núcleo, trenzado, apantallado, 300 Vrms, sección 0,82 mm <sup>2</sup> (18 AWG), Belden 8 760 o equivalente
• Distancia máxima entre el sensor de ultrasonidos y el transmisor	365 m (1 200 ft)	
<b>Elementos de indicación y manejo</b>	Display de cristal líquido multcampo iluminado, 100 x 40 mm (4 x 1.5 inch)	
Programación	Programación mediante programador manual o PC con software SIMATIC PDM	
<b>Alimentación eléctrica<sup>4)</sup></b>		
Versión AC	100 ... 230 V AC ± 15 %, 50/60 Hz, 36 VA (17 W)	
Versión DC	12 ... 30 V DC (20 W)	
<b>Certificados y aprobaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CE, RCM<sup>5)</sup></li> <li>• Lloyd's Register of Shipping</li> <li>• Aprobación tipo ABS (American Bureau of Shipping)</li> <li>• FM, CSA<sub>US/C</sub>, UL listed</li> <li>• CSA<sub>US/C</sub> Clase I, Div. 2, Grupos A, B, C, y D, Clase II, Div. 2, Grupos F y G, Clase III (sólo montaje en pared)</li> <li>• MCERTS Clase 3 (caudal en canal abierto)</li> </ul>	
<b>Comunicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RS 232 con Modbus RTU o ASCII por conector RJ-11</li> <li>• RS 232 con Modbus RTU o ASCII por regletas de bornes</li> <li>• Opcional: Módulos SmartLinx para             <ul style="list-style-type: none"> <li>- PROFIBUS DP</li> <li>- DeviceNet</li> </ul> </li> </ul>	

Características del transmisor HydroRanger 200 (1)

**8.1 Sensor de caudal EchoMax XRS-5 (ultrasonido)**

El valor de la altura a medir según lo especificado en la figura 08, pág. 39 es de 4,9 m el cual se adicionará 2 m adicionales para la instalación con los equipos, del cual se observa en la figura 11, pág. 59

### **Beneficios (Catálogo Siemens)**

- Ángulo de haz estrecho (10°)
- Cuerpo de copolímero PVDF y superficie emisora de caucho CSM insensibles a productos químicos
- Rango de medición: 8 m (26 ft) en líquidos y lodos
- Protección contra inundación IP68
- Fácil de instalar con conexión roscada 1" NPT o R 1" BSPT

### **Gama de aplicación (Catálogo Siemens)**

El XRS-5 mide sin contacto en rangos de 0,3 ... 8 m (1 ... 26 ft). Incorpora nuestra tecnología de procesamiento de señal para mediciones fiables en presencia de ecos perturbadores, turbulencias y espuma. La superficie emisora de caucho CSM sellado y el cuerpo de copolímero PVDF presentan buena resistencia a: metano, salmuera, productos químicos. Con una protección IP68 este robusto sensor es idóneo para aplicaciones con riesgo de inmersión. La vaina permite obtener mediciones fiables de nivel alto durante la inmersión. El XRS-5 es un económico sensor de ultrasonidos compatible con una amplia gama de transmisores Siemens: desde instrumentos básicos para control de alarma alta/baja o control de bombas hasta avanzados sistemas de control con comunicaciones, telemetría o integración con sistemas SCADA. Aplicaciones: pozos de bombeo, canales abiertos, vertederos y lechos de filtrado.

Figura 23

© Catálogo Siemens



Sensor EchoMax XRS-5

Tabla 36

**Datos técnicos**

<b>Modo de operación</b>	
Principio de medida	Sensor ultrasónico
<b>Entrada</b>	
Rango de medida	0,3 ... 8 m (1 ... 26 ft), depende de la aplicación
<b>Salida</b>	
Frecuencia	44 kHz
Ángulo de dispersión del haz	10°
<b>Precisión</b>	
Error de temperatura	Compensado por el sensor de temperatura interno
<b>Condiciones nominales de aplicación</b>	
Presión en el tanque	Atmosférica normal
Condiciones ambientales	
• Temperatura ambiente	-20 ... +65 °C (-4 ... +149 ° F)
<b>Construcción mecánica</b>	
Peso (peso aproximado del sensor con longitud estándar de cable)	1,2 kg (2.6 lb)
Material (caja)	Caja de copolímero PVDF, superficie emisora de CSM
Conexión al proceso	1" NPT [(cónica), ANSI/ASME B1.20.1] or R 1" [(BSPT), EN 10226]
Grado de protección	IP65/IP68
Conexión de cables	Par trenzado/apantallado, sección 0,5 mm <sup>2</sup> (20 AWG), material aislante PVC
Cable (longitud máx.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 365 m (1 200 ft) de cable coaxial RG 62 A/U</li> <li>• 365 m (1 200 ft) de cable de 2 conductores, par trenzado, blindaje metálico, sección 0,5 mm<sup>2</sup> (20 AWG), material aislante PVC, sólo para MultiRanger 100/200</li> </ul>
<b>Opciones</b>	
Versión de brida	Brida instalada en fábrica con superficie emisora PTFE, estándar ASME, EN o JIS
Vaina anti inundación	Para aplicaciones con riesgo de inmersión
<b>Certificados y aprobaciones</b>	
	CE, RCM, KCC CSA Clase I, Div. 2, Grupos A, B, C, D, Clase II, Div. 1, Grupos E, F, G FM Clase I, Zona 1, AEx m IIC, T6 Clase II, III, Div. 1, Grupos E, F, G T6 ATEX II 2GD / IECEx / INMETRO Ex mb IIC T6 Gb, Ex tb IIIC T85 °C Db

© Catálogo Siemens

Características del sensor EchoMax XRS-5

## 9. Comunicación Ethernet Industrial

Para la comunicación usaremos un equipo ethernet industrial de seguridad, que proteja la red de comunicación de posibles intrusos y permitan dañar la información obtenida.

### SCALANCE s615

scalance s615 lan-router; protege dispositivos y redes en automatización y la comunicación industrial por medio de vpn y firewall; otras funciones: conversión dirección (nat/napt), conexión a sinema rc, 5-puertos switch, 1x entrada digital, 1x salida digital.

Tabla 37

Velocidad de transf.	
Tasa de transferencia	10 Mbit/s, 100 Mbit/s
Interfaces	
Número de conexiones eléctricas/ópticas / para componentes de red o equipos terminales / máx.	5
Número de conexiones eléctricas	
• para alimentación	1
• para alimentación redundante	1
Tipo de conexión eléctrica	
• para red interna	Puerto RJ45
• para red externa	Puerto RJ45
• para alimentación	Regleta de bornes de 5 polos
Tipo de soporte de datos intercambiable / C-PLUG	Sí
Entradas / salidas	
Número de conexiones eléctricas	
• para señales digitales de entrada	1
• para señales digitales de salida	1
Tipo de conexión eléctrica	
• para señales digitales de entrada	Bloque de bornes de 2 polos
• para señales digitales de salida	Bloque de bornes de 2 polos
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tensión de alimentación / externa	24 V
Tensión de alimentación / externa	10,8 ... 28,2 V
Tipo de corriente / de la tensión de alimentación	DC
corriente consumida / máx.	0,2 A

Catálogo Siemens

características del equipo de comunicación y seguridad Scalance s615

Tabla 38

Funciones del producto / Security	
Tipo de cortafuegos	stateful inspection
Función del producto / con conexión VPN	IPSec, OpenVPN (como Client para SINEMA RC)
Tipo de algoritmos de cifrado / con conexión VPN	AES-256, AES-192, AES-128, 3DES-168, DES-56
Tipo de procedimientos de autenticación / con conexión VPN	Preshared Key (PSK), certificados X.509v3
Tipo de algoritmos Hashing / con conexión VPN	MD5; SHA-1
Número de conexiones posibles / con conexión VPN	20
Función del producto	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección por contraseña</li> </ul>	Sí
<ul style="list-style-type: none"> <li>• limitación del ancho de banda</li> </ul>	No
<ul style="list-style-type: none"> <li>• NAT/NAPT</li> </ul>	Sí
Funciones del producto / Hora	
Protocolo / soportado / NTP	Sí
Componente del producto / Reloj de tiempo real del hardware	Sí
Propiedad del producto / reloj de tiempo real del hardware respaldado	No
Normas, especificaciones y homologaciones	
Norma	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• para FM</li> </ul>	FM-CoC 3021712
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sobre zonas EX</li> </ul>	EN 60079-15, EN 60079-0, II 3 G Ex nA IIC T4 Gc, KEMA 07ATEX0145 X
<ul style="list-style-type: none"> <li>• para seguridad / de CSA y UL</li> </ul>	UL E115352 (NWGQ, NGWQ7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• para emisión de perturbaciones</li> </ul>	EN 61000-6-4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• para inmunidad a perturbaciones</li> </ul>	EN 61000-6-2

Catálogo Siemens

Características del equipo de comunicación y seguridad Scalance s615 (1)

Figura 24

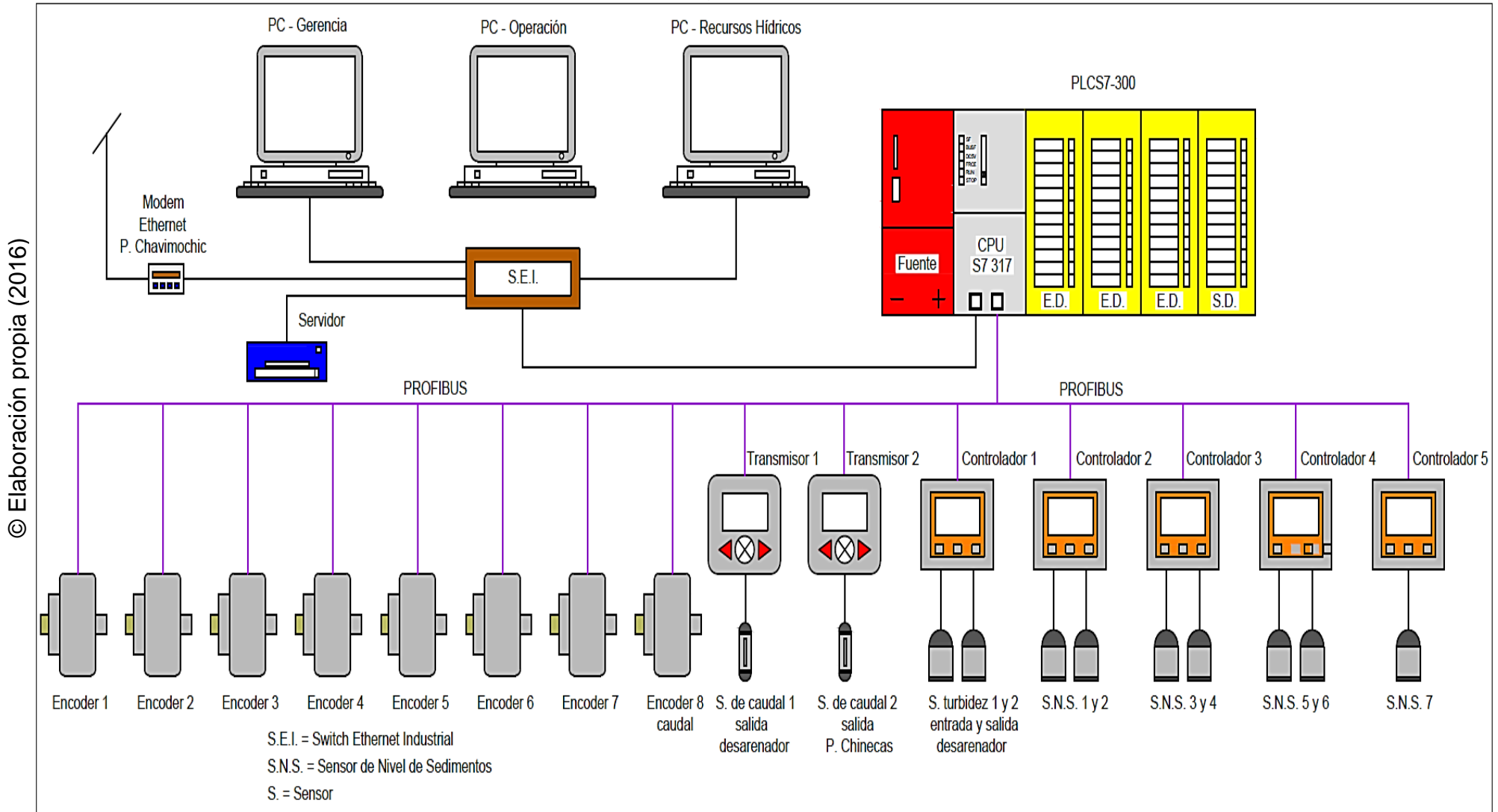


Catálogo Siemens

Router Ethernet Industrial

## **ANEXO 05: elaboración de programas para el control de compuertas**

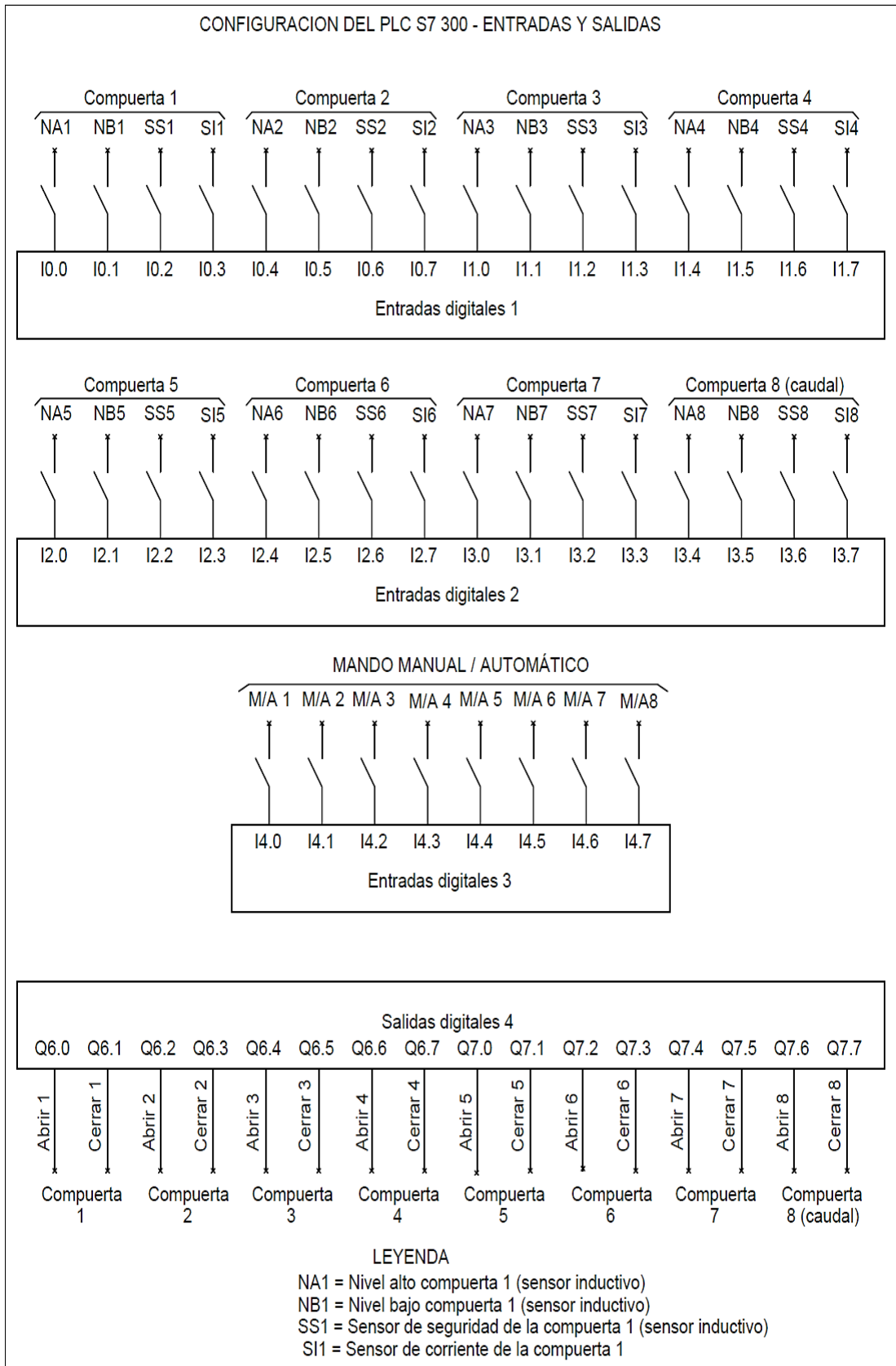
Figura 25



Conexión de equipos al sistema



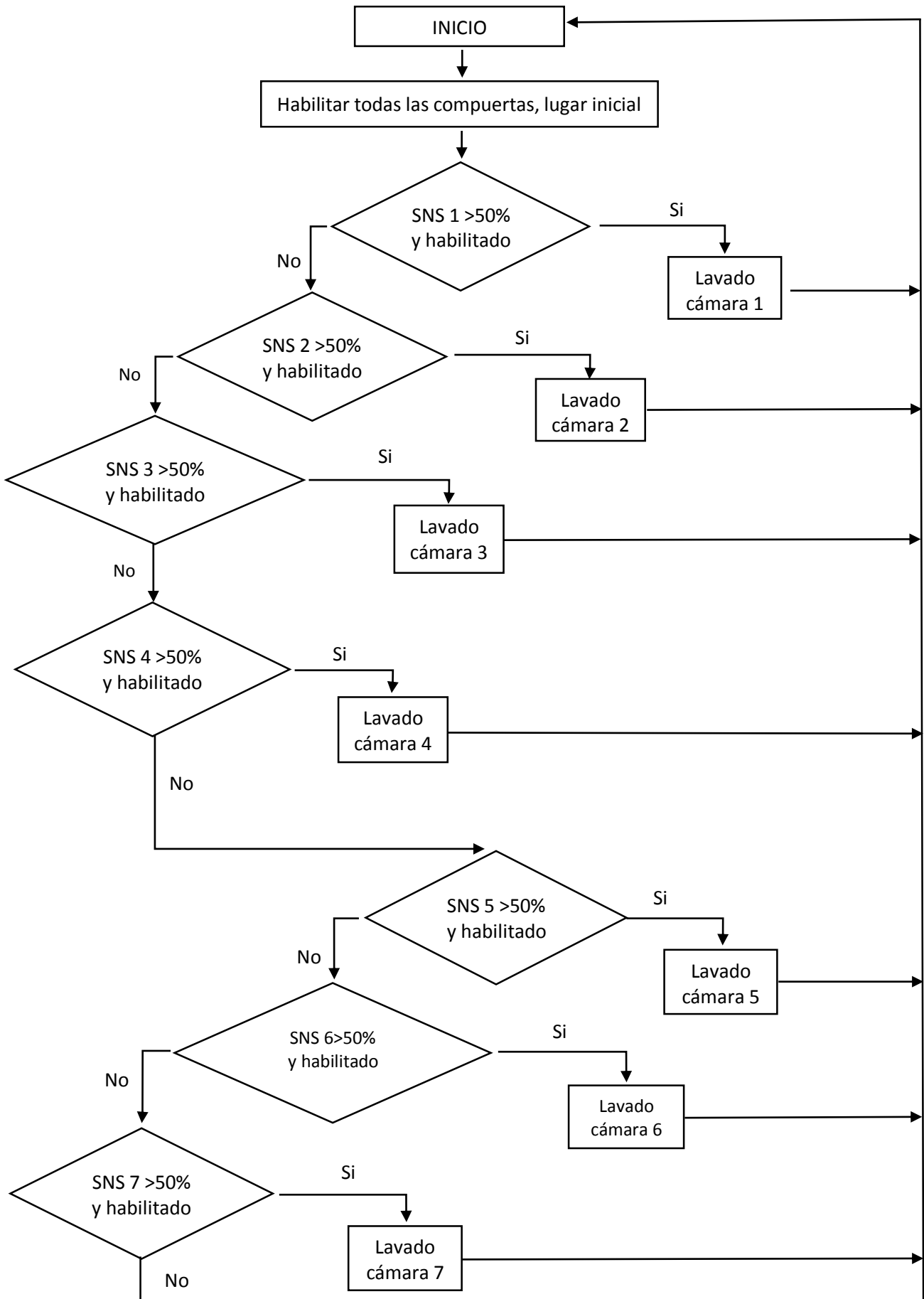
Figura 26

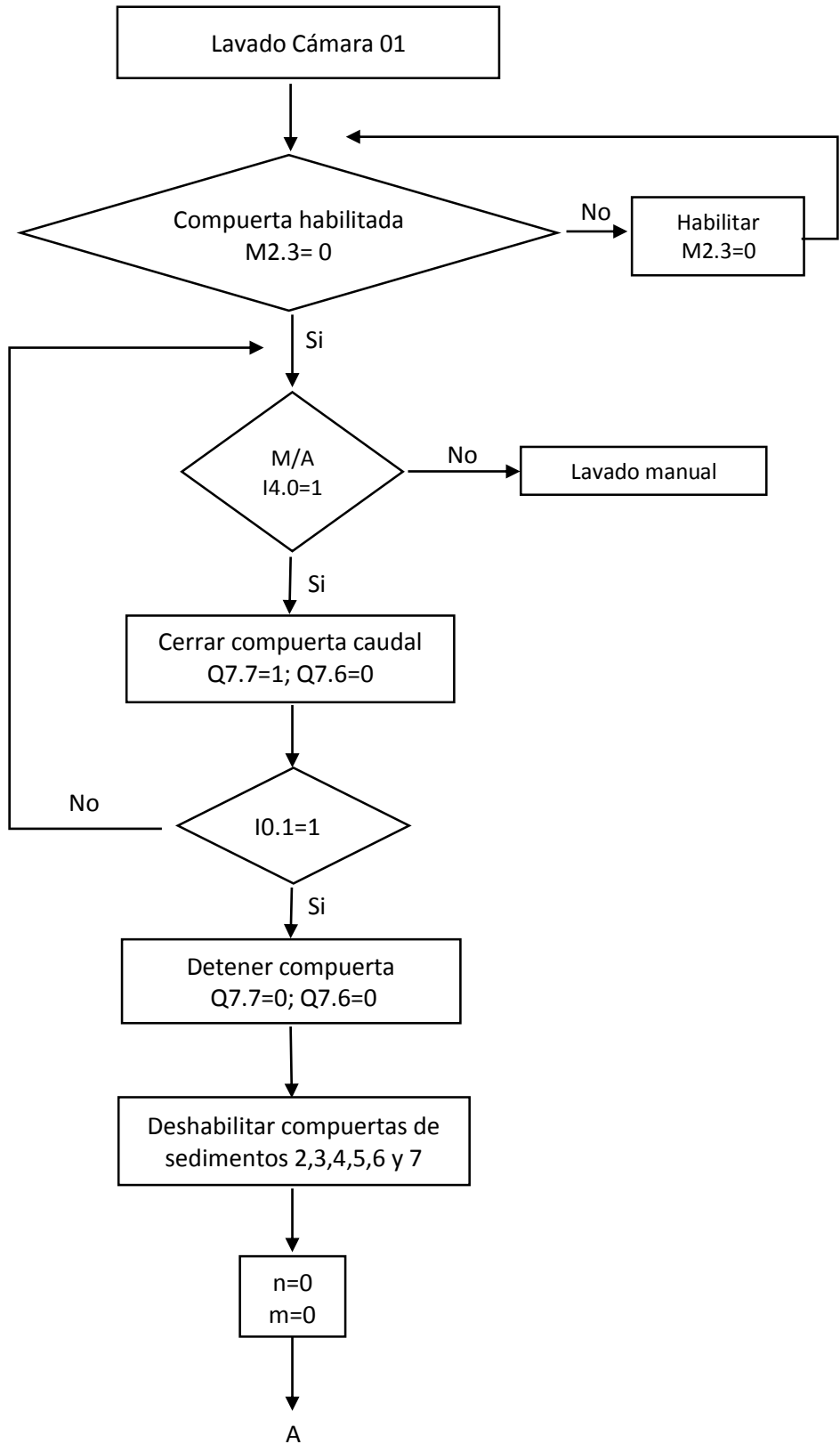


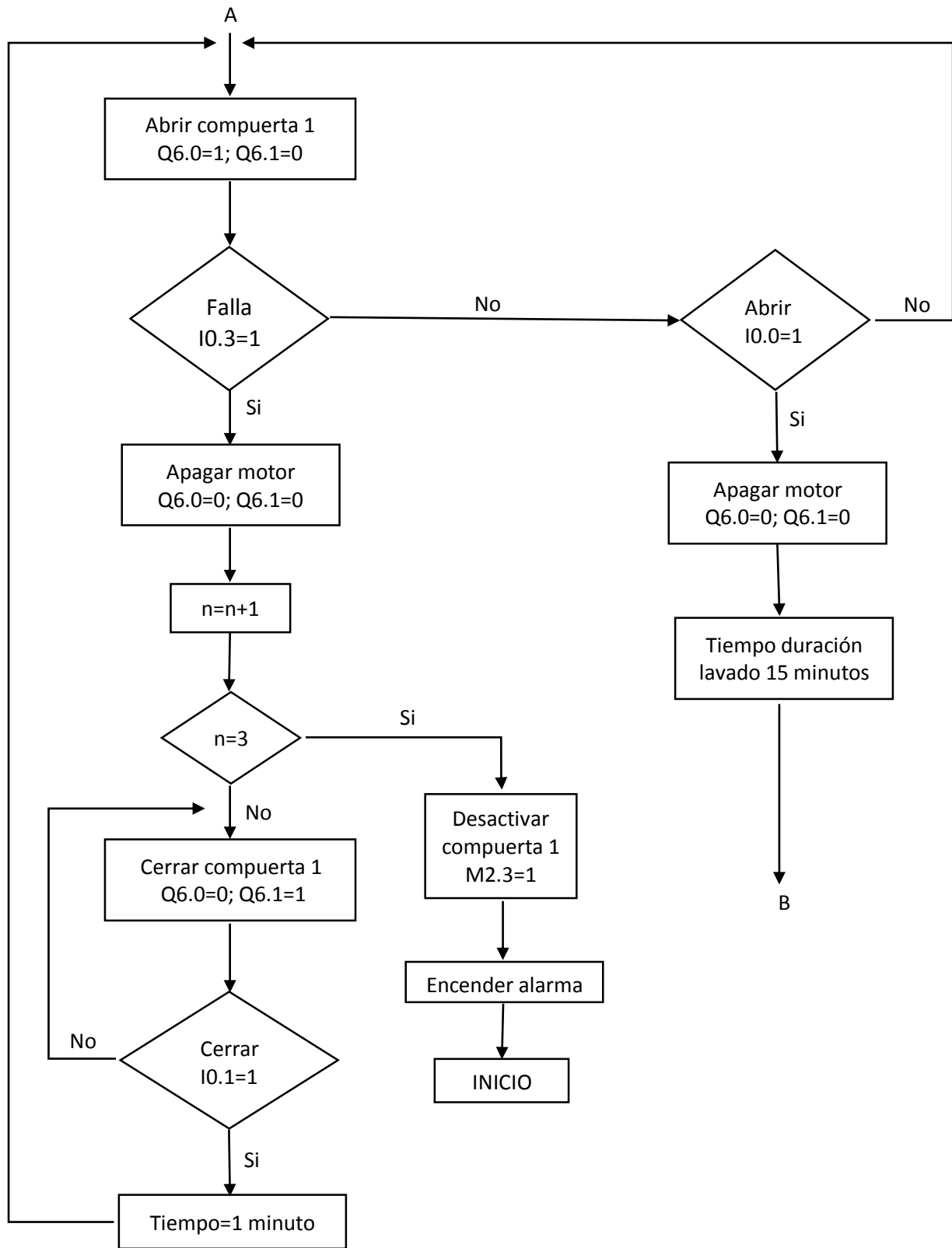
© Elaboración propia (2016)

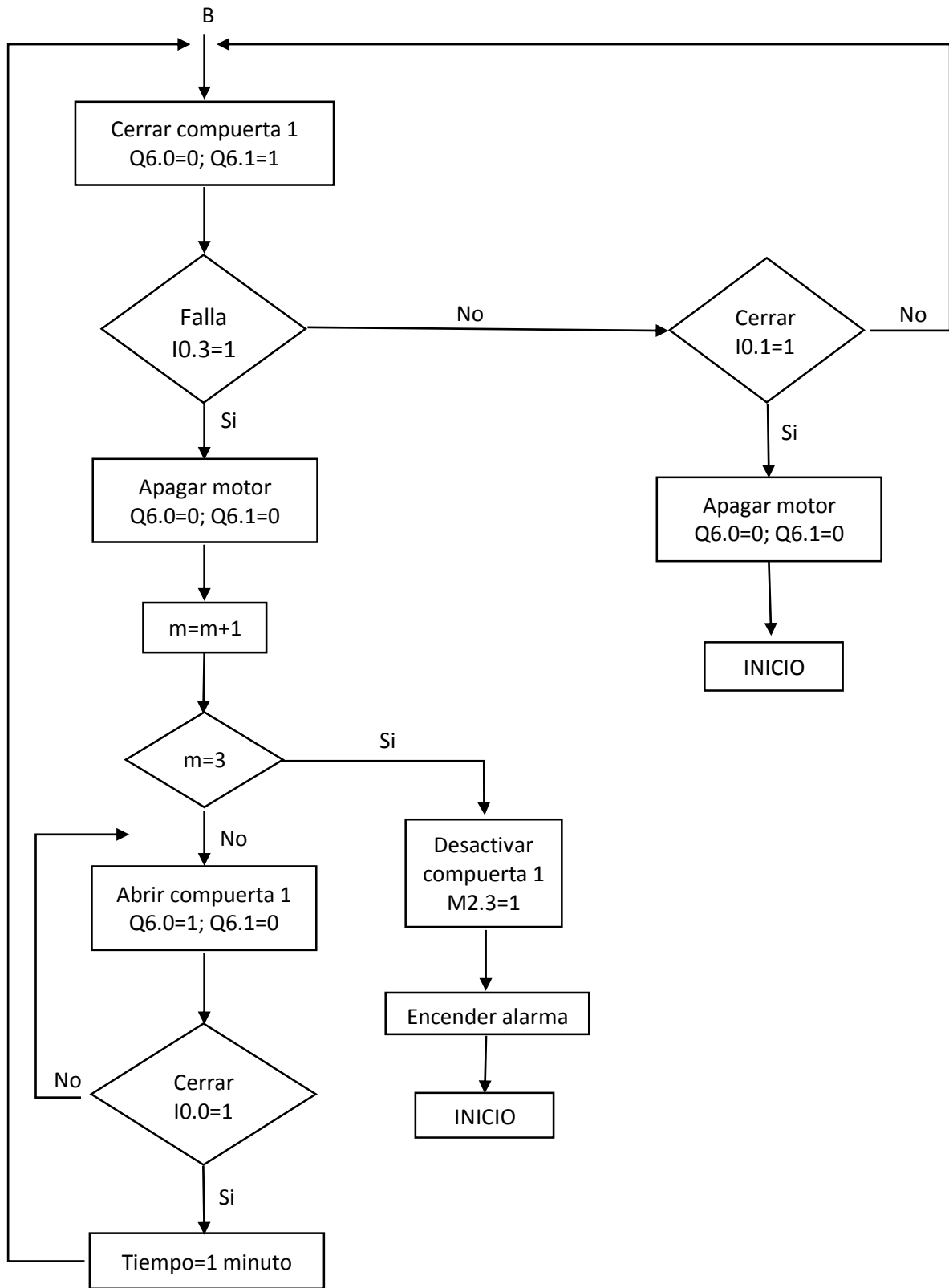
Conexiones al Plc s7 300 – Entradas y salidas

# ALGORITMO DEL LAVADO DE LAS CAMARAS DE SEDIMENTACIÓN

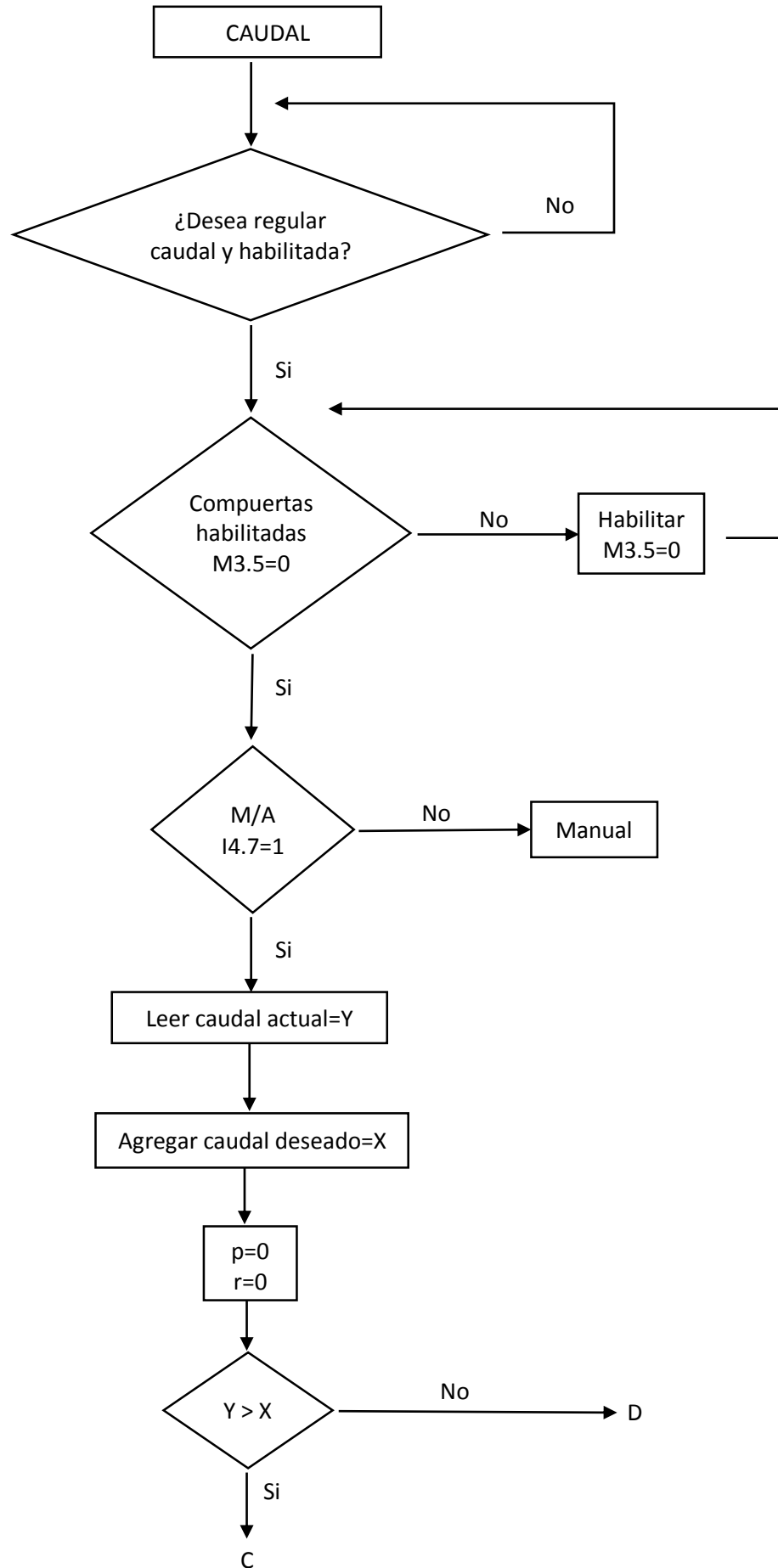


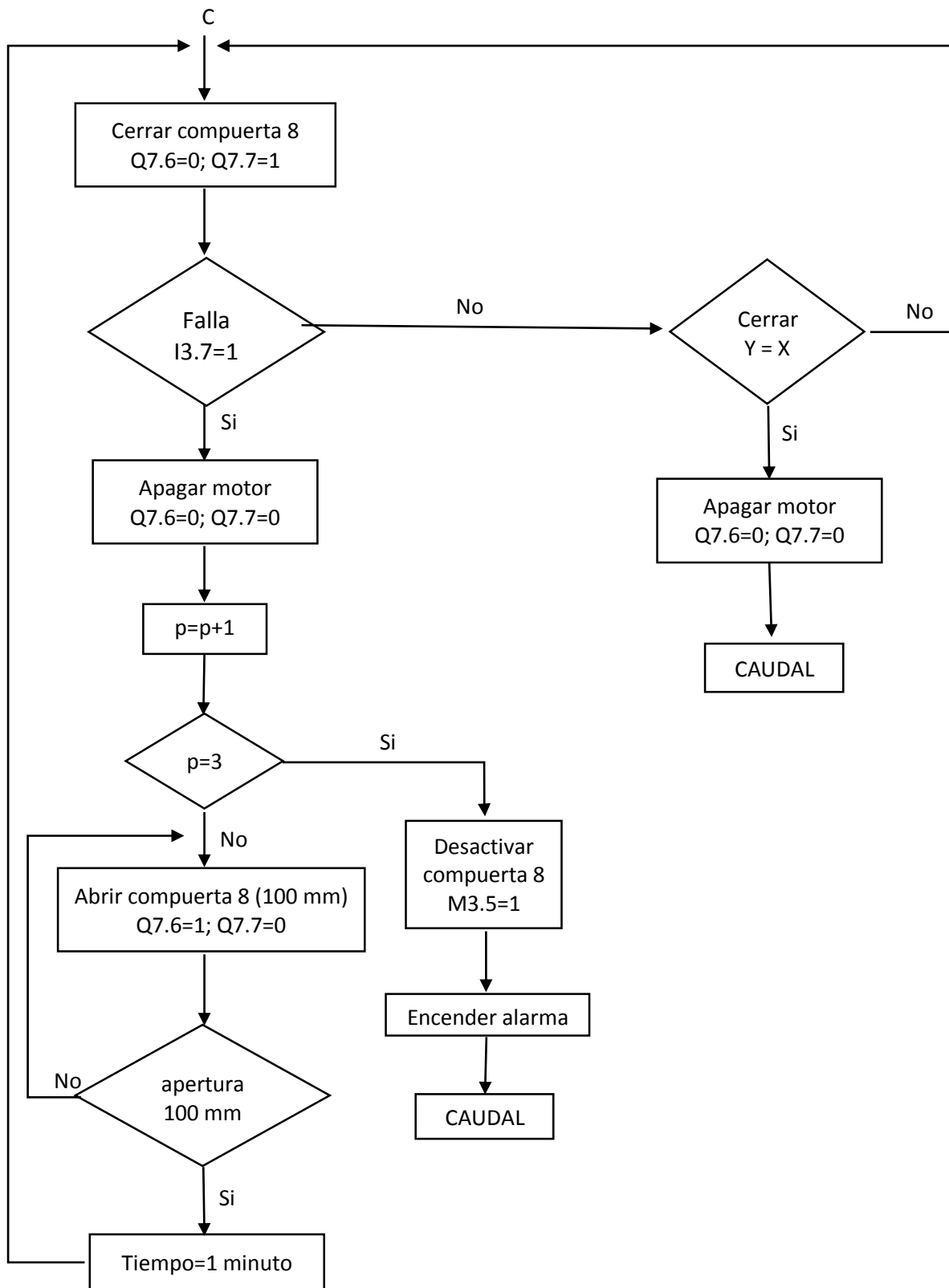


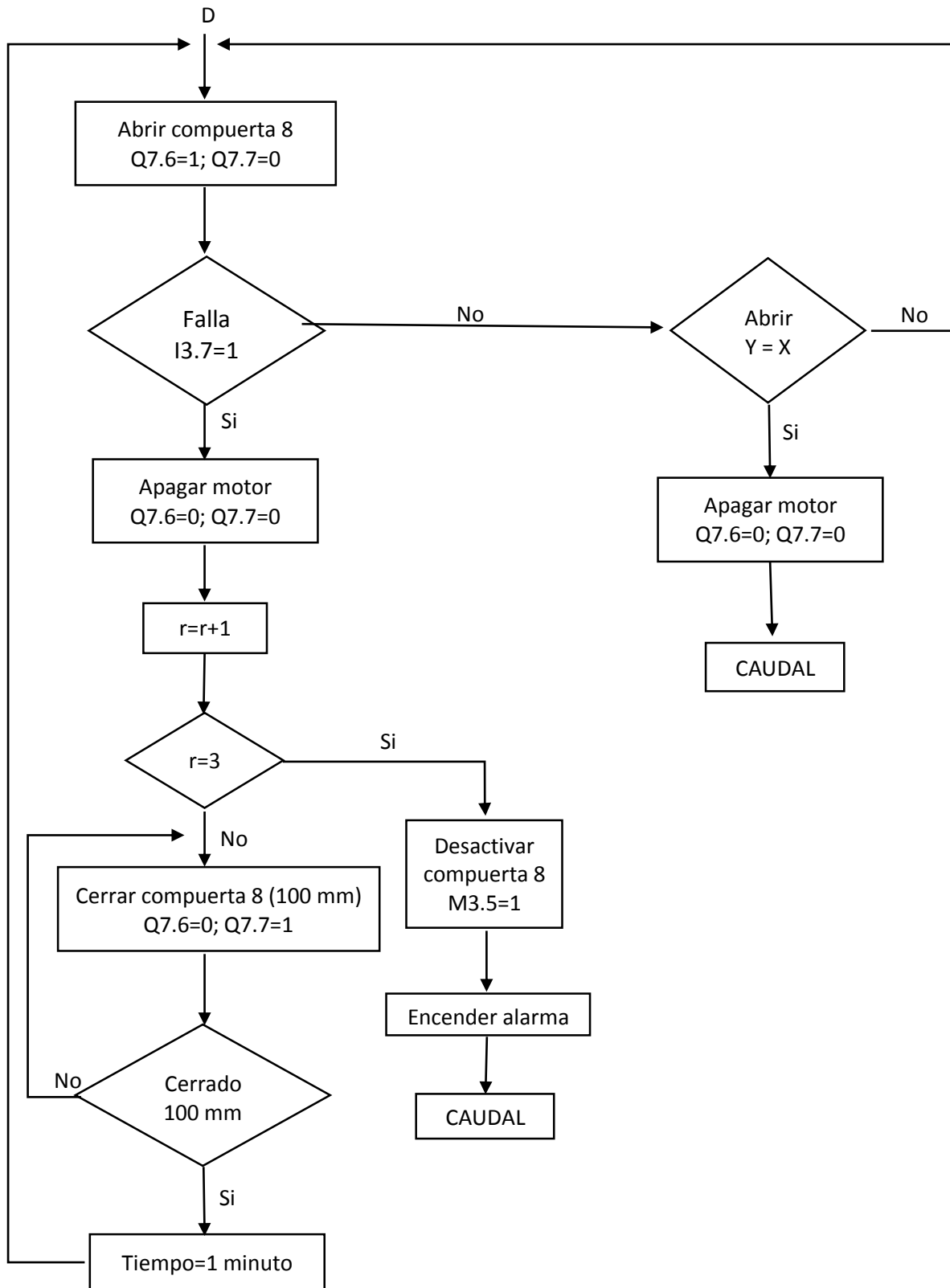




ALGORITMO PARA LA REGULACIÓN DE CAUDALES

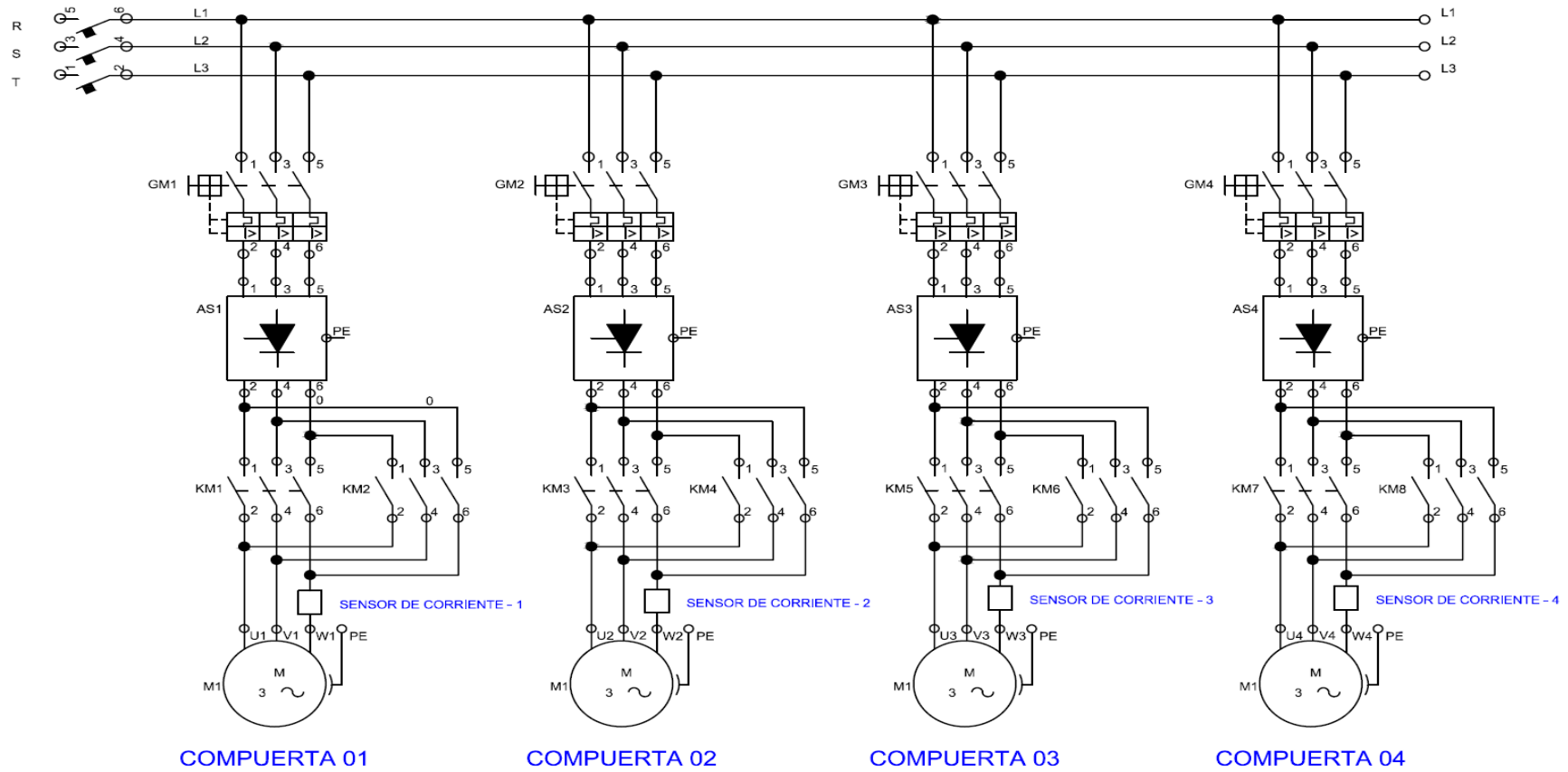




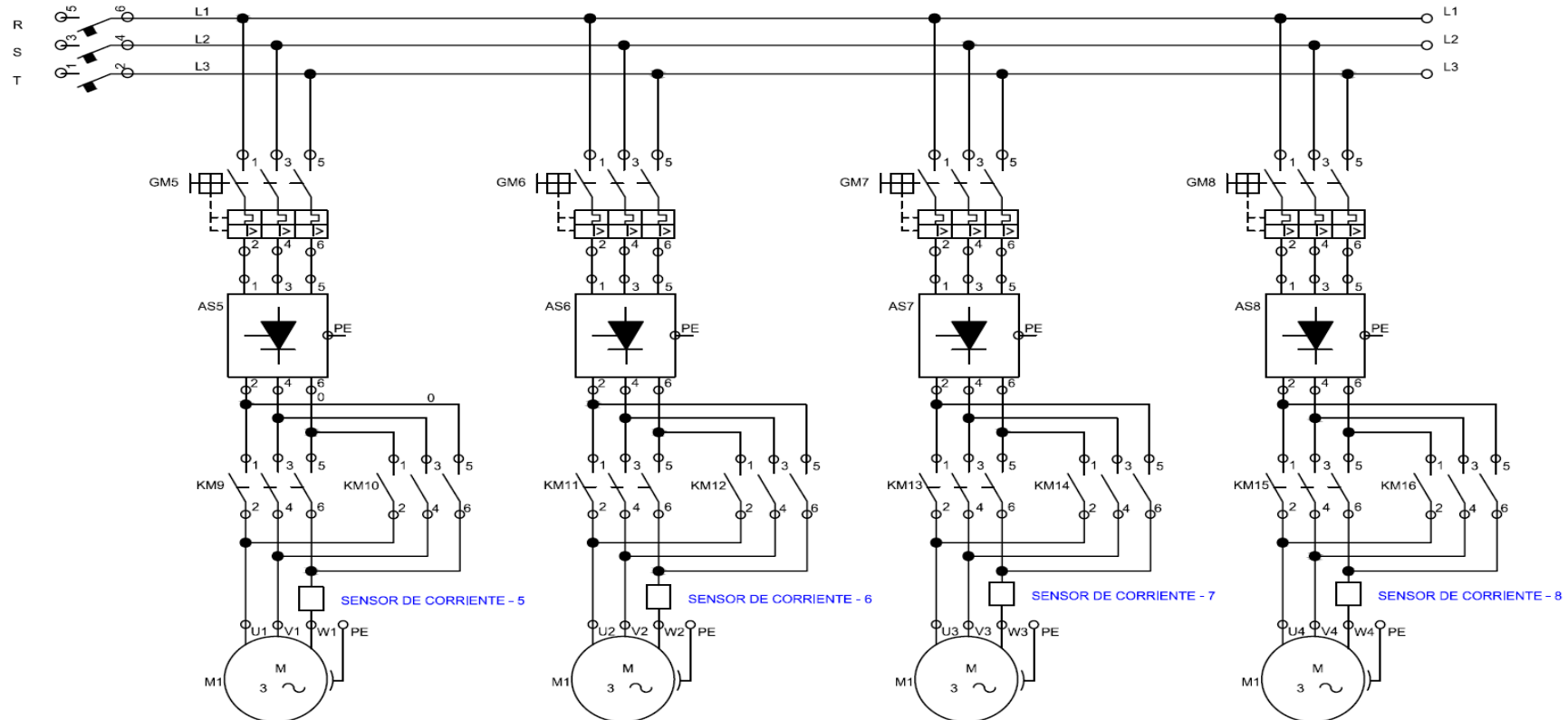




## Planos eléctricos de control y fuerza



<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>TESIS:</b> "AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC"			
<b>ALUMNO:</b> WILDER RUFINO ADRIANZEN		<b>LÁMINA:</b> DF-01	
<b>PLANO:</b> DIAGRAMA DE FUERZA			
<b>UBICACIÓN:</b> LA LIBERTAD	<b>ESCALA:</b> 1 / 1	<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2016	<b>CAD:</b> WRA



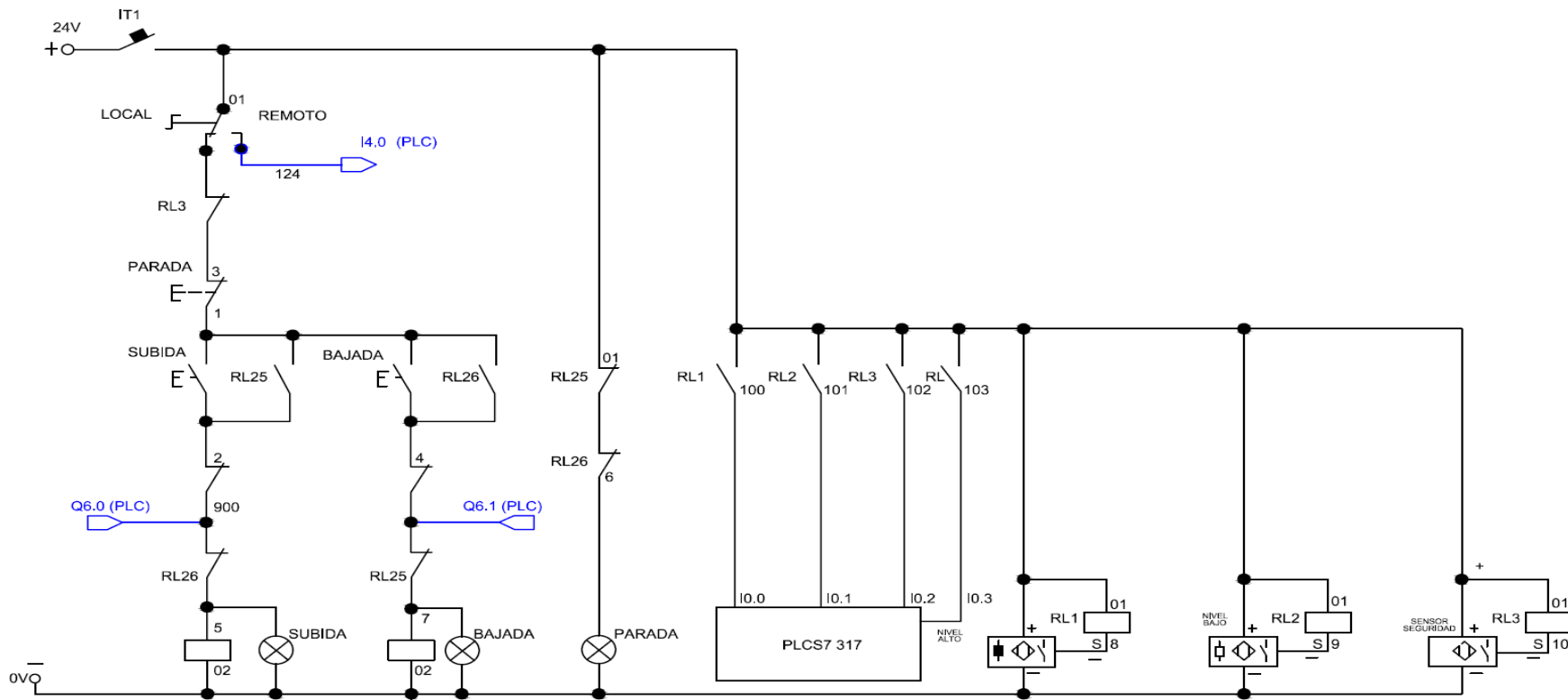
COMPUERTA 05

COMPUERTA 06

COMPUERTA 07

COMPUERTA 08 (CAUDAL)

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>TESIS:</b> "AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC"			
<b>ALUMNO:</b> WILDER RUFINO ADRIANZEN		<b>LÁMINA:</b> <b>DF-02</b>	
<b>PLANO:</b> DIAGRAMA DE FUERZA			
<b>UBICACIÓN:</b> LA LIBERTAD	<b>ESCALA:</b> 1 / 1	<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2016	<b>CAD:</b> WRA



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**TESIS:**  
**"AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC"**

**ALUMNO:** **WILDER RUFINO ADRIANZEN**

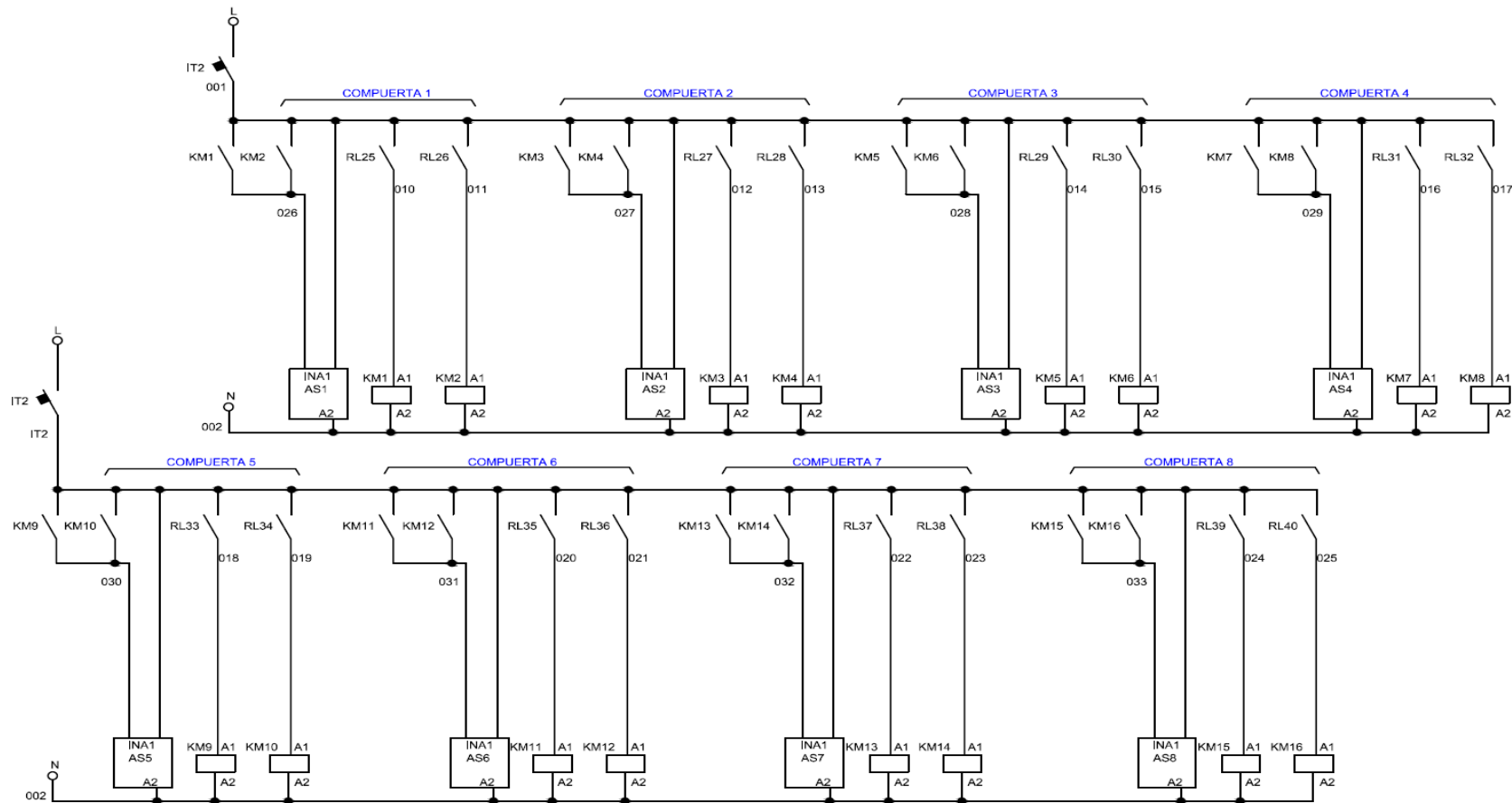
**LÁMINA:**

**PLANO:** **DIAGRAMA DE CONTROL**

**DC-01**

**UBICACIÓN:** **LA LIBERTAD**      **ESCALA:** **1/1**      **FECHA:** **DICIEMBRE 2016**      **CAD:** **WRA**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS:  
**"AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE COMPUERTAS PARA  
 MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y  
 SEDIMENTOS EN EL DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC"**

ALUMNO: **WILDER RUFINO ADRIANZEN**

LÁMINA:

PLANO: **DIAGRAMA DE CONTROL**

**DC-02**

UBICACIÓN:  
**LA LIBERTAD**

ESCALA:  
**1/1**

FECHA:  
**DICIEMBRE 2016**

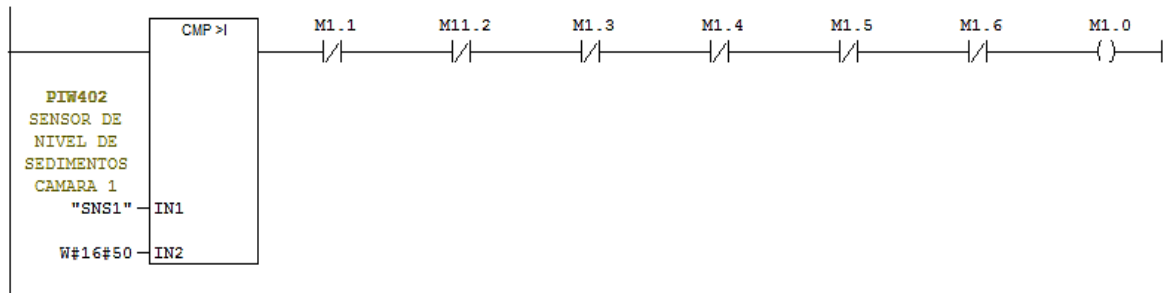
CAD:  
**WRA**



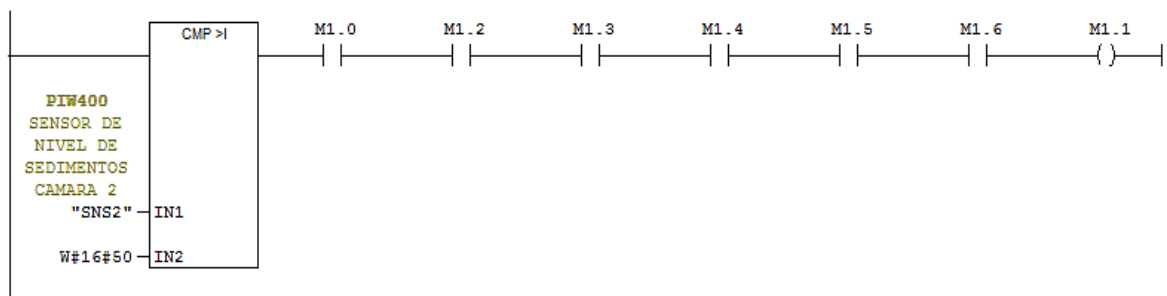
# PROGRAMA

INICIO DEL PROCESO GENERAL

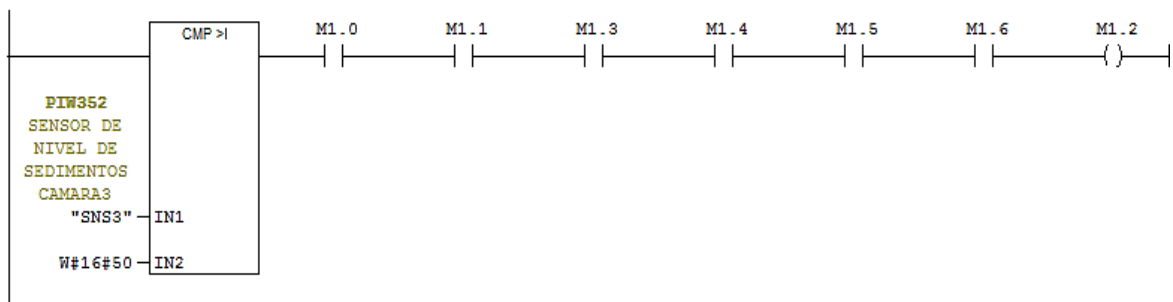
Segm. 1: Título:



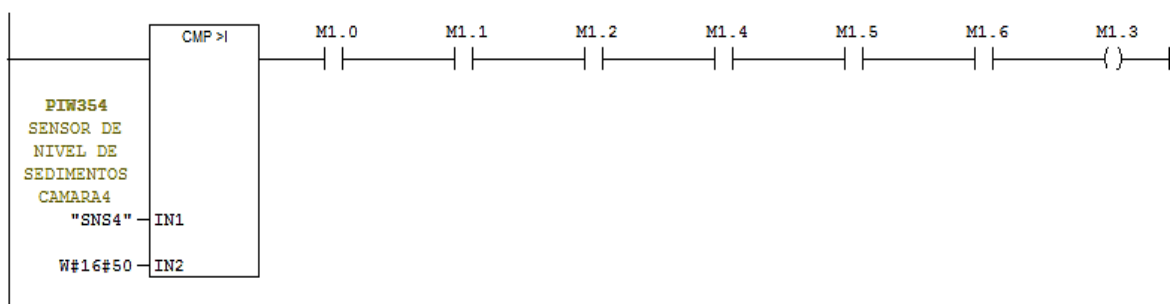
Segm. 2: Título:



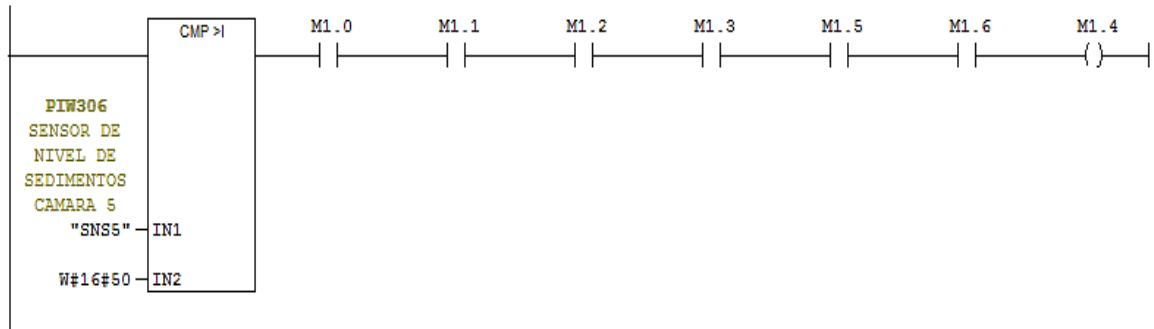
Segm. 3: Título:



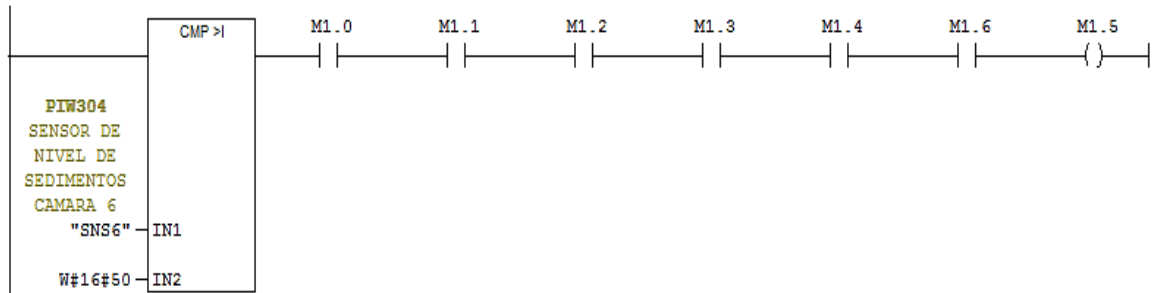
Segm. 4: Título:



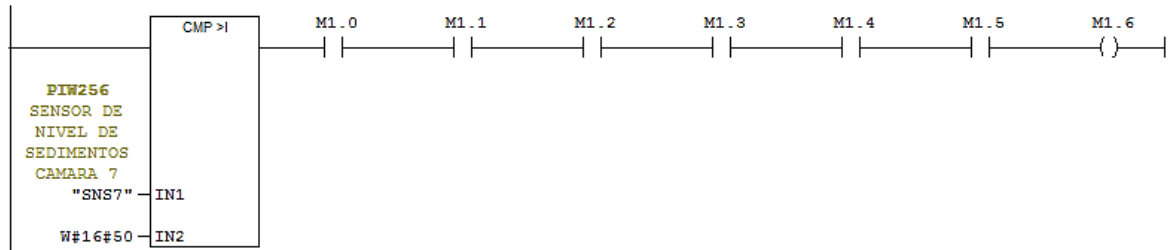
Segm. 5 : Título:



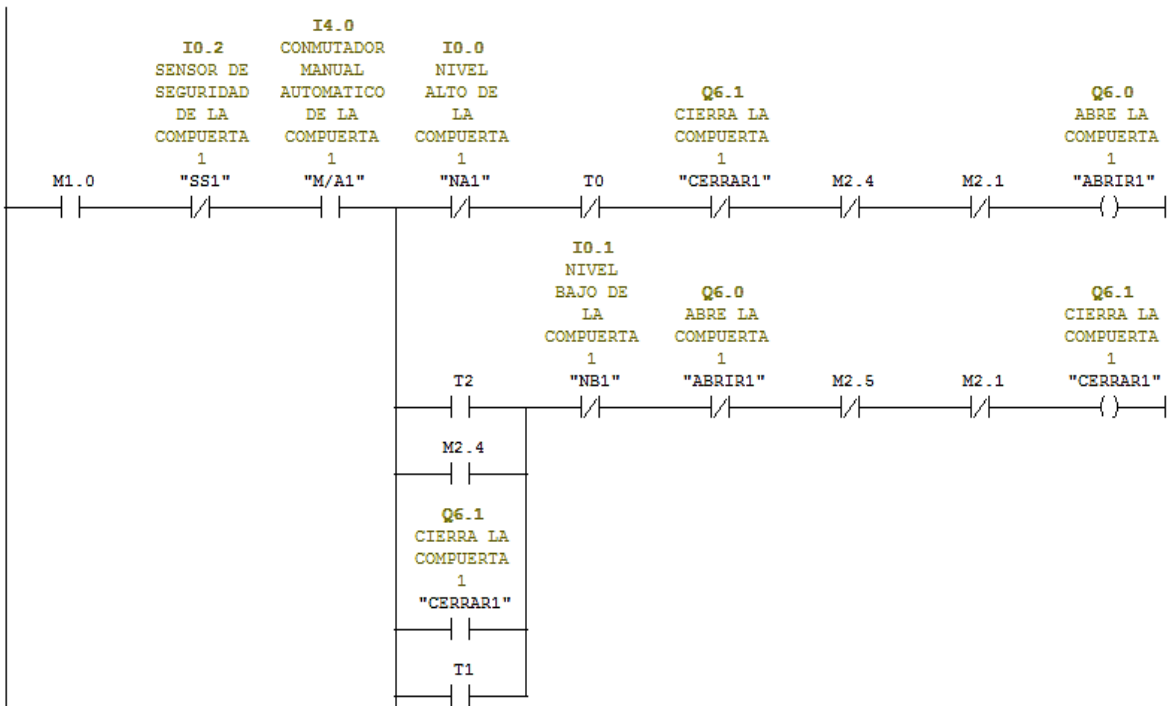
Segm. 6 : Título:



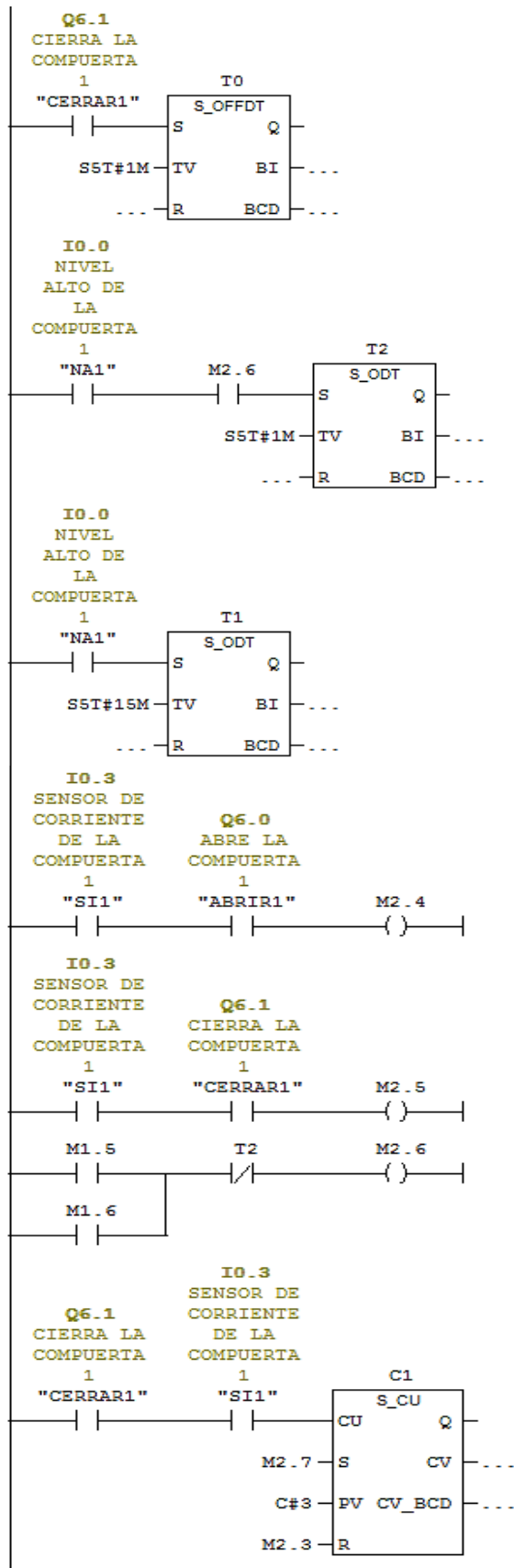
Segm. 7 : Título:

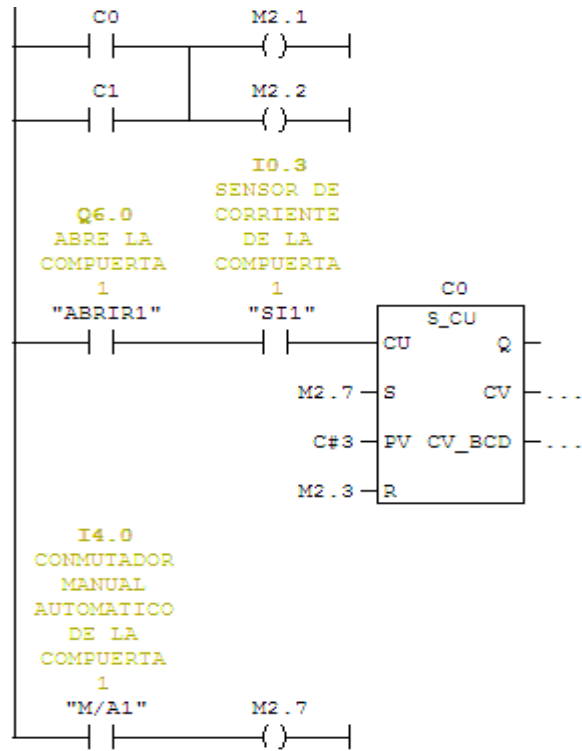


Segm. 8 : LAVADO CAMARA 1



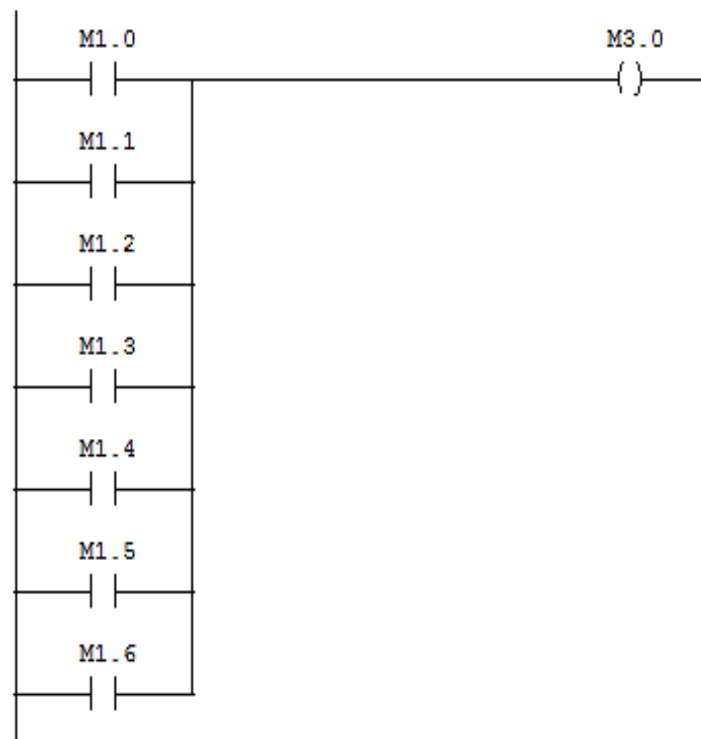


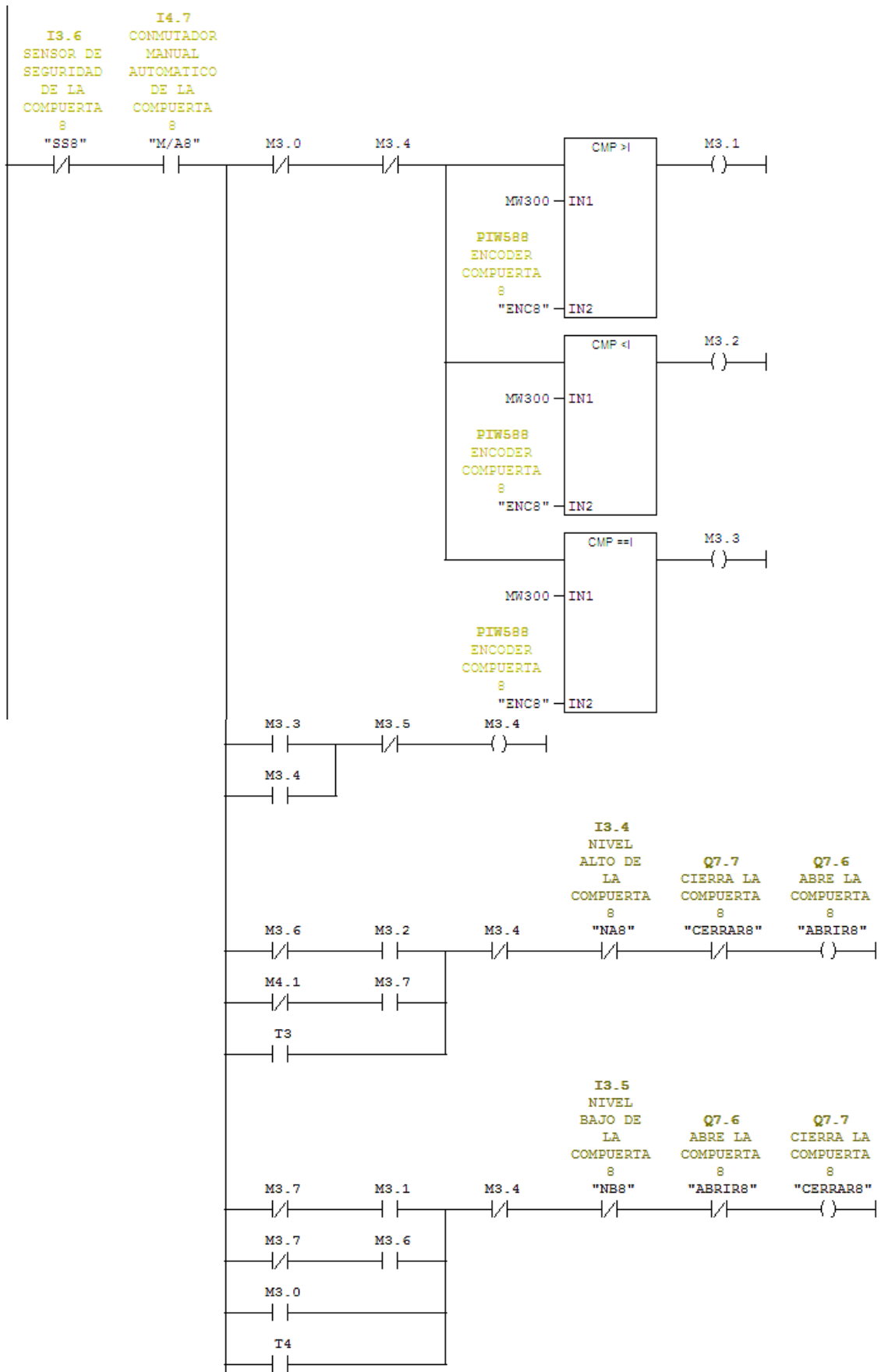


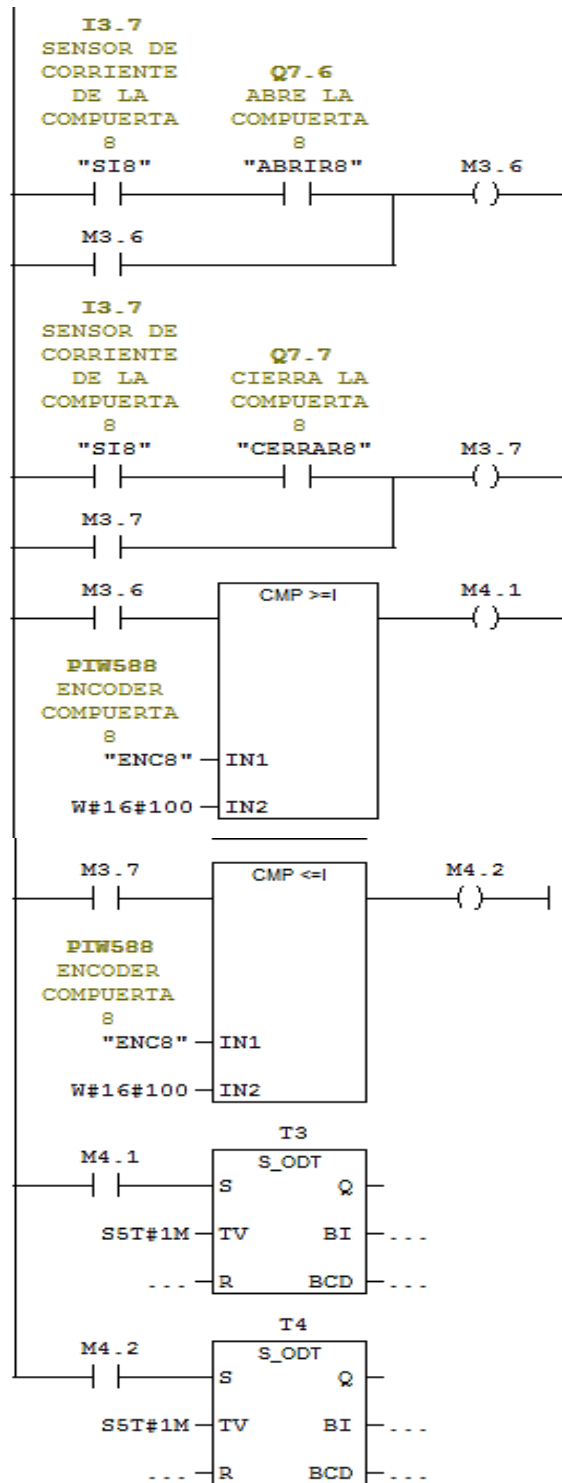


## REGULACIÓN DE LA COMPUERTA DE CAUDAL

Segm. 9 : REGULACION DE CAUDALES







## RELACION DE SIMBOLOS Y VARIABLES

	Estado	Símbolo /	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		ABRIR1	Q 6.0	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 1
2		ABRIR2	Q 6.2	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 2
3		ABRIR3	Q 6.4	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 3
4		ABRIR4	Q 6.6	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 4
5		ABRIR5	Q 7.0	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 5
6		ABRIR6	Q 7.2	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 6
7		ABRIR7	Q 7.4	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 7
8		ABRIR8	Q 7.6	BOOL	ABRE LA COMPUERTA 8
9		CERRAR1	Q 6.1	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 1
10		CERRAR2	Q 6.3	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 2
11		CERRAR3	Q 6.5	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 3
12		CERRAR4	Q 6.7	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 4
13		CERRAR5	Q 7.1	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 5
14		CERRAR6	Q 7.3	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 6
15		CERRAR7	Q 7.5	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 7
16		CERRAR8	Q 7.7	BOOL	CIERRA LA COMPUERTA 8
17		ENC1	PW 504	WORD	ENCODER COMPUERTA 1
18		ENC2	PW 516	WORD	ENCODER COMPUERTA 2
19		ENC3	PW 528	WORD	ENCODER COMPUERTA 3
20		ENC4	PW 540	WORD	ENCODER COMPUERTA 4
21		ENC5	PW 552	WORD	ENCODER COMPUERTA 5
22		ENC6	PW 564	WORD	ENCODER COMPUERTA 6
23		ENC7	PW 576	WORD	ENCODER COMPUERTA 7
24		ENC8	PW 588	WORD	ENCODER COMPUERTA 8
25		M/A1	I 4.0	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 1
26		M/A2	I 4.1	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 2
27		M/A3	I 4.2	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 3
28		M/A4	I 4.3	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 4
29		M/A5	I 4.4	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 5
30		M/A6	I 4.5	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 6
31		M/A7	I 4.6	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 7
32		M/A8	I 4.7	BOOL	CONMUTADOR MANUAL AUTOMATICO DE LA COMPUERTA 8
33		NA1	I 0.0	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 1
34		NA2	I 0.4	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 2
35		NA3	I 1.0	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 3
36		NA4	I 1.4	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 4
37		NA5	I 2.0	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 5
38		NA6	I 2.4	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 6
39		NA7	I 3.0	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 7
40		NA8	I 3.4	BOOL	NIVEL ALTO DE LA COMPUERTA 8
41		NB1	I 0.1	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 1
42		NB2	I 0.5	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 2
43		NB3	I 1.1	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 3
44		NB4	I 1.5	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 4
45		NB5	I 2.1	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 5
46		NB6	I 2.5	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 6
47		NB7	I 3.1	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 7
48		NB8	I 3.5	BOOL	NIVEL BAJO DE LA COMPUERTA 8
49		SC1	PW 488	WORD	SENSOR DE CAUDAL SALIDA DESARAENASDOR
50		SC2	PW 490	WORD	SENSOR DE CAUDAL SALIDA PROYECTO CHINECAS
51		SDC1	PW 260	WORD	SENSOR DE CAUDAL SALIDA DESARENADOR
52		SDC2	PW 262	WORD	SENSOR DE CAUDAL SALIDA PROYECTO CHINECAS
53		SI1	I 0.3	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 1
54		SI2	I 0.7	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 2
55		SI3	I 1.3	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 3
56		SI4	I 1.7	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 4
57		SI5	I 2.3	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 5
58		SI6	I 2.7	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 6
59		SI7	I 3.3	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 7
60		SI8	I 3.7	BOOL	SENSOR DE CORRIENTE DE LA COMPUERTA 8

## Anexo 06: Análisis del presupuesto (Elaboración propia)

PRECIOS UNITARIOS AUTOMATIZACION "DESARENADOR - PROYECTO CHAVIMOCHIC"					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
<b>1</b>	<b>Software Scada PCS7</b>				<b>8 000</b>
1,1	Software Scada PCS7	und	1	5 000	5 000
1,2	Licencia	und	1	3 000	3 000
<b>2</b>	<b>CPU</b>				<b>3 444</b>
2,1	PC Toshiba LX830-01F	Und	1	3 399	3 399
2,2	Cable de alimentación	Und	3	15	45
<b>3</b>	<b>PLC</b>				<b>45 110</b>
3,1	CPU S7-300 / 6ES7317-2EK14-0AB0	Und	1	29 015	29 015
3,2	Fuente / 6ES7307-1EA01-0AA0	Und	1	1 098	1 098
3,3	Modulo ent. Digitales / 6ES7321-1BH02-0AA0	Und	3	1 247	3 741
3,4	Modulo sal. Dgitales / 6ES7322-1BH01-0AA0	Und	1	1 729	1 729
3,5	Memoria para CPU /6ES7953-8LL31-0AA0	Und	1	2 034	2 034
3,6	Conector / 6ES7392-1AJ00-0AA0	Und	3	183	549
3,7	Perfil / 6ES7390-1AF30-0AA0	Und	2	279	558
3,8	Cable estándar profibus / 6XV1830-0EU10	m	500	12	6 000
3,9	Conector profibus / 6ES7972-0BB52-0XA0	Und	1	386	386
<b>4</b>	<b>Equipos de caudal</b>				<b>9 968</b>
4,1	Transmisor caudal Hydro Ranger 200 / 7ML5034-1AB21 (PF)	Und	2	3 450	6 900
4,2	Sensor de caudal EchoMax XRS-5 / 7ML1106-1BA2A	Und	2	1 200	2 400
4,3	Cable de alimentación (cable apantallado 3x1-18 AWG)	m	50	3	150
4,4	Soportes / 7ML1830-1BK	Und	2	259	518
<b>5</b>	<b>Equipos de sedimentos</b>				<b>67 500</b>
5,1	Controlador de sedimentos / LXV404.99.00551 (PF)	Und	5	6 510	32 550
5,2	Sensor de nivel de sedimentos / LXV431.99.00002	und	7	4 300	30 100
5,3	Sensor de turbidez/ LXV423.99.00100	Und	2	2 100	4 200
5,4	Cable estándar profibus / 6XV1830-0EU10	m	50	13	650
<b>6</b>	<b>Sensor de corriente</b>				<b>3 072</b>
6,1	Sensor de corriente / 3UG4622-1AA30	Und	8	355	2 840
6,2	Cable de alimentación 10mm2	m	1	232	232
<b>7</b>	<b>Equipos de posición</b>				<b>24 260</b>
7,1	Encoder absoluto / 6FX2001-5FN25	Und	8	3 000	24 000
7,2	Cable estándar profibus / 6XV1830-0EU10	m	20	13	260
<b>8</b>	<b>Servidor de datos</b>				<b>7 735</b>
8,1	Servidos THINKSERVER TS140 + software server 2008	Und	1	5 200	5 200
8,2	Servidor OPC software	Und	1	2 500	2 500
8,3	Cable de comunicación	Und	1	35	35
<b>9</b>	<b>Ethernet Industrial</b>				<b>745</b>
9,1	Scalance S615 / 6GK56150AA002AA2	und	1	700	700
9,2	Cable de comunicación	und	3	15	45
<b>10</b>	<b>Mano de obra</b>				<b>10 900</b>
10.1	Ingeniero residente	Mes	1	4 500	4 500
10.2	Técnicos	Mes	2	1 800	3 600
10.3	Ayudantes	Mes	2	1 400	2 800
<b>11</b>	<b>Equipos</b>		<b>1</b>	<b>2 000</b>	<b>2 000</b>
<b>12</b>	<b>Montaje</b>		<b>1</b>	<b>10 000</b>	<b>10 000</b>
<b>13</b>	<b>Transporte</b>		<b>1</b>	<b>2 500</b>	<b>2 500</b>
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 195 234,00</b>

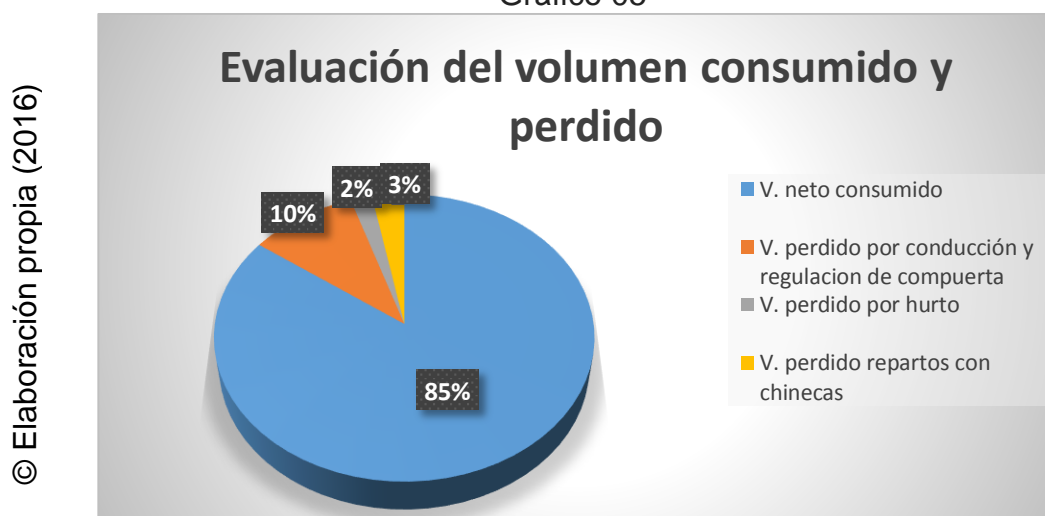
GASTOS GENERALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	MES	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	Personal Administrativo y técnico (Relacionado a la Obra)				14 980
1,1	Ingeniero coordinador	1	1	5000	5 000
1,2	Secretaria	1	1	900	900
1,3	Administrador	1	1	1 000	1 000
1,4	Planillero	1	1	900	900
1,5	dibujante CAD	1	1	1 000	1 000
1,6	Guardian	1	1	900	900
1,7	Oficina	1	1	1 000	1 000
1,8	Equipos de seguridad	1	12	40	480
1,9	Movilidad local	1	1	1 000	1 000
1,10	Chofer	1	1	1 200	1 200
1,11	PC, impresora	1	2	500	1 000
1,12	utiles de escritorio	1	1	100	100
1,13	Otros (luz, agua, internet, etc)	1	1	500	500
2	Otros (No relacionado a la obra)				4 600
2,1	Impacto Ambiental	-	1	2 500	2 500
2,2	Seguro de obra		7	300	2 100
TOTAL					S/. 19 580,00

✓ **Mejoras que representa la implementación de la automatización**

**a. Mejoras por el envío de caudales.**

Se estima que del 100 % del agua captada por el proyecto Chavimochic, el 85 % es netamente utilizada, el 10 % se pierde en la conducción (evaporación y filtración) y regulación de compuertas, un 2 % por hurto, por parte de campesinos aledaños a los canales, y un 3 % por falta de sistemas de medición en los repartos con el Proyecto Chinecas. Ver pág. entrevista

Gráfico 05



Porcentajes de volúmenes consumidos y perdidos.

Tabla 39



PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC  
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
DIVISIÓN DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO E HIDROMETRIA

CONSUMO HISTORICO DE AGUA PARA RIEGO (NETO) DEL SISTEMA CHAVIMOCHIC

AREAS DE MEJORAMIENTO - VALLES DE CHAO, VIRU Y MOCHE 2010 - 2015  
(En m<sup>3</sup>)

MES	VOLUMEN CONSUMIDO (m <sup>3</sup> )					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	10 766 664	8 988 247	7 958 786	21 132 505	20 037 419	12 179 280
Febrero	5 288 239	11 513 772	8 658 158	14 133 517	17 995 645	11 123 802
Marzo	6 621 113	14 150 199	11 659 313	4 350 635	6 283 359	9 488 326
Abril	6 625 133	6 949 751	7 019 002	7 949 213	10 154 221	5 583 413
Mayo	9 134 123	10 922 947	11 396 834	12 429 788	7 822 163	9 937 232
Junio	11 045 793	13 602 351	17 954 857	12 361 892	12 644 734	11 895 712
Julio	13 485 668	13 250 238	15 801 342	14 343 407	17 085 085	19 417 266
Agosto	11 672 509	11 147 700	16 649 346	12 260 892	16 660 621	13 572 414
Septiembre	8 995 836	14 161 877	15 341 628	14 137 574	21 614 789	18 433 499
Octubre	13 531 739	13 870 075	18 894 301	19 757 738	17 531 984	20 516 931
Noviembre	14 533 595	14 958 389	17 108 127	15 652 287	19 067 913	22 619 800
Diciembre	18 559 060	19 114 033	18 146 867	13 900 171	20 375 271	16 102 408
<b>Anual</b>	<b>130 259 472</b>	<b>152 629 580</b>	<b>166 588 562</b>	<b>162 409 620</b>	<b>187 273 205</b>	<b>170 870 083</b>

Volumen consumido anualmente 2010 – 2015

Se ha realizado un estudio con el volumen captado en el 2015 para realizar un registro de los volúmenes consumidos y perdidos que se pueden producir por diversos factores ya mencionados y poder elaborar un registro de pérdidas que se dan en el desarenador.

Tabla 40

DENOMINACIÓN	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (m3)
V. neto consumido	85	170 870 028
V. perdido por conducción y regulación de compuerta	10	20 102 356,24
V. perdido por hurto	2	4 020 471,25
V. perdido repartos con Chinecas	3	6 030 706,87
<b>Total de Volumen captado</b>	<b>100</b>	<b>201 023 562,40</b>

Volúmenes captados y perdidos

Con el estudio realizado en el año 2015 se concluyó que la cantidad volumen de agua perdido (m3) con relación a la distribución con el Proyecto Chinecas es de 6,030,706.872 m3 anuales. El valor vendido por m3 es de S/ 0.004376, del cual obtendremos una ganancia de:

Tabla 41

AHORRO ANUAL	PRECIO EN (m3)	TOTAL (S/.)
<b>6 030 706,872</b>	0,004376	<b>26 390,3733</b>

Ahorro por volumen perdido



## b. Mejoras por ruptura de anclajes

En lo recopilado en daños de los mecanismos producidos en el desarenador obtenemos un total de 18 rupturas producidas anualmente por el excesivo acumulamiento de sedimentos, que implican diversos gastos del cual detallamos:

Tabla 42

	AHORRO ANUAL	TOTAL (S/.)
© Elaboración propia (2016)	Compra de mecanismo	10 500
	Paradas por reparación	3 240
	Transporte	2 700
	Mano de obra	3 600
	<b>TOTAL</b>	<b>20 040</b>

Ahorro por costos de ruptura de anclajes

## c. Recolección y almacenamiento de datos

Se tendrá en cuenta los medios de transporte y el manejo por parte de los operadores, en el cual se dotará de un sistema de comunicación en tiempo real de los datos captados por los equipos instalados para su respectivo almacenamiento, y poder adquirir un manejo confiable de la información. El cálculo ha sido realizado con un margen del 25 % de gasto de cada trabajador, con el cual podrá realizar otros trabajos.

Tabla 43

	AHORRO ANUAL	TOTAL (S/.)
© Elaboración propia (2016)	Operador	6 000
	Movilidad	3 600
	Chofer	6 000
	<b>TOTAL</b>	<b>15 600</b>

Ahorro por costos de información

## Resumen de ahorro con el sistema implementado

Realizando la suma de todos los ahorros por año a causa de los diferentes factores que producen un mal funcionamiento en el desarenador se obtiene el siguiente ahorro anual.

Tabla 44

	AHORRO ANUAL	TOTAL (S/.)
© Elaboración propia (2016)	Por recuperación de agua	26 390
	Ahorro por costos de ruptura de anclajes	20 040
	Ahorro por costos de información	15 600
	<b>TOTAL RECUPERADO</b>	<b>62 030</b>

Ahorro anual con el sistema implantado

### ✓ Gasto por mantenimiento y operación

La operación será ejercida por los actuales operadores y técnicos que vienen laborando en el desarenador, realizando capacitaciones para el manejo del sistema implementado. A su vez se contratará personal indicado para el mantenimiento de software y gestión del sistema dos veces por año con un pago de:

Tabla 45

© Elaboración propia (2016)

GASTO ANUAL	TOTAL (S/.)
Mantenimiento de software	4 000
Compra de repuestos	4 500
<b>TOTAL DE GASTO</b>	<b>8 500</b>

Gastos anuales que se darían por el proyecto

**Nota:** las mejoras que representa el proyecto han sido corroboradas por un profesional, exponiendo que es dable la ejecución del proyecto por medio de la selección de equipos y la programación que estos deben contener para la realización de la automatización, obteniendo así un resultado beneficioso.

### ✓ Flujo económico

Con la obtención de las ganancias anuales y el gasto total que ha representado el proyecto, se ha planteado un total de 15 años para realizar la factibilidad del sistema implementado.

Tabla 46

© Elaboración propia (2016)

Año	Inversión Inicial	Total de egresos	Ingresos por mejora (S/.)	Egresos por mantenimiento (S/.)	Ingreso neto anual (S/.)
0	-265 032	-265 032	0		
1	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
2	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
3	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
4	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
5	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
6	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
7	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
8	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
9	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
10	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
11	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
12	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
13	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
14	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530
15	0,00	0,00	62 030	8 500	53 530

Flujo de caja para la evaluación económica

Tabla 47

© Elaboración propia (2016)

INDICADORES	VALOR
VAN neto S/.	220 978,65
TIR	18,643%
Tiempo de retorno	4,95

Análisis económico

Figura 28



TASA DE INTERÉS PROMEDIO DEL SISTEMA BANCARIO

http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B

Ingrese fecha:   (dd/mm/aaaa)

Tasas Activas Anuales de las Operaciones en Moneda Nacional Realizadas en los Últimos 30 Días Útiles Por Tipo de Crédito al

Moneda Nacional

Tasa Anual (%)	Continental	Comercio	Crédito	Financiero	BIF	Scotiabank	Citibank	Interbank
<b>Corporativos</b>	5.19	10.00	6.24	6.39	6.91	5.23	6.38	7.21
Descuentos	5.68	-	6.06	-	6.82	6.44	-	6.07
Préstamos hasta 30 días	4.65	-	6.54	6.20	5.15	5.05	7.94	4.93
Préstamos de 31 a 90 días	4.73	10.00	5.65	7.35	5.54	5.13	6.35	5.60
Préstamos de 91 a 180 días	5.40	-	5.79	-	5.35	5.67	7.98	8.08
Préstamos de 181 a 360 días	5.67	-	7.75	7.20	6.25	-	5.46	-
Préstamos a más de 360 días	6.85	-	6.57	-	8.66	-	-	7.69
<b>Grandes Empresas</b>	7.07	10.65	7.15	8.19	6.96	6.77	6.17	7.59
Descuentos	9.47	-	5.97	8.42	7.31	6.08	-	7.89
Préstamos hasta 30 días	5.41	10.77	7.17	8.11	6.38	6.09	6.33	7.39
Préstamos de 31 a 90 días	7.01	10.95	7.72	8.32	6.76	6.91	6.05	7.08
Préstamos de 91 a 180 días	6.81	15.00	7.11	8.01	6.88	6.92	6.47	8.25
Préstamos de 181 a 360 días	6.60	8.00	7.74	-	7.49	-	-	8.13
Préstamos a más de 360 días	8.08	-	8.23	-	9.20	7.05	-	7.75

Tasa de interés del sistema bancario