

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACION  
PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON  
PLC LOGO DE SIEMENS EN LA EMPRESA FRIOMAR S.A.C- PIURA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

MEDINA CAVERO, JIMMY ANTONIO

**Villa El Salvador**

**2016**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermanos y mi pareja que me apoyaron durante toda mi camino profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por el guiarme y apoyarme durante todos mis años de educación.

También quiero agradecer a mi novia por animarme a nunca rendirme.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1. CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.3.1. Espacial .....	4
1.3.2. Temporal .....	5
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.4.1. Problema General.....	5
1.4.2. Problemas específicos.....	5
1.5. OBJETIVOS .....	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos .....	6
2. CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. ANTECEDENTES .....	7
2.2. BASES TEÓRICAS .....	11
2.2.1. Tratamiento de Aguas .....	11
2.2.1.1. Tratamiento de agua potable.....	12
2.2.1.1.1. Etapas del tratamiento de aguas portables .....	16

2.2.1.1.1.1.	Sedimentación.....	16
2.2.1.1.1.2.	Filtración de carbón activado.....	18
2.2.1.1.1.3.	Ablandamiento de agua.....	20
2.2.1.2.	Tratamiento de aguas residuales.....	24
2.2.1.2.1.	Aguas residuales Municipales.....	25
2.2.1.2.2.	Aguas residuales domésticas.....	26
2.2.1.2.3.	Aguas residuales Industriales.....	26
2.2.1.3.	Tipos de tratamiento de aguas residuales.....	27
2.2.1.3.1.	Preliminar.....	27
2.2.1.3.2.	Primario.....	28
2.2.1.3.3.	Secundario.....	29
2.2.1.3.4.	Terciario.....	29
2.2.1.4.	Tratamientos biológicos.....	30
2.2.1.4.1.	Sistemas anóxicos.....	31
2.2.1.4.2.	Sistemas anaeróbicos.....	32
2.2.1.4.3.	Sistemas aeróbicos.....	32
2.2.1.5.	Etapas de tratamiento de aguas residuales Industriales.....	33
2.2.1.5.1.	Cámara de rejas.....	34
2.2.1.5.2.	Ecualizador.....	35
2.2.1.5.3.	Regulador de caudal.....	36
2.2.1.5.4.	Reactor biológico.....	36

2.2.1.5.5.	Floculador.....	37
2.2.1.5.6.	Tanque de contacto.....	38
2.2.1.5.7.	Filtro multimedia.....	39
2.2.1.5.8.	Filtro de carbón activado.....	40
2.2.1.5.9.	Tanque de distribución.....	41
2.2.2.	AUTOMATIZACIÓN.....	41
2.2.2.1.	Automatización en la industria.....	42
2.2.2.2.	Tipos de Automatización.....	43
2.2.2.2.1.	Automatización fija.....	43
2.2.2.2.2.	Automatización Programable.....	44
2.2.2.2.3.	Automatización Flexible.....	45
2.2.2.3.	Controlador Lógico programable-PLC.....	46
2.2.2.3.1.	Estructura del Controlador Lógico Programable.....	47
2.2.2.3.2.	Lenguajes de Programación.....	49
2.2.2.3.2.1.	Diagramas de Bloques Funcionales.....	50
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	52
3.	CAPITULO III ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	53
3.1.	ANÁLISIS DEL PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL.....	53
3.1.1.	Proceso tanque ecualizador.....	54
3.1.2.	Proceso Reactor Biológico.....	56

3.1.3.	Proceso Tanque de contacto .....	58
3.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN .....	58
3.2.1.	Calculo de corrientes nominales.....	59
3.2.1.1.	Bombas sumergibles .....	59
3.2.1.2.	Sopladores .....	60
3.2.1.3.	Bomba dosificadora .....	60
3.2.1.4.	Bombas centrífugas.....	61
3.2.2.	Dimensionamiento de contactares.....	61
3.2.2.1.	Bombas sumergibles .....	61
3.2.2.2.	Sopladores .....	62
3.2.2.3.	Dosificador de cloro .....	63
3.2.2.4.	Bombas centrifugas .....	63
3.2.3.	Dimensionamiento de relé de sobrecarga .....	64
3.2.3.1.	Bombas sumergibles .....	64
3.2.3.2.	Sopladores .....	65
3.2.3.3.	Dosificador de cloro .....	65
3.2.3.4.	Bombas centrifugas .....	66
3.2.4.	Dimensionamiento de interruptores termo magnéticos.....	66
3.2.4.1.	Bombas sumergibles .....	66
3.2.4.2.	Sopladores .....	67
3.2.4.3.	Dosificador de cloro .....	67

3.2.4.4.	Bombas centrifugas .....	68
3.2.4.5.	Interruptor termo magnético regulable general .....	69
3.2.5.	Dimensionamiento de cables de control y fuerza .....	69
3.2.5.1.	Bomba sumergible.....	69
3.2.5.2.	Sopladores .....	70
3.2.5.3.	Dosificador de Cloro .....	71
3.2.5.4.	Bomba centrifugas.....	71
3.2.5.5.	Cable de control .....	72
3.2.6.	Dimensionamiento del tablero .....	72
3.2.6.1.	Tablero de Automatización .....	72
3.2.7.	Dimensionamiento señalizadores y selectores.....	73
3.2.7.1.	Pilotos señalizadores.....	73
3.2.7.2.	Selectores.....	73
3.2.8.	Dimensionamiento y selección del PLC Logo de siemens .....	74
3.2.8.1.	Dimensionamiento de entradas y salidas lógicas .....	74
3.2.8.2.	Dimensionamiento del PLC logo de siemens .....	75
3.2.9.	Programación de automatización .....	76
3.2.9.1.	Bombas sumergibles .....	76
3.2.9.1.1.	Diagrama de estados.....	76
3.2.9.1.2.	Boole-Deusto .....	78
3.2.9.1.3.	Programación Plc Logo de Siemens.....	80



3.2.9.2.	Sopladores .....	80
3.2.9.2.1.	Diagrama de Tiempos .....	80
3.2.9.2.2.	Programación Plc Logo de Siemens.....	81
3.2.9.3.	Centrifuga .....	82
3.2.9.3.1.	Diagrama de estados.....	83
3.2.9.3.2.	Programación Plc Logo de Siemens.....	84
3.2.9.4.	Programación Dosificador de cloro.....	84
3.2.9.4.1.	Estados posibles.....	84
3.2.9.4.2.	Programación Plc Logo de Siemens.....	85
3.3.	REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS.....	86
3.3.1.	Cuadro De Precios del Tablero.....	96
CONCLUSIONES .....		97
RECOMENDACIONES .....		98
BIBLIOGRAFÍA .....		99
REFERENCIAS.....		100

## LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1: TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL .....	12
FIGURA 2: FUENTES DE AGUAS POTABLES.....	13
FIGURA 3: QUÍMICOS INORGÁNICOS PRESENTES EN EL AGUA POTABLE .....	15
FIGURA 4: DIAGRAMA DE FLUJO TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE .....	16
FIGURA 5: ETAPA DE SEDIMENTACIÓN O MULTIMEDIA.....	17
FIGURA 6: GRAVA DE SÍLICE .....	17
FIGURA 7: FILTRO MULTIMEDIA.....	18
FIGURA 8: CARBÓN ACTIVADO .....	19
FIGURA 9: FILTRO DE CARBÓN .....	20
FIGURA 10: ABLANDAMIENTO DE AGUA .....	21
FIGURA 11: FILTRO OSMOSIS INVERSA .....	22
FIGURA 12: PLANTA DE OSMOSIS INVERSA .....	23
FIGURA 13: MEDIDOR DE CALIDAD DE AGUA .....	23
FIGURA 14: CICLO DEL MANEJO DE AGUA MUNICIPALES.....	25
FIGURA 15: AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	26
FIGURA 16: AGUAS INDUSTRIALES.....	27
FIGURA 17: TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	28
FIGURA 18: TRATAMIENTO PRIMARIO .....	28
FIGURA 19: TRATAMIENTO SECUNDARIO .....	29
FIGURA 20: TRATAMIENTO Terciario .....	30
FIGURA 21: TRATAMIENTO ANÓXIDO .....	31
FIGURA 22: TRATAMIENTO ANAERÓBICOS.....	32

FIGURA 23 : TRATAMIENTO AERÓBICOS.....	33
FIGURA 24: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	34
FIGURA 25: CÁMARA DE REJAS .....	35
FIGURA 26 : ECUALIZADOR .....	35
FIGURA 27: MEDIDOR DE CAUDAL.....	36
FIGURA 28: REACTOR BIOLÓGICO .....	37
FIGURA 29: FLOCULADOR.....	38
FIGURA 30 : TANQUE DE CONTACTO .....	38
FIGURA 31: FILTRO MULTIMEDIA .....	39
FIGURA 32: FILTRO DE CARBÓN.....	40
FIGURA 33: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.....	41
FIGURA 34: FABRICA HENRY FORD .....	42
FIGURA 35: FABRICA MODERNA DE AUTOS .....	43
FIGURA 36: LÓGICA CABLEADA.....	44
FIGURA 37: RECTIFICADORA CNC SK 204 .....	45
FIGURA 38 : AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE .....	46
FIGURA 39: PLC MODICON .....	47
FIGURA 40: ESTRUCTURA BÁSICA DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	48
FIGURA 41: IEC 61131-3 .....	50
FIGURA 42: DIAGRAMA FUNCIONAL.....	51
FIGURA 43: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	53
FIGURA 44: BOMBA SUMERGIBLE .....	54
FIGURA 45: ELECTRO NIVEL .....	55
FIGURA 46: CICLO DE ALTERNANCIA DE BOMBAS SUMERGIBLES .....	56
FIGURA 47: SOPLADORES INDUSTRIALES .....	57

FIGURA 48: FUNCIONAMIENTO EN EL TIEMPO.....	57
FIGURA 49: DIAGRAMA DE MOORE PARA BOMBAS CENTRIFUGAS .....	78
FIGURA 50: ECUACIONES DE MOORE CON FLIP FLOP JK .....	79
FIGURA 51: FLIP FLOP JK .....	79
FIGURA 52: ALTERNANCIA BOMBAS SUMERGIBLES .....	80
FIGURA 53: DIAGRAMA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO .....	81
FIGURA 54: GENERADOR IMPULSO ASÍNCRONO .....	81
FIGURA 55: RETARDO A LA CONEXIÓN .....	82
FIGURA 56: ALTERNANCIA SOPLADORES .....	82
FIGURA 57: ALTERNANCIA BOMBAS SUMERGIBLES. ....	84
FIGURA 58: DOSIFICADOR DE CLORO.....	86
FIGURA 59: DIAGRAMA DE FUERZA.....	87
FIGURA 60: DIAGRAMA DE CONTROL .....	88

## **LISTADO DE TABLAS**

TABLA 1: CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE BEBIDA .....	14
TABLA 2: COMPONENTES POR FASE DE PROCESO.....	54
TABLA 3: ENTRAS Y SALIDAS DEL SISTEMA .....	74
TABLA 4: ESTADOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SOPLADORES .....	77
TABLA 5: ESTADOS DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS .....	83
TABLA 6: ESTADOS DE FUNCIONAMINETO DOIFICADOR.....	85
TABLA 7: PRESUPUESTO .....	96

## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de investigación lleva por título “Diseño e implantación de un sistema de automatización para la Planta de Tratamiento de aguas residuales con PLC Logo de Siemens en la Empresa FRIOMAR S.A.C.- Piura” para optar el título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, presentado por el bachiller Jimmy Antonio Medina Cavero.

A través de la compañía Aqua Perú se propondrá el diseño e implementación del sistema de automatización para el proceso de tratamiento de aguas residuales en la empresa Cartavio, con la finalidad de convertir al sistema, de control y fuerza, en flexible y escalable para el proceso.

La estructura que se ha seguido en este proyecto se compone en 3 capítulos. El primer capítulo comprende el Planteamiento del problema, delimitación justificación y objetivos; en el segundo capítulo se desarrollara el marco teórico, bases teóricas y marco conceptual; en el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

La compañía Aqua Perú se dedica, desde el 2001, a dar soluciones integrales para el proceso de tratamiento de aguas residuales y potables. La empresa consta de cuatro áreas distribuidas en dos locales; dos áreas, administrativa y ventas, que se encuentran localizadas en el distrito de San miguel, perteneciente al departamento constitucional del callao, siendo la ubicación, de las áreas de Ingeniería técnica y ensamblaje eléctrico- mecánico, en el distrito de Zapallal perteneciente al departamento de Lima. Por parte de la del área de Ingeniería técnica, se planteaba la el diseño por lógica cableada para el proceso de automatización de los procesos de tratamiento de aguas residuales y potables.

Este tipo de diseño no reflejaba la escalabilidad y flexibilidad a la hora de realizarse cambios de proceso o ampliación del mismo. Para poder hacer cambios en el proceso, era recurrente la modificación del cableado eléctrico y cambios de actuadores o reemplazo total del diseño, siendo como resultado el costo elevado del mantenimiento o de modificación.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se ve la necesidad de diseñar e implementar una nueva forma de control para el proceso del tratamiento de aguas residuales y potables que permita ser flexible y escalable el tablero de control y fuerza. Este nuevo sistema será diseñado e implementado en el proyecto de tratamiento de aguas residuales en la empresa FRIOMAR S.A.C. ubicada en el departamento de Piura.

## **1.2. Justificación del proyecto**

El presente proyecto se justifica por la necesidad, en la empresa Aqua Perú, de mejorar su diseño de control para el proceso de aguas residuales. En trabajos anteriores, si bien el resultado de armado con lógica cableada es una buena opción de automatizar un proceso, no es posible ampliar el control sin tener que modificar el cableado o la estructura de la distribución de los componentes de control dentro del tablero. En indicios de falla, con el diseño por lógica cableada, es recurrente usar un multímetro con función de continuidad y realizar el seguimiento con el plano de del circuito de control, para poder verificar de donde es el indicio. En el proceso de realizar la continuidad del circuito se pierde horas hombre para buscar el problema.

Con el diseño de lógica cableada, ingresa más componentes, según la lógica a realizar; claro ejemplo es el control para alternancia de bombas con temporización, en este caso se usa temporizadores, contactos auxiliares y otros componentes, tan solo para automatizar una parte del proceso; por consecuente se generaba la necesidad de adquisición de un tablero que albergue las cantidades de componentes que se requiere para el proceso.

Por las razones explicadas, usar un PLC permite un ahorro en el uso de componentes para un proceso, el tamaño del controlador a usar es menos a comparación del tamaño global del control por componentes de lógica cableada. Los controladores constan con memorias reprogramables y con la función de ampliar el proceso, ya sea por aumento de entradas de control o salidas para los actuadores. El uso de un PLC convierte al diseño de automatización en Escalable, porque da la particularidad de ampliar los módulos de IO sin alteración del cableado. Con este nuevo formato se propone diseño e implementación para el proyecto de tratamiento de aguas residuales en la empresa FRIOMAR S.A.C. ubicada en el departamento de Piura.

### **1.3. Delimitación de la investigación**

#### **1.3.1. Espacial**

Se desarrolló en Mza. g lote. 01 Z.I. zona industrial II Paita Piura, en la empresa FRIOMAR S.A.C.



### **1.3.2. Temporal**

El proyecto tiene una duración de 8 meses a partir del 10 febrero del 2014 al 30 de octubre del 2014.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema General**

¿Cómo dar solución al problema de automatización del proceso de tratamiento de aguas residuales, mediante PLC Logo de la marca Siemens en la empresa FRIOMAR S.A.C.?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿Qué modelo de PLC Logo de siemens es el adecuado para que, el sistema de control, sea escalable y flexible?
- ¿Cuáles serán los cambios en el diseño estructural del tablero control?
- ¿Cuáles será la programación de control para el proceso de Tratamiento de aguas residuales?
- ¿Cuáles serán los rangos de operación de los componentes y del tablero de control en el proceso de tratamiento de aguas residuales?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Diseñar e implantar un sistema de automatización para la Planta de Tratamiento de aguas residuales con PLC Logo de Siemens en la Empresa FRIOMAR S.A.C.

- Piura

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Definir el modelo PLC logo de siemens, que su operación de trabajo, esté dentro de los parámetros de voltaje de operación del proceso.
- Realizar el diagrama de distribución de los componentes, para la definición del tablero a usar.
- Realizar la programación necesaria para que los componentes de control trabajen bajo lo requerido por el proceso.
- Realizar los cálculos respectivos para definir los componentes eléctricos para la protección del control, proceso y dimensionamiento de los actuadores, y componentes pasivos del tablero de control.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

Para el actual proyecto de investigación se realizó unos estudios de proyectos antes elaborados que contienen relación al tema, obteniendo experiencias relacionadas al objetivo de la investigación.

Villacis, F. y Zambrano, W. (2013), realizaron la tesis para obtención del título de Ingeniero electrónico mención en sistemas industriales: *“Automatización del proceso de tratamiento de aguas residuales en Tecnova S.A.”* en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Politécnica de Salesiana de Ecuador. La cual llevo a las conclusiones siguientes: [1]

- Cada uno de los procesos que se desarrollan en el proyecto son más seguros desde el punto de vista de manipulación del operador como de la confiabilidad del producto.

- Al tener procesos automatizados nos aseguramos en disminuir en gran cantidad el tiempo de para en producción de ciertas áreas que podría ser consecuencia de la escasez de agua para etapas importantes como es el proceso de carga eléctrica de las baterías.
- El ahorro económico es significativo en relación a varios aspectos, entre ellos; disminución en tiempos de para en la producción de riesgos eléctrico, aumentando la vida útil de ciertos elementos utilizados en el proyecto.

Cantera, L. (2013), realizó la tesis para obtención del título Ingeniero en Control y Automatización: “Automatización del proceso de tratamiento de aguas pluviales por el método de electroagualación.” En La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional de México. La cual llego a las conclusiones siguientes: [2]

- El sistema de automatización permite la sustitución de sus dispositivos electrónicos de potencia por otros de mayor capacidad, para ser utilizado con quipos de mayor dimensión; lo que hace posible su aplicación en sistemas de cualquier volumen.
- Con el desarrollo y resultados que se obtuvieron se abre camino en el progreso de sistemas embebidos de control aplicados a procesos de tratamiento de aguas y la creación de procedimientos y alternativas para la obtención del líquido vital.

Placido, M. y Vargas, O. (2009), realizaron la tesis para obtener el Grado de Ingeniero en Control y automatización: “Propuesta de un sistema de control para

el tratamiento de aguas residuales domésticas.” En La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional de México. La cual llego a las conclusiones siguientes: [3]

- Se eligió la instrumentación para la propuesta de acuerdo a las variables requeridas dando sus especificaciones técnicas, se eligió un control lógico programable (PLC) para el control del sistema por que los beneficios que otorga este dispositivo son; poco espacio para su instalación, ahorro de componentes y cableado, velocidad de respuesta más eficiente.
- Se desarrolló un sistema de control de los tratamientos de aguas para reutilizar el agua residual doméstica, logrado avanzar el desarrollo de estos sistemas con miras al mejoramiento de un cultura de agua eficaz y eficiente, además de tener un mejor cuidado hacia el ambiente...”
- En los últimos tiempos se puede describir una cierta tendencia a implementar tecnologías extensivas, que normalmente tienen costes menores de mantenimiento, y en varios sentidos son mucho más sustentables que las tecnologías intensivas, duras.

Ojeda, C. (2012), realizó la tesis para obtener el Grado de Ingeniero Electrónico: “Diseño de un sistema de automatización industrial para el sistema de bombeo de aguas acidas.” en la Pontifica Universidad Católica, Chiclayo - Perú. La cual llego a las conclusiones siguientes: [4]

- Los resultados obtenidos con el Software AFT FATHOM 7.0 nos brindó el dimensionamiento en presiones y flujo por línea, lo cual nos permitió elaborar las hojas de datos de los instrumentos de una manera precisa.

Las cotizaciones fueron expuestas al cliente. Se procuró la elección de elementos con la relación más alta de beneficio costo

- Actualmente el Sistema de Bombeo de aguas acidas en Maqui sigue funcionando de manera óptima. El diseño fue aprovechado para implementar el proceso en otros puntos de la planta.

Sánchez, J. (2011), en la tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial: “Diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa Tornillo S.R.L.” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo del Perú llego a las siguientes conclusiones: [5]

- Al implementar el sistema de automatización se logró reducir 150 horas de trabajo de 225 horas, es decir que anteriormente en 225 horas se obtenía una producción de ensamble de 1500 carretos y ahora, en 75 horas se ensambla los 1500 reduciendo 150 horas equivalente a 18.5 días y de esta manera se ha aumentado la productividad de 0.94 a 3.72
- La producción aumento en un 33.3% equivalente a 500 carretos que dejan un margen de utilidad de s/ 6977 mensuales.
- Asimismo, por cada lote de 100 carretos que se fabricaban, 5 salían defectuosos, ahora, con el nuevo sistema no existen piezas defectuosas. Ahorrando S/107.4 mensual.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Tratamiento de Aguas**

El término tratamiento de aguas, es una unión de desarrollos físico químico cuyo fin es la eliminación o reducción de los agentes contaminantes, ya sean patógenos o bacterianas, en las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar. Por tal motivo el tratamiento de aguas como finalidad obtener al final del proceso parámetros que estén dentro de los rangos aceptables, ya sea para el consumo humano, utilización para los procesos industriales o verter el agua ya utilizada a las fuentes naturales, siendo devueltas en su estado en que se obtuvieron si ningún agente que altere el ecosistema que ya subsistente. [6]

El tipo de proceso que se realizara para el tratamiento de aguas, se clasifica el tipo de agua a tratar y su finalidad que este tiene para el usuario, siendo de gran importancia que el producto terminado tenga los parámetros esperados.

La clasificación de los procesos es según el tratamiento a realizar, como se muestra en la figura 1:



Figura 1: Tipos de tratamiento de agua residual

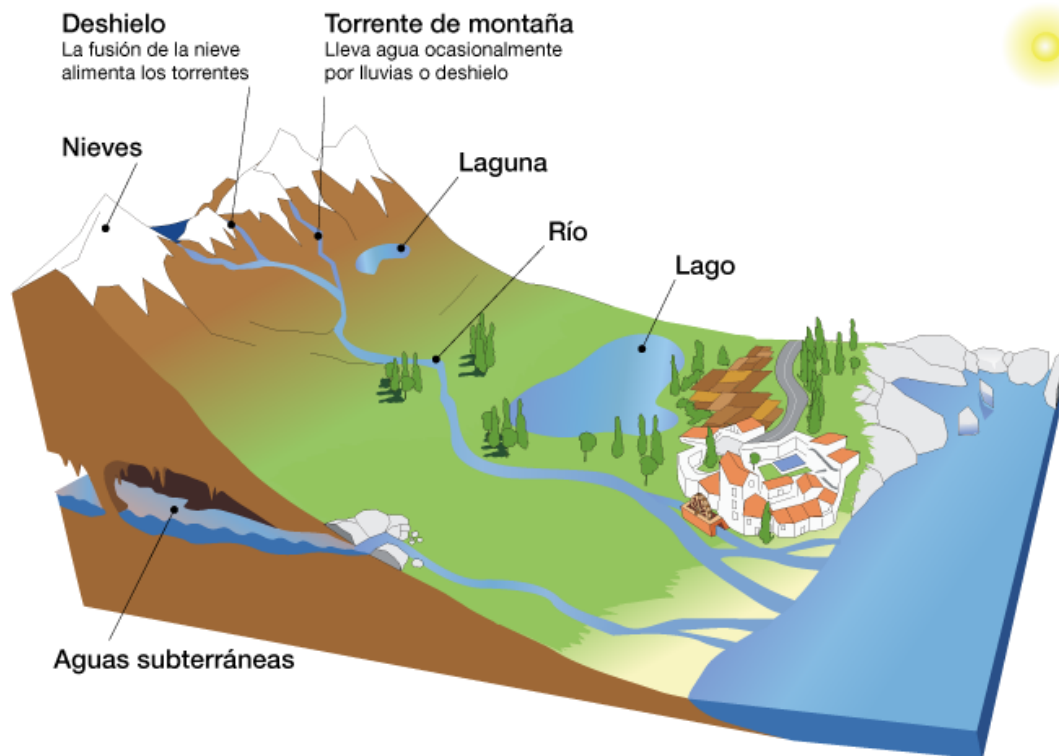
Fuente: Elaboración propia

### 2.2.1.1. Tratamiento de agua potable

El Organismo Mundial de la Salud define: “Agua potable es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar” [7]. Entonces se entiende agua potable como líquido para el consumo humano. La materia prima, para la obtención del producto final, son de diferentes fuentes como aguas superficiales o aguas subterráneas, siendo aguas superficiales a los ríos, mares y subterráneas aquellas que es necesario un sistema de bombeo de agua. En la Figura 2 se muestra las diferentes fuentes de aguas para la realización de potabilización.



## Aguas continentales. Superficiales y subterráneas



**Figura 2: Fuentes de aguas potables**

Fuente: <http://bit.ly/29mE9jx>

El acceso al agua potable es fundamental para la salud por que el cuerpo humano está compuesto por más del 80 por ciento de agua. Por ser el agua parte del ser humano se necesita que este líquido no contenga agentes contaminantes antes de su consumo. Con todo lo explicado se fija el tratamiento del agua es eliminar las bacterias existentes en las fuentes de aguas y dar como resultado un producto dentro de los rangos de consideración de agua potable. Para que el agua tratada se considere potable tiene que contener parámetros que se consideran de carácter crítico, puesto que si estos parámetros no se cumplen se tendría serios problemas en la salud de la persona que las consuma. En la Tabla

1 se resume de Guías para la calidad del agua potable del volumen 1 de la Organización Mundial de la salud.

ORGANISMOS	GUÍAS
a) Todo tipo de agua de bebida E. Coli o bacterias coliformes termo tolerantes.	No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 mililitros.
b) Agua tratada que ingresa al sistema de distribución. E. Coli o bacterias coliformes termo tolerantes. Bacterias coliformes totales	No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 mililitros.
c) Agua tratada en el sistema de Distribución. E. Coli o bacterias coliformes termo tolerantes. Bacterias coliformes totales	No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 mililitros no deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 mililitros. En el caso de grandes abastecimientos, en donde se haya examinado un número suficiente de muestras, no deben estar presentes en el 95% de las muestras recolectadas a lo largo de un periodo de 12 meses.

**Tabla 1: Calidad bacteriológica del agua de bebida**

Fuente: Guías para la calidad del agua potable del volumen-OMS

Se presenta en la tabla anterior los datos correspondientes a las bacterias residentes en el agua a potabilizar, se realizan los procesos para poder ser eliminadas; pero no solo con los resultados en base de lo explicado se puede expresar que el agua es potable o consumible por la persona, por tal motivo se

necesita parámetros o componentes favorables que hacen que el agua sea apta para el consumo humano. En la figura 3 se muestra un resumen de los datos que se consideran de un agua potable.

**Químicos inorgánicos de significación para la salud en el agua de bebida**

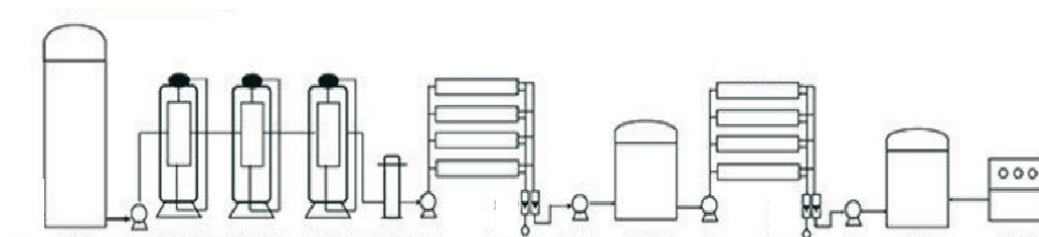
INORGÁNICOS	VALOR GUÍA (mg/L)	OBSERVACIONES
Antimonio	0,005	(P)
Arsénico	0,01*	(P) Grado de riesgo de ocurrencia de cáncer a la piel de $6(10)^{-4}$ . Se acumula en el organismo y puede causar efectos tóxicos.
Bario	0,7	
Berilio	--	No hay información adecuada para establecer un valor guía.
Boro	0,3	
Cadmio	0,003	Efecto tóxico, afecta el riñón y el aparato circulatorio.
Cromo	0,05	(P) Principalmente, el hexavalente es tóxico y potencialmente carcinógeno.
Cobre	2	ATO (P)
Cianuro	0,07	Inhibe el metabolismo del oxígeno.
Fluoruro	1,5	Concentraciones altas afectan la dentadura y los huesos. Puede producirse una fluorosis endémica.
Plomo	0,01	Altamente tóxico. Se acumula en el organismo.
Manganeso	0,5	ATO (P)
Mercurio (total)	0,001	Tiene efectos tóxicos. Se acumula en el organismo. Afecta principalmente las glándulas salivares y renales, las funciones psicológicas y psicomotoras.
Molibdeno	0,07	
Níquel	0,02	
Nitrato (como NO <sub>3</sub> )	50	La relación de la suma de las concentraciones de cada uno con su respectivo valor guía no deberá exceder de 1 (P).
Nitrito (como NO <sub>2</sub> )	3	
Selenio	0,01	
Uranio	-	NIA

**Figura 3: Químicos inorgánicos presentes en el agua potable**

Fuente: <http://bit.ly/29ynWG8>

Con los parámetros visualizados en los recuadros se plantea el proceso adecuado para el tratamiento del agua potable.

En los siguientes párrafos se explica cada proceso que pasa el agua subterránea o superficial para que este pueda ser consumido por los seres humanos. La Figura 4 muestra el proceso que debe pasar el agua y como se denomina cada proceso.



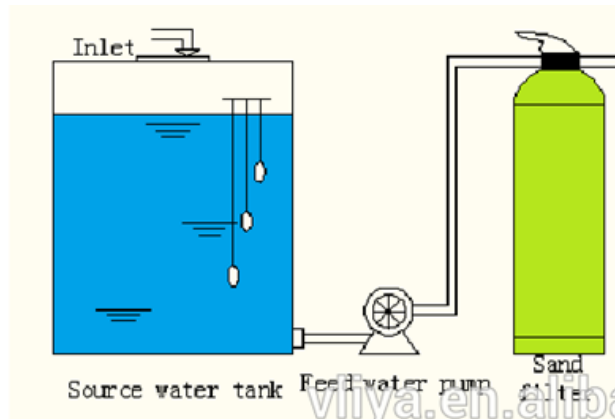
**Figura 4: Diagrama de flujo tratamiento de agua potable**

Fuente: <http://bit.ly/2aBArRc>

#### **2.2.1.1.1. Etapas del tratamiento de aguas portables**

##### **2.2.1.1.1.1. Sedimentación**

En esta etapa el agua de la fuente es enviada a una presión de rango estable hacia el primer tanque de filtración o también conocido como multimedia como se muestra en la figura 5.



**Figura 5: Etapa de Sedimentación o multimedia**

Fuente: <http://bit.ly/29rvOK4>

El tanque que aparece en esta etapa se le denomina de Sedimentación por el motivo que va a retener los sólidos de grandes que se encuentran suspendidos en el agua no potabilizada. Dentro del tanque esta vertido grava de sílice, la cual se muestra en la figura 6. La grava de Sílice tiene la función de retener los sedimentos en suspensión bajo presión de ingreso.



**Figura 6: Grava de SÍLICE**

Fuente: <http://bit.ly/2a2cbp7>

La grava de sílice se produce con la trituración de la piedra a tamaños más reducidos, siendo su utilización en medios de filtración. El acomodamiento de la grava dentro del tanque se realiza desde el fondo hasta la parte superior. En la parte inferior del se ubica la grava más gruesa hasta la grava más fina en la parte superior, como se muestra en la figura 7. El agua de la fuente es ingresada por

el tubo central que se encuentra ubicada en el centro del tanque y la filtración se realiza desde la parte del fondo subiendo por cada capa de grava hasta pasar por la grava de gránulos más pequeños y es conducido por las tuberías hasta el segunda parte del sistema de filtración por carbón activado.



**Figura 7: Filtro multimedia**

Fuente: <http://bit.ly/29BB52l>

#### **2.2.1.1.1.2. Filtración de carbón activado**

Esta parte del sistema se encarga de retener las bacterias, olores y clarificar el agua. Su composición es de carbón activado que tiene una medida, a diferencia de la grava de silicio, estándar. La estructura física de este producto lo convierte en altamente cristalino y una porosidad interna altamente desarrolla; con estas propiedades el carbón activado tiene por objeto retener sólidos presentes en un fluido-, no existe un sólo proceso de purificación con más aplicaciones que el carbón activado. Entre ellas están:

- Potabilización de agua: El carbón retiene plaguicidas, grasas, aceites, detergentes, subproductos de la desinfección, toxinas, compuestos que producen color, compuestos originados por la descomposición de algas y vegetales o por el metabolismo de animales.
- Tratamiento de personas con intoxicación aguda: El carbón activado se considera el “antídoto más universal”, y se aplica en salas de urgencias y hospitales.
- Refinación de azúcar: El carbón retiene las proteínas que dan color al jugo de caña; el objetivo fundamental de este proceso es evitar que el azúcar fermente y se eche a perder.

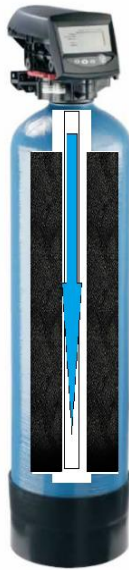
En la figura 8, se muestra el carbón activado.



**Figura 8: Carbón activado**

Fuente: <http://bit.ly/29FbiFE>

Para el Proceso de filtración al igual del filtro multimedia, la filtración comienza desde el fondo del tanque y pasa las por toda la columna de carbón activado, produciéndose así la retención de los agentes antes descrito. Hasta esta parte la perdida de presión con la que se ingresa es mínima para el sistema. En la figura 9 se muestra la parte interna del tanque con el carbón activado.



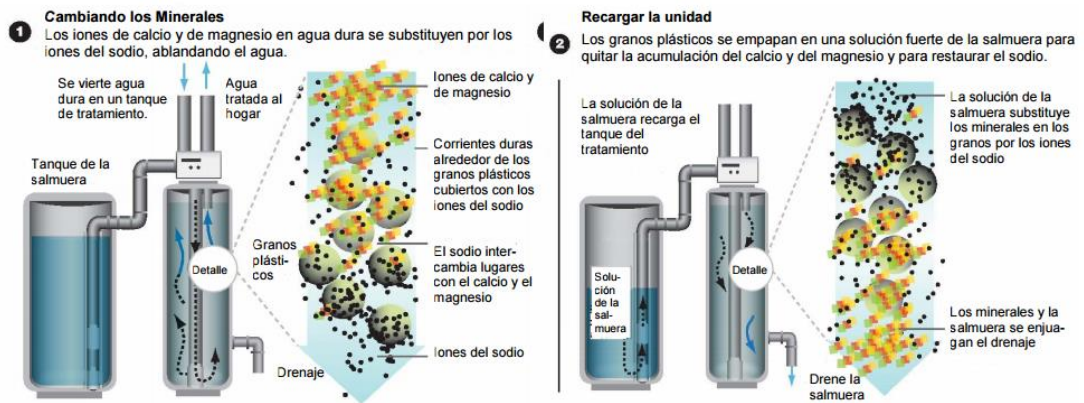
**Figura 9: Filtro de carbón**

Fuente: Elaboración propia

#### **2.2.1.1.1.3. Ablandamiento de agua**

El ablandamiento del agua es la eliminación de calcio y magnesio del agua dura. La suavización del agua se logra generalmente usando resinas de intercambio iónico. El agua dura por lo general no es dañina para la salud, pero puede traer graves problemas en entornos domésticos e industriales, donde se controla la dureza del agua para evitar costosos daños en tuberías, calderas, torres de enfriamiento u otro equipo con tendencias a las incrustaciones. Los suavizadores utilizan una resina sintética de gel en forma de esferas muy pequeñas que están cargadas con sodio y al paso del agua dura van haciendo el intercambio de iones para su suavización. En la figura 10 se muestra el proceso del cambio iónico.





**Figura 10: Ablandamiento de agua**

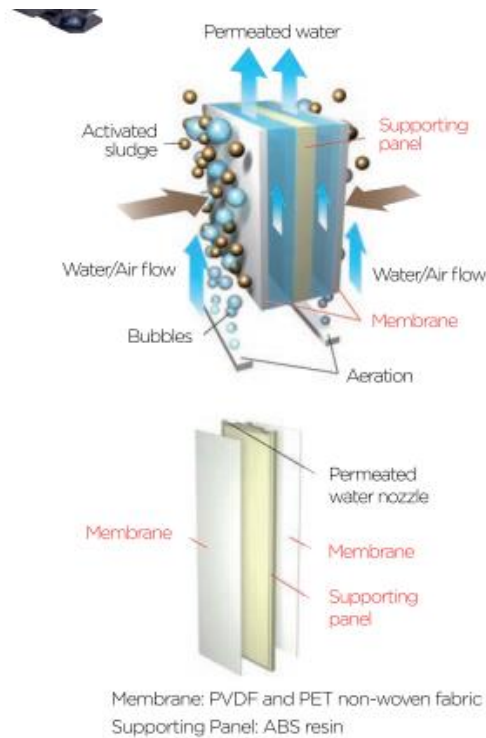
Fuente: <http://bit.ly/29sMWNm>

El agua dura con calcio y magnesio corre a través de esa resina, y en un proceso, los iones duros del agua intercambian sus posiciones con los iones blandos que se encuentran en las cuencas de resina, teniendo como resultado agua blanda. Cabe resaltar que durante los procesos anteriores la presión en el sistema solo desciende un 3% de la presión de entrada. En esta parte del proceso la presión de salida con respecto a la de entrada es de 20 psi.

#### 2.2.1.1.1.4 Osmosis inversa

La Ósmosis es un fenómeno muy común en la naturaleza. Tanto el organismo de los animales y plantas como el propio cuerpo humano se sirven de la Ósmosis para realizar una gran cantidad de procesos. Cuando dos fluidos de distinta densidad se encuentran separados por una membrana semipermeable existe una diferencia de presión entre ambos, y el fluido menos denso tiene a pasar a través de la membrana hasta equilibrar dicha presión. Este es el fenómeno conocido como Ósmosis. En la industria, esa tendencia natural se fuerza a actuar en sentido inverso en lo que lo haría la naturaleza. Este hecho es el que da el

nombre al sistema que al llamamos Ósmosis Inversa. En la figura 11 se visualiza como el proceso de traspase del agua ablandada por la membrana de filtración.



**Figura 11: Filtro Ósmosis inversa**

Fuente: PURE AQUA

Para que el agua pueda recorrer y pasar por las membranas sin ningún problema, antes del ingreso del sistema se encuentra un motor de alta presión que es la encargada de elevar la presión en el sistema. El proceso de censado de la presión de entrada a la osmosis inversas va desde los 20 psi, si la presión de entrada es menor al establecido la osmosis inversa no comenzara su funcionamiento. Internamente en la estructura contiene un presostato mecánico el cual está regulado como presión mínima según diseño. Una vez censado los 20 psi el motor de alta presión comenzará su funcionamiento programado. En esta parte del sistema se censura los niveles de accesibles para que el agua sea

de consumo humanos, los cuales tienen que estar dentro de los parámetros explicados en los capítulos anteriores. En las figuras 12 y 13 se observa el sistema de Osmosis inversa y el dispositivo que realiza la medición de la calidad del agua.



**Figura 12: Planta de Osmosis Inversa**

Fuente: <http://bit.ly/29J1eO9>



**Figura 13: Medidor de calidad de agua**

Fuente: <http://bit.ly/29ttPbg>

### **2.2.1.2. Tratamiento de aguas residuales**

La Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA define: “son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividad humana y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reutilizadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado”. [8]

Como lo indica la OEFA el tratamiento de agua residual tienen el fin de ser reutilizado el producto principal para el ahorro de aguas limpias. El objetivo principal de este tipo de sistema, a diferencia del tratamiento de aguas potables, no es para el consumo humano si no para la reutilización del producto final en diferentes procesos industriales que lo requieran, o ser devueltas a la fuente bajo lo mismo parámetros que ingresaron. Por tal motivo los parámetros que se requiere al final del proceso son distintos al tipo de proceso que se explicó en el apartado anterior.

Los datos de las primeras muestras del agua a tratar y el volumen en metros cúbico, son las que definen la infraestructura que se va a tomar en cuenta para que el proceso de resultados similares a los esperado.

Para la obtención del objetivo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, se comienza analizando que tipo de agua residual se va a tratar. Dentro del análisis, se busca encontrar el origen de la fuente de agua residual y con esto determinar que agentes contaminantes existen en ellos para su próxima eliminación en el proceso de tratamiento. La OEFA clasifica a las aguas residuales, según su procedencia, en tres tipos:

### 2.2.1.2.1. Aguas residuales Municipales

La empresa española, con más de 40 años de experiencia y líder en ingeniería y construcción CADAGUA define las aguas residuales municipales aquellas que comprenden numerosos tipos de desechos líquidos, desde las aguas de drenaje doméstico y servicios, hasta los subproductos industriales y aguas pluviales colectadas en la res municipal. Las aguas residuales domesticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial. Todas ellas habitualmente se recogen en sistema colector y son enviados mediante un emisario terrestre a una planta EDAR (Estación de tratamiento de aguas residuales).

En la figura 14 se muestra el conjunto de aguas que hacen referencia a este tipo de agua residual designado por la empresa CADAGUA.

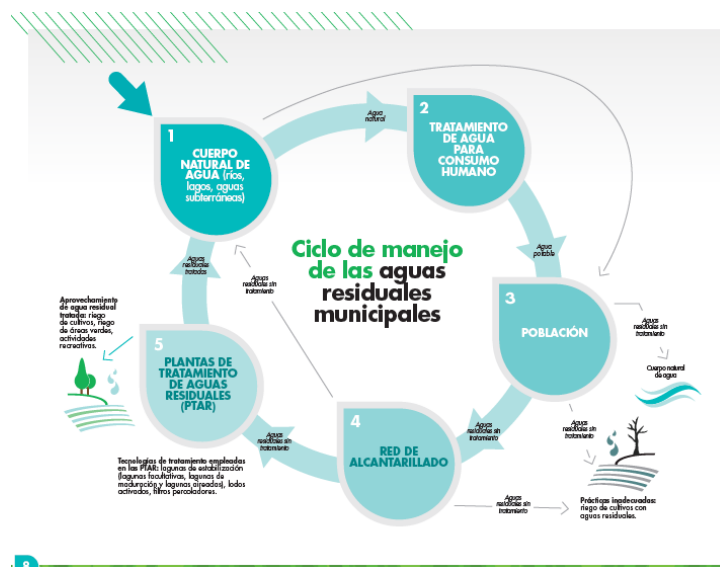


Figura 14: Ciclo del manejo de agua municipales.

Fuente: Fiscalización ambiental en aguas residuales del Perú.

### 2.2.1.2.2. Aguas residuales domésticas

La Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA define: “Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente”.

En la figura 15 se muestra las diferentes fuentes que forman las aguas residuales domésticas.

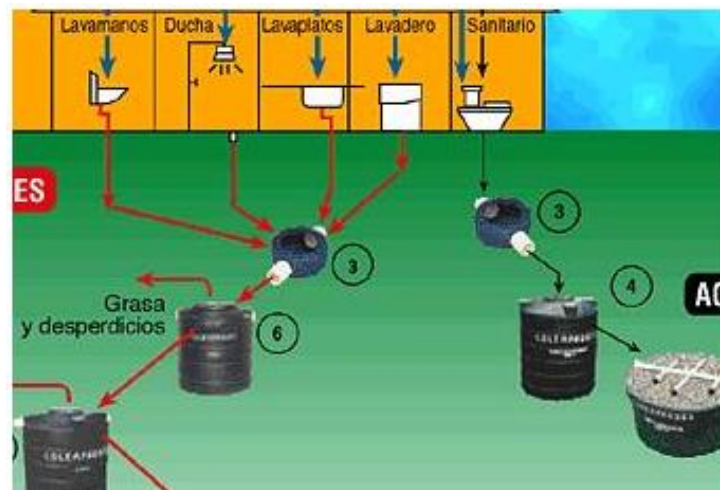


Figura 15: Aguas residuales domesticas

Fuente: <http://bit.ly/2a5sk2b>

### 2.2.1.2.3. Aguas residuales Industriales

La empresa española Hidritec define: “Son todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas, ni aguas de corriente pluvial.”

A diferencia de las aguas residuales explicadas, este tipo de agua tiene otros tipos de agentes contaminantes, por tanto su proceso de eliminación de las mismas varía. En la figura 16 se muestra las fuentes de aguas residuales industriales.



**Figura 16: Aguas industriales**

Fuente: <http://bit.ly/29FvAfO>

### **2.2.1.3. Tipos de tratamiento de aguas residuales**

#### **2.2.1.3.1. Preliminar**

Se hacen como antecedentes a los tratamientos primarios, secundarios, o terciarios, pues las aguas residuales pueden venir con desechos muy grandes y voluminosos que no pueden llegar a las plantas de tratamiento. Como se muestra en



**Figura 17: Tratamiento preliminar**

Fuente: ISBN 958-9487-46-7

**2.2.1.3.2. Primario**

En este tipo de tratamiento lo que se busca es remover los materiales que son posibles de sedimentar, usando tratamiento físicos o físico-químicos. En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques. Como se muestra en Figura 18.



**Figura 18: Tratamiento primario**

Fuente: ISBN 958-9487-46-7



### 2.2.1.3.3. Secundario

Se da para eliminar desechos y sustancias que con la sedimentación que no se eliminaron y para remover las demandas biológicas de oxígeno. Con estos tratamientos secundarios se pueden Expeler las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos. Este proceso acelera la descomposición de los contaminantes orgánicos. El procedimiento secundario más habitual es un proceso biológico en el que se facilita que bacterias aerobias digieran la materia orgánica que llevan las aguas. Como se muestra en Figura 19.



Figura 19: Tratamiento Secundario

Fuente: ISBN 958-9487-46-7

### 2.2.1.3.4. Terciario

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales como por ejemplo para purificar desechos de algunas industrias. Como se muestra en Figura 20.



**Figura 20: Tratamiento Terciario**

Fuente: ISBN 958-9487-46-7

Estos son algunos del tipo de procesos que hay en la industria. En lo correspondiente al estudio de la tesina, se abocara a un tipo de tratamiento y se explicara cada proceso con el fin de dar explicación en el capítulo III la solución de automatización.

#### **2.2.1.4. Tratamientos biológicos**

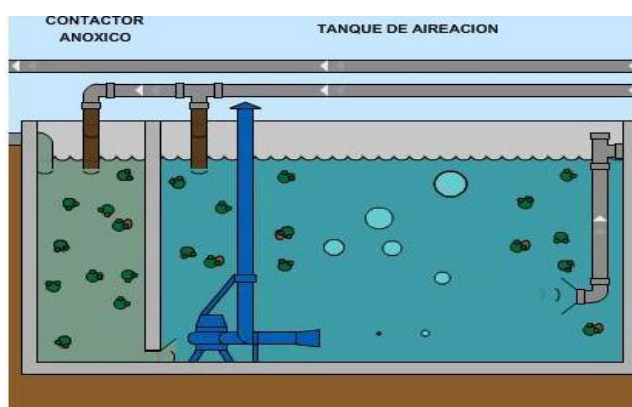
Constituyen una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para llevar cabo la eliminación de componentes indeseables del agua, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes. La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes (N y P). Es uno de los tratamientos más habituales, no solo en el caso de aguas residuales urbanas, sino en buena parte de las aguas industriales. En la mayor parte de los casos, la materia orgánica constituye la fuente de energía y de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Además, también es necesaria la presencia de nutrientes, que contengan los elementos esenciales para el crecimiento, especialmente los compuestos que contengan N (nitrógeno) y P

(fosforo), y por último, en el caso de sistema aerobio, la presencia de oxígeno disuelto en el agua. Este último aspecto será clave a la hora de elegir el proceso biológico más conveniente.

En el metabolismo bacteriano juega un papel fundamental el elemento aceptor de electrones en los procesos de oxidación de la materia orgánica. Este aspecto, además, tiene una importante incidencia en las posibilidades de aplicación al tratamiento de aguas. Atendiendo a cual es dicho aceptor de electrones distinguimos tres casos:

#### 2.2.1.4.1. Sistemas anóxicos

Se denominan así los sistemas en los que la ausencia de  $O_2$  y la presencia de  $NO_3$  hacen que este último elemento sea el aceptor de electrones, transformándose, entre otros, en  $N_2$ , elemento completamente inerte. Por tanto es posible, en ciertas condiciones, conseguir una eliminación biológica de nitratos (desnitrificación). En la Figura 21 se muestra el proceso Anoxicos.

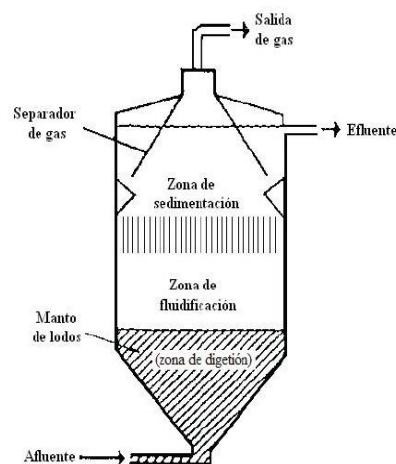


**Figura 21: Tratamiento Anóxico**

Fuente: <http://bit.ly/29L7GRv>

#### 2.2.1.4.2. Sistemas anaeróbicos

En este caso el aceptor de electrones puede ser el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) o parte de la propia materia orgánica, obteniéndose como producto de esta reducción el carbono es su estado más reducido, CH<sub>4</sub> (metano). La utilización de este sistema, tendría, como ya se explicará, como ventaja importante, la obtención de un gas combustible. En la figura 22 se muestra el proceso anaeróbico.



**Figura 22: Tratamiento Anaeróbicos**

Fuente: <http://bit.ly/2a6myNL>

#### 2.2.1.4.3. Sistemas aeróbicos

La presencia de O<sub>2</sub> (oxígeno) hace que este elemento sea el aceptor de electrones, por lo que se obtienen unos rendimientos energéticos elevados, provocando un importante generación de fangos, debido al alto crecimiento de las bacterias aerobias. Su aplicación a aguas residuales puede estar muy

condicionada por la baja solubilidad del oxígeno en el agua. En la Figura 23 se muestra el proceso aeróbico.

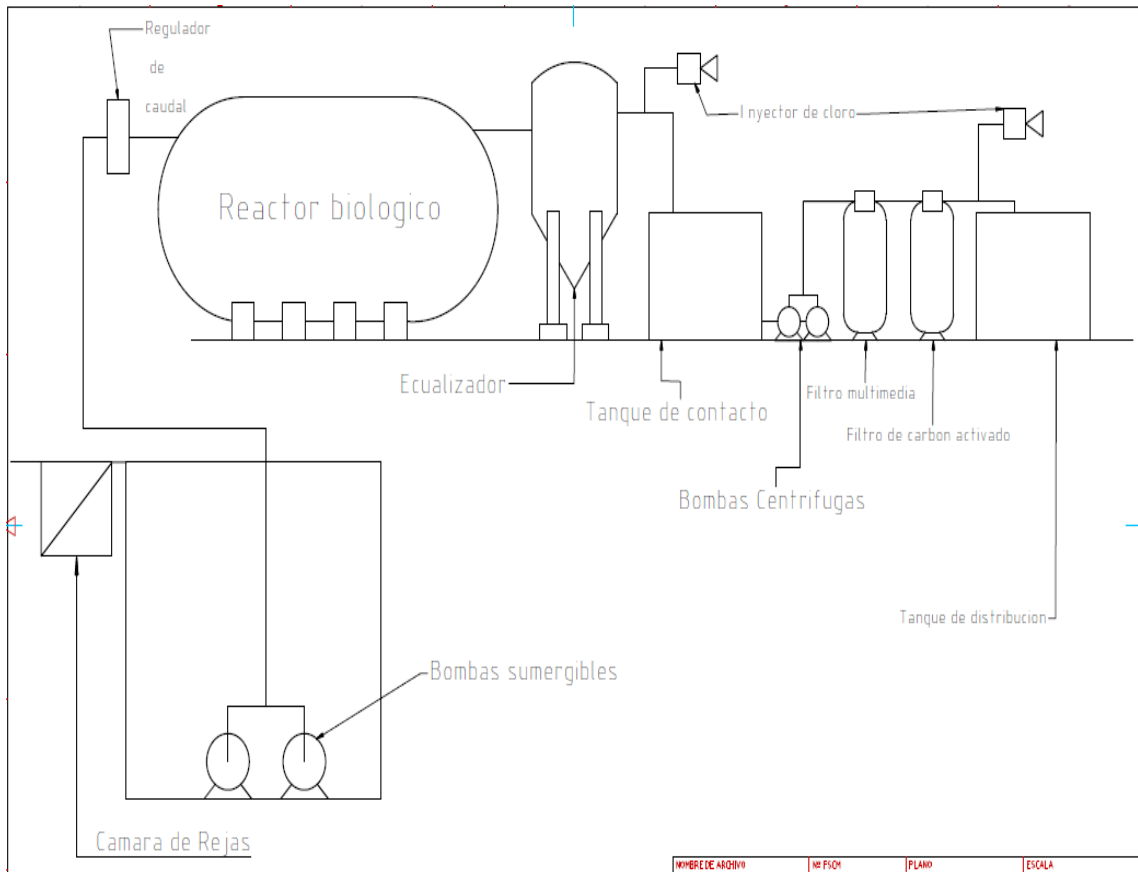


**Figura 23 : tratamiento aeróbicos**

Fuente: <http://bit.ly/29FH0QH>

#### **2.2.1.5. Etapas de tratamiento de aguas residuales Industriales**

Para el caso de la empresa FRIOMAR S.A.C ubicada en Piura .Se diseñó el sistema de tratamiento de aguas industriales bajo el sistema biológico-aeróbico. En la Figura 24 se muestra el proceso completo del tratamiento que fue diseñado para esta empresa

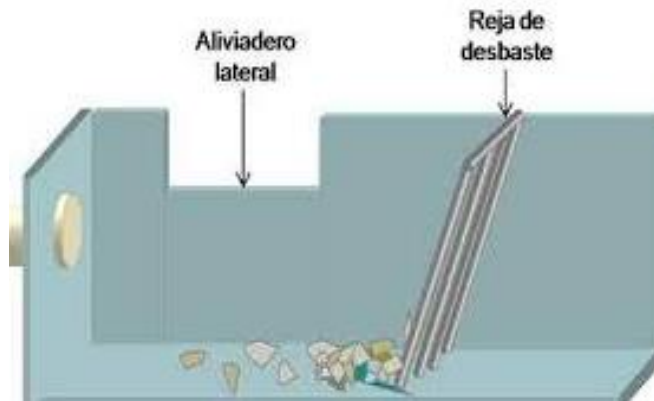


**Figura 24: tratamiento de aguas residuales**

Fuente: Dossier Friomar SAC

### 2.2.1.5.1. Cámara de rejas

Las aguas residuales contienen materiales tales como desperdicios, pedazos de madera, arena, etc., las cuales deben ser removidas antes de ingresar a las unidades de tratamiento debido y puedan obstruir las tuberías o motores. Además, una vez que ingresan a la planta resulta difícil remover estas materias. Para evitar su ingreso, la planta cuenta con la cámara de rejas para impedir el paso de materiales que puedan impedir el proceso con normalidad. En la figura 25 se muestra el proceso que realiza la cámara de rejas.

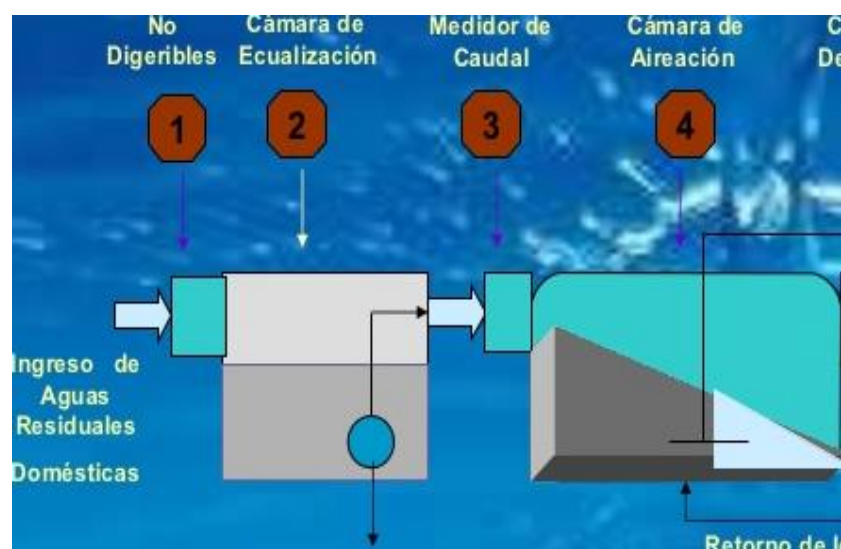


**Figura 25: Cámara de rejas**

Fuente: <http://bit.ly/29M0rwH>

### 2.2.1.5.2. Ecuador

En esta parte del proceso se tiene como objetivo recolectar y almacenar el agua residual durante un tiempo determinado y homogenizar las características de la calidad del agua residual. Como también absorber los flujos máximos y mantener un caudal constante para las posteriores operaciones. En la figura 26 se observa que ubicación en sistema tiene posición.



**Figura 26 : Ecuador**

Fuente: <http://bit.ly/29RYnAV>

### 2.2.1.5.3. Regulador de caudal

Es la parte del proceso que se encarga de medir y regular el caudal de alimentación del agua residual proveniente del tanque de equalización al reactor biológico. La operación se realiza mediante un vertedero triangular, que está regulado por un sistema de válvulas y retorno proveniente del bombeo. En la figura 27 se muestra el diseño interno del regulador.



**Figura 27: Medidor de Caudal**

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.1.5.4. Reactor biológico

Tiene por finalidad la eliminación de la carga orgánica mediante la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno. La coagulación de los sólidos orgánicos coloidales no sedimentables. En el reactor, el agua residual se somete a una mezcla completa por medio de la difusión de aire prolongado, en la primera cavidad, de tal manera que el oxígeno molecular tenga el máximo contacto con el líquido para garantizar el desarrollo de las bacterias.



En la segunda cavidad por gravedad los sólidos suspendidos, generados en la primera cavidad, caen al fondo del fondo. En esta cavidad la cantidad de oxígeno que se ingresa es menos para que se produzca la precipitación de la materia.

En la tercera cavidad, no se ingresa oxígeno para que las materias no proliferen y la gravedad se encargue de llevarlas al fondo del reactor, formándose así los lodos activos. En la Figura 28 se muestra las tres cavidades del reactor biológico.



**Figura 28: Reactor biológico**

Fuente: <http://bit.ly/29Nbnrn>

#### **2.2.1.5.5. Floculador**

En esta parte del proceso tiene como objetivo retener las últimas cargas orgánicas existentes y dar más reposo al sistema para que este sea más eficiente. En esta parte del sistema el agua se vuelve más clarificada físicamente. El traspaso a la siguiente etapa se realiza por rebose, para que solo la parte clara y sin carga orgánica pase a la siguiente etapa donde se va eliminar los últimos residuos bacterianos existentes. En la figura 29 se muestra el floculador para la observación del proceso.



**Figura 29: Floculador**

Fuente: <http://bit.ly/29RYnAV>

#### **2.2.1.5.6. Tanque de contacto**

Tiene por finalidad la eliminación de microorganismos patógenos, por la acción desinfectante del cloro que se inyecta en la línea entre la salida del floculador y la entrada del tanque de contacto. En los casos de diseño, se utiliza uno con capacidad de residencia del agua entre 15 a 30 minutos, lo cual permita eliminar el 99,9% de los patógenos. En la figura 30 se muestra la posición del tanque en el proceso.



**Figura 30 : Tanque de contacto**

Fuente: <http://bit.ly/29RYnA>

### 2.2.1.5.7. Filtro multimedia

Su función principal es retener los sólidos de grandes que se encuentran suspendidos dentro del tanque esta vertido grava de sílice. La grava de Sílice tiene la función de retener los sedimentos en suspensión bajo presión de ingreso.

El acomodamiento de la grava dentro del tanque se realiza desde el fondo hasta la parte superior. En la parte inferior del se ubica la grava más gruesa hasta la grava más fina en la parte superior, como se muestra en la figura 31. El agua de la fuente es ingresada por el tubo central que se encuentra ubicada en el centro del tanque y la filtración se realiza desde la parte del fondo subiendo por cada capa de grava hasta pasar por la grava de gránulos más pequeños y es conducido por las tuberías hasta el segunda parte del sistema de filtración por carbón activado.



**Figura 31: Filtro Multimedia**

Fuente: <http://bit.ly/29BB52I>

#### 2.2.1.5.8. Filtro de carbón activado

Esta parte del sistema se encarga de retener las bacterias, olores y clarificar el agua. Su composición es de carbón activado que tiene una medida, a diferencia de la grava de silicio, estándar; en la figura 8 se muestra el carbón activado. La estructura física de este producto lo convierte en altamente cristalino y una porosidad interna altamente desarrolla; con estas propiedades el carbón activado tiene por objeto retener sólidos presentes en un fluido.

Para el Proceso de filtración al igual del filtro multimedia, la filtración comienza desde el fondo del tanque y pasa las por toda la columna de carbón activado, produciéndose así la retención de los agentes antes descrito. Hasta esta parte la perdida de presión con la que se ingresa es mínima para el sistema. En la Figura 32 se muestra la parte interna del tanque con el carbón activado.



**Figura 32: Filtro de Carbón**

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.1.5.9. Tanque de distribución

Después de pasar el tratamiento por los filtros, el agua es almacenada en este tanque para su uso respectivo según el requerimiento de la empresa. En la figura 33 se muestra el tanque, que bajo sus características son usadas para el almacenamiento del tipo de agua final.



**Figura 33: Tanque de Distribución**

Fuente: <http://bit.ly/2a0y371>

#### 2.2.2. AUTOMATIZACIÓN

La real academia de Ciencias Físicas y exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y programadas. De esta definición original se desprende el significado de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. [9]

### 2.2.2.1. Automatización en la industria

La automatización industrial es el uso de elementos mecánicos, eléctricos o electrónicos para controlar procesos industriales substituyendo el trabajo del ser humano. Provee a los operadores humanos de mecanismos autónomos o semi autónomos para ayudarlos a extender sus capacidades físicas al realizar tareas conocidas por él, de una manera más eficiente y segura [10]

Un gran ejemplo de la inserción de la automatización son las fábricas de carros de Henry ford. Si bien en sus primero años de la creación de los carros se necesitaba la intervención de la mano del hombre para el armado de total como se muestra en la figura 34, en la figura 35 se refleja el cambio en la actualidad más aun en su línea de proceso. Hoy en día el hombre solo supervisa que el proceso se realice bajo la programación planteada.



**Figura 34: Fabrica Henry Ford**

Fuente: <http://bit.ly/2a9nG3r>



**Figura 35: Fabrica Moderna de Autos**

Fuente: <http://bit.ly/29FJz9L>

#### **2.2.2.2. Tipos de Automatización**

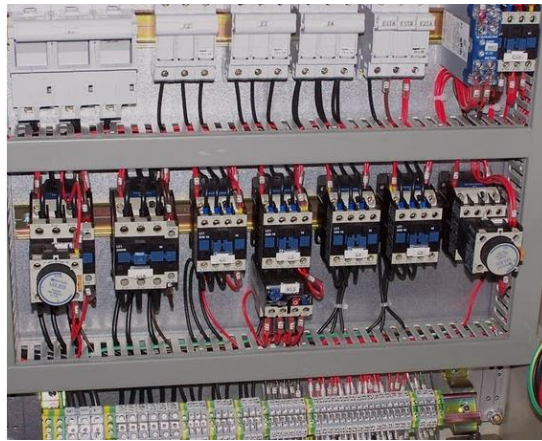
Para los procesos de las industrias, la automatización es diferente para cada proceso, por lo que existen varios tipos de automatización. En lo siguiente se explicara cada uno de ellos para poder definir según la necesidad el tipo de automatización requerida.

La automatización industrial se puede clasificar atendiendo a diferentes criterios. Según la clasificación más extendida, la automatización industrial se agrupa en torno a tres tipos: [11]

##### **2.2.2.2.1. Automatización fija**

Es un tipo de automatización empleada cuando el volumen de producción es muy alto. Esta automatización está asociada a la utilización de sistemas lógicos, como son las compuertas lógicas. Se trata de un sistema de operación con secuencias fijas en torno a una configuración de los equipos que lo forman.

Los inconvenientes con este tipo de automatización es poca flexibilidad de adaptación. En procesos de mayor embargadora, el coste de implementación es muy elevado, requiriéndose equipos muy especializados para el desarrollo del mismo. Un gran ejemplo de automatización es la lógica cableada, como se muestra en la figura 36.



**Figura 36: Lógica Cableada**

Fuente: <http://bit.ly/29Ud327>

La lógica cableada, para este tipo de automatización fija es un gran ejemplo puesto que los diseños solo son dados para un tipo de procesos y si el proceso dejara de producir, el diseño no se reutilizaría, convirtiéndose así no reprogramable y poco flexible.

#### **2.2.2.2. Automatización Programable**

Es un sistema de fabricación que dispone de un aserie de quipos diseñados para poder modificar la secuencia en las operaciones con el objetivo de adecuarse a la fabricación de distintos productos. Esta adecuación en la producción se realiza mediante un programa. [12]



En este tipo de automatización el equipo es capaz de cambiar la secuencia de operaciones para adaptarse a diferentes configuraciones del producto en un conjunto de instrucciones codificado de tal forma que el sistema pueda leerlas e interpretarlas.

Un gran ejemplo de este tipo de automatización son las maquinas CNC, en las cuales se ingresan comandos de dimensiones o características físicas desde la computadora, bajo un programa denominado CAD – Diseño asistido por computadora. En la figura 37, se muestra una maquina CNC de fabricación de aros para llantas de automóviles.



**Figura 37: Rectificadora CNC SK 204**

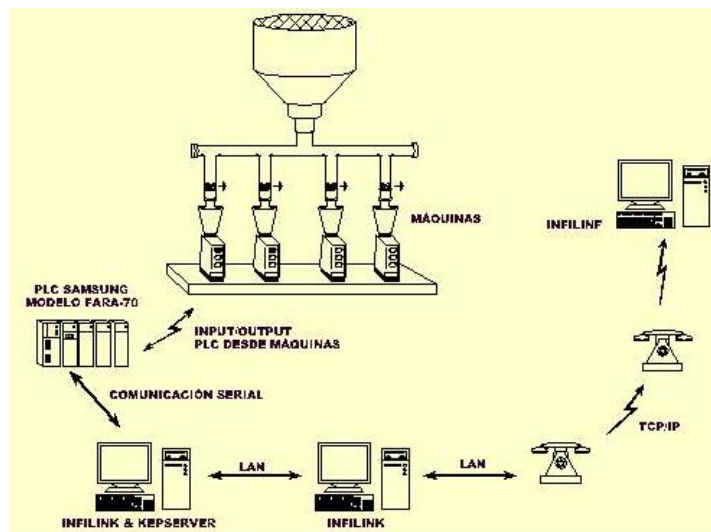
Fuente: <http://bit.ly/29KR5B8>

### **2.2.2.2.3. Automatización Flexible**

La automatización flexible es una extensión de la automatización programable. Suele constituirse por estaciones de trabajo interconectadas por sistemas de manipulación y almacenamiento de materiales, que son controlados por una computadora. Este tipo de automatización permite sistemas de fabricación

donde se pueden modificar tanto los programas como la relación entre los elementos.

En este tipo de automatización, el claro ejemplo es el uso de Controlador Lógico Controlable –PLC, el cual hace al sistema flexible y programable. El PLC lo hace flexible por tener la capacidad de cambiar los programas sin perder tiempo de producción. En la figura 38 se muestra un proceso controlador por PLC.



**Figura 38 : Automatización Flexible**

Fuente: <http://bit.ly/29SNWQb>

### 2.2.2.3. Controlador Lógico programable-PLC

Los PLC se introdujeron por primera vez en la industria en los años 60 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basados en contactares. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular- MODICON. En la figura 39 se muestra el primer MODICON.



**Figura 39: PLC Modicon**

Fuente: <http://bit.ly/29UYDxK>

Desde la inserción del PLC al mercado ha tenido una evolución hasta la actualidad donde existe comunicación entre los PLC, existen protocolos y estándares de comunicación. En el mercado de hoy existen varias empresas que producen PLC. Desde su invención algunas de sus ventajas que otorga son:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos. debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes. Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

#### **2.2.2.3.1. Estructura del Controlador Lógico Programable**

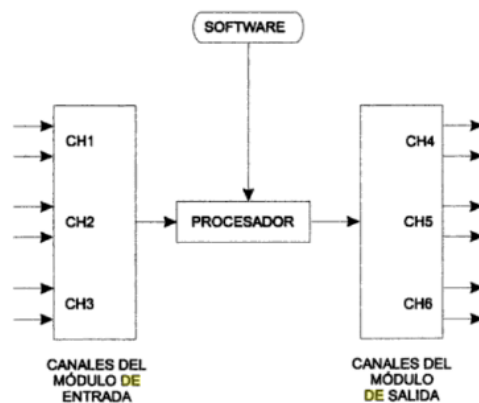
Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador Programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora. La estructura básica

del hardware de un consolador Programable propiamente dicho está constituido por:

- Fuente de alimentación
- Unidad de procesamiento central (CPU)
- Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)
- Módulo de memorias
- Unidad de programación

En la figura 40, se muestra una estructura básica de los PLC.



**Figura 40: Estructura básica de un controlador lógico programable**

Fuente: Enríquez G. Fundamentos de control de motores eléctricos en la industria

Para el funcionamiento de lectura que debe realizar el PLC en función autónoma, es necesaria la programación. La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 61131, en un esfuerzo para estandarizar los Controladores Programables. Uno de los objetivos del Comité fue crear un conjunto común de instrucciones que podría ser usado en todos los PLCs. Aunque el estándar 61131 alcanzó el estado de estándar internacional en agosto

de 1992, el esfuerzo para crear un PLC estándar global ha sido una tarea muy difícil debido a la diversidad de fabricantes de PLCs y a los problemas de incompatibilidad de programas entre marcas de PLCs.

El estándar IEC 61131 para controladores programables consiste de cinco partes, una de las cuales hace referencia a los lenguajes de programación y es referida como la IEC 61131-3.

El estándar IEC 61131-3 define dos lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLCs. Los lenguajes gráficos utilizan símbolos para programar las instrucciones de control, mientras los lenguajes basados en texto, usan cadenas de caracteres para programar las instrucciones.

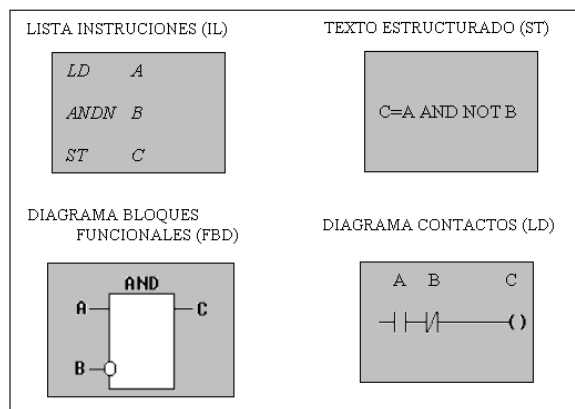
#### **2.2.2.3.2. Lenguajes de Programación**

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos). Una vez aprendidos se podrá usar una amplia variedad de sistemas basados en esta norma.

Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

- Literales:
  - ✓ Lista de instrucciones (IL).
  - ✓ Texto estructurado (ST).
- Gráficos:
  - ✓ Diagrama de contactos (LD).
  - ✓ Diagrama de bloques funcionales (FBD).

En la figura 41 se muestra ejemplos de los tipos de lenguaje de programación.



**Figura 41: IEC 61131-3**

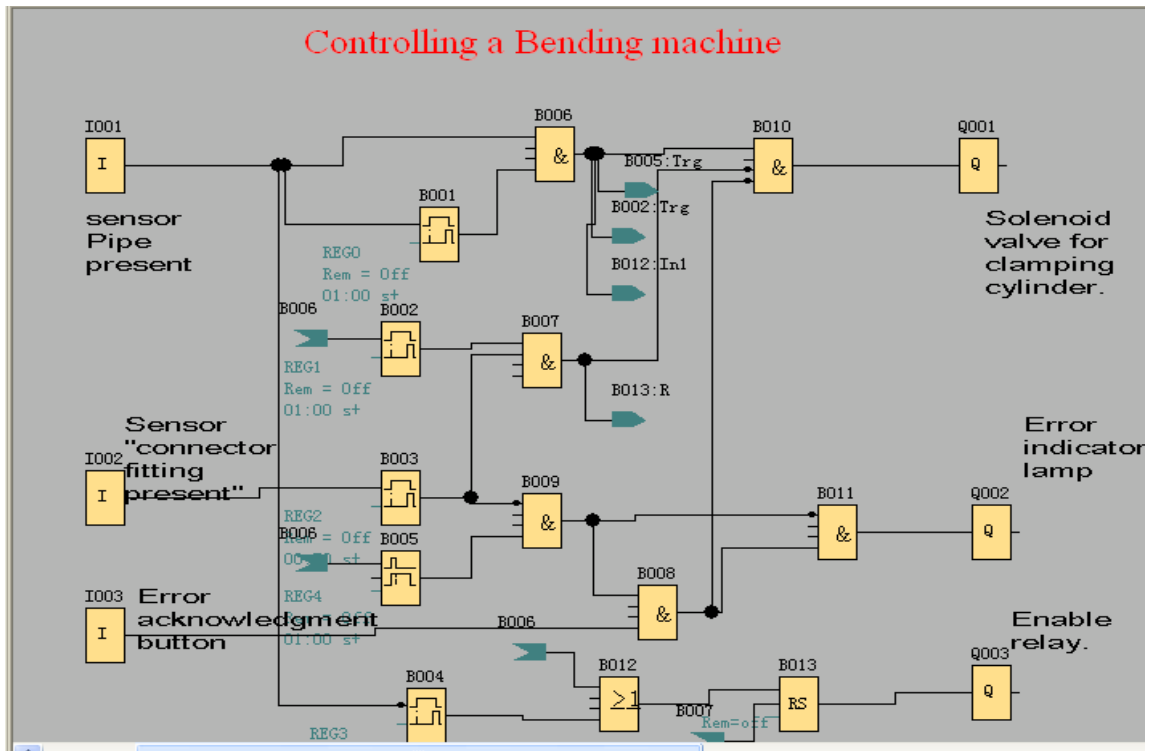
Fuente: IEC 61131-3: un recurso de programación estándar

Para estudio de este proyecto se procederá a explicar el lenguaje de programación Diagrama de Bloques Funcionales.

#### **2.2.2.3.2.1. Diagramas de Bloques Funcionales**

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos, en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

El diagrama de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente. En la figura 42 veremos un ejemplo de programación en este tipo de lenguaje.



**Figura 42: Diagrama funcional**  
Fuente: <http://bit.ly/29X60n9>

### 2.3. Marco Conceptual

- **Medida de cable AWG:** La American Wire Gauge (AWG), un estándar de alambre de dimensionamiento también conocido como el calibre del cable de Brown y Sharpe , se utiliza en América del Norte para medir y regular el grosor de hilos conductores hechos de metales no ferrosos basado en el acero. [13]
- **Cable GPT (General Purpose Thermoplastic Insulated):** Conductor flexible de cobre con aislamiento individual de policloruro de vinilo (PVC). [14]
- **Cable THW:** Aplicación general en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambiente seco o húmedo, conexiones de tableros de control y en general en todas las instalaciones que requieran mayor capacidad de corriente. [15]
- **Flip Flop:** Un biestable, también llamado báscula (flip-flop en inglés), es un multivibrador capaz de permanecer en un estado determinado o en el contrario durante un tiempo indefinido. Esta característica es ampliamente utilizada en electrónica digital para memorizar información. [16]

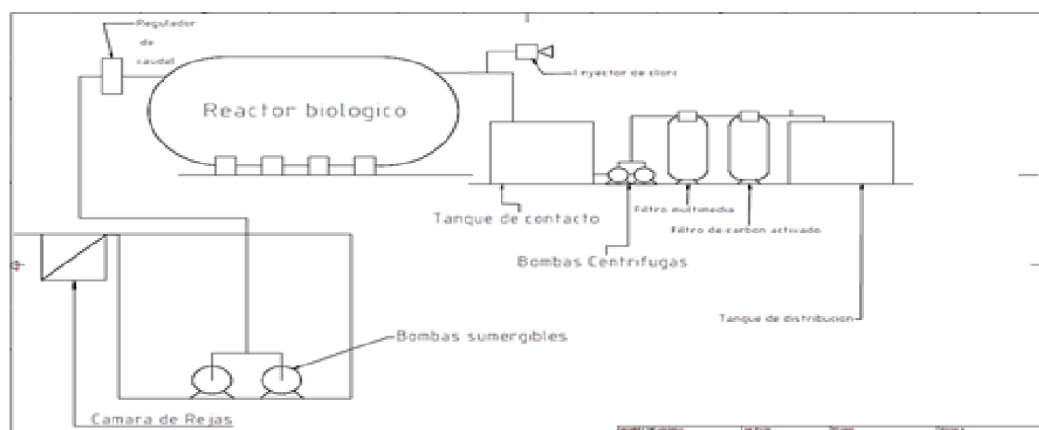


### CAPITULO III

## ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### 3.1. Análisis del proceso de la planta de tratamiento de aguas residual.

La empresa Aqua Perú propuso una planta de tratamiento de aguas residuales industriales bajo el tratamiento aeróbico con el reactor biológico de capacidad para el proceso. En la figura 43 se muestra el flujo del tratamiento de la planta.



**Figura 43: Planta de tratamiento de aguas residuales**

Fuente: Dossier FRIOMAR SAC.

En la tabla 2 se muestra los componentes a controlar en cada fase del proceso.

**Tabla 2: Componentes por fase de proceso**

Proceso	Equipo actuador	Indicador
tanque ecualizador	BOMBAS SUMERGIBLES	Electronivel
Reactor Biologico	SOPLADORES	
tanque de contacto - tanque de distribucion	BOMBAS CENTRIFUGAS	electronivel tanque de contacto
		electronivel tanque de distribucion
		presostato

### 3.1.1. Proceso tanque ecualizador

En el tanque ecualizador están 2 bombas sumergibles, como se muestra en la figura 44, cada una con alimentación monofásica de 220 VAC.



**Figura 44: Bomba sumergible**

Fuente: <http://bit.ly/2arVDKF>

En esta parte el funcionamiento de las bombas condicionadas por un dispositivo denominado Electro nivel con doble contacto, el cual se muestra en la figura 45. Este electro nivel indica el estado del tanque, tanto como vacío o lleno.

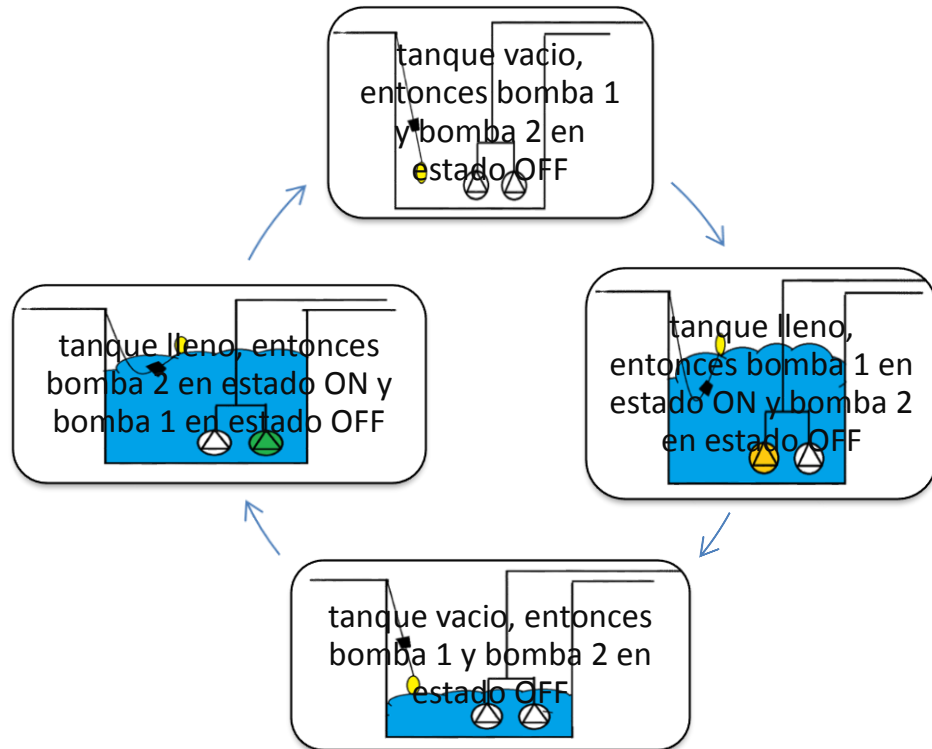
El trabajo de ambas bombas sumergibles, a las cuales denominaremos bomba sumergible 1 y bomba sumergible 2, será de alternancia.



**Figura 45: Electro nivel**  
Fuente: <http://bit.ly/2a5SNK3>

El funcionamiento en esta parte del tratamiento, es mediante la posición del electro nivel. Mientras el contacto del electro nivel no cierra contacto, esto hace referencia que el tanque se encuentra vacío y por lo tanto las bombas sumergibles no entran en funcionamiento. Pasado el llenado de tanque y el electro nivel cierra contacto, la bomba sumergible numero 1 entra en funcionamiento, hasta que el contacto del electro nivel nuevamente pase a posición abierta indicando que el tanque esta vacío. Cuando el electro nivel cierre contacto indicando que el tanque se encuentra lleno se pasara activar la bomba sumergible número 2, y su funcionamiento será hasta que el contacto del electro nivel pase a posición inicial, reanudándose así el proceso cíclicamente.

En la Figura 46 se observa el proceso explicado en forma de flujos.



**Figura 46: Ciclo de alternancia de bombas sumergibles**  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2. Proceso Reactor Biológico

El agua que es enviada al reactor biológico pasa por un regulador de caudal e ingresando entonces al reactor un caudal constante. Dentro del tanque existen dispersores de aire, las cuales son de vital importancia para que las bacterias existentes proliferen, tanto como en la primera cavidad y segunda cavidad del reactor. En la tercera cavidad no hay inserción del oxígeno con la finalidad de ir eliminando las bacterias por precipitación de la misma.

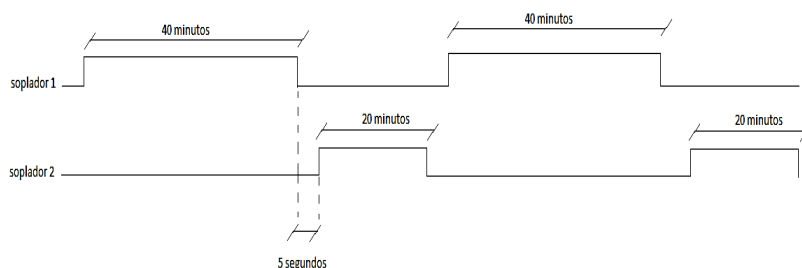
Para que el aire sea proporcional a la cantidad de organismo y prolifere, es necesario dotar de oxígeno caso constante, para ello se diseñó el sistema con 2 sopladores, la cual se muestra en la figura 47, quienes son los encargados de proporcionar el oxígeno al sistema.



**Figura 47: Sopladores industriales**

Fuente: <http://bit.ly/2avCMjO>

El funcionamiento de estos sopladores es por tiempos de trabajo. Para el caso del sistema se calculó, por parte de los ingenieros químicos, que el intervalo de tiempo de oxigenación es de 20 minutos de aireación por un soplador, un intervalo de 5 segundos para el cambio de soplador, 20 minutos de funcionamiento del segundo soplador y 5 segundos para el cambio al primer soplador para que el ciclo de alternancia se repita. En la figura 48 se muestra las líneas de tiempo de funcionamiento de cada soplador.



**Figura 48: Funcionamiento en el tiempo**

Fuente: Elaboración propia

Las características técnicas de estos sopladores son :

- Tension: 220v
- Linea: Trifasica
- Potencia:2 HP

### **3.1.3. Proceso Tanque de contacto**

En este apartado del proceso intervienen las bombas centrifugas las cuales son encargadas de pasar por los filtros la presión necesaria. El funcionamiento de la bomba centrifuga es idéntico al trabajo indicado por las bombas sumergibles, pero con la diferencia que el electronivel se encuentra en el tanque de contacto. Para la optimización del proceso, se añadió un tanque hidroneumático. Junto a este tanque hidroneumático se instaló un sensor de presión de contacto seco. La presión a trabajar de las bombas está en un rango de 20 a 45 psi.

### **3.2. Diseño del sistema de automatización**

Para el diseño de automatización, se realizaron los siguientes cálculos para el dimensionamiento y selección de los componentes de accionamiento y protección del sistema:

- Calculo de corrientes nominales de:
  - Bombas sumergibles,
  - Sopladoras,
  - Bombas dosificadoras
  - Bombas centrifugas.

- Dimensionamiento de:
  - Contactores
  - Relés de sobrecarga.
  - Interruptores termo magnéticos.
  - Cables de control y fuerza.
  - Tablero eléctrico.
  - Señalizadores y selectores.
  - Controlador lógico Programable.

### **3.2.1. Calculo de corrientes nominales**

#### **3.2.1.1. Bombas sumergibles**

Para el cálculo de las corrientes nominales es necesario las características técnicas de la bomba sumergible, de la cual se adjunta ficha técnica en el anexo 1.

- MODELO: ZXm 1A /40
- MARCA: PEDROLLO.
- POTENCIA: 0.85HP
- TENSIÓN: 220VAC Monofásica 60 Hz

Para propósitos del diseño se utiliza la tabla establecida en el anexo 2, el cual nos proporciona las corrientes consumidas por las bombas. La corriente nominal de las bombas es de 6.6 Amperios.

### **3.2.1.2. Sopladores**

Para el cálculo de las corrientes nominales es necesario las características técnicas de los sopladores, de la cual se adjunta ficha técnica en el anexo 3

- MODELO: AMD 90S AA2
- MARCA: Lafert.
- POTENCIA: 2 HP
- TENSIÓN: 220VAC trifásico 60 Hz

Para propósitos del diseño se utiliza la placa del motor – anexo 3-, el cual nos proporciona las corrientes consumidas por los sopladores. La corriente nominal de las bombas es de 6.3 Amperios, en conexión de tensión trifásico 220 VAC.

### **3.2.1.3. Bomba dosificadora**

Para el cálculo de las corrientes nominales es necesario las características técnicas de los sopladores, de la cual se adjunta ficha técnica en el anexo 4

- MODELO: C-630P
- MARCA: BLUE WHITE.
- POTENCIA: 0.01HP (45W)
- TENSIÓN: 220VAC Monofásica 60 Hz

Para propósitos del diseño se utiliza la tabla establecida en el anexo 2, el cual nos proporciona las corrientes consumidas por las bombas. La corriente nominal de las bombas es de 3.9 Amperios.



#### **3.2.1.4. Bombas centrífugas**

Para el cálculo de las corrientes nominales es necesario las características técnicas de los sopladores, de la cual se adjunta ficha técnica en el anexo 5.

- MODELO: CPm 620C
- MARCA: PEDROLLO.
- POTENCIA: 1HP
- TENSIÓN: 220VAC monofásica 60 Hz

Para propósitos del diseño se utiliza la tabla establecida en el anexo 5, el cual nos proporciona las corrientes consumidas por las bombas. La corriente nominal de las bombas es de 6 Amperios.

#### **3.2.2. Dimensionamiento de contactares**

##### **3.2.2.1. Bombas sumergibles**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6.6 Amperios.
- Tensión de la bobina: 220v.
- Frecuencia: 60HZ
- Norma: IEC 60947-4-1
- Altura de trabajo: 1500 msnm.

Con los datos presentados se tomó para la elección del contactor como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el valor de la corriente Nominal 6.6 amperios, se eligió el contactor con valor próximo superior.

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RT1016-1AN21 (anexo7)

### **3.2.2.2. Sopladores**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6.3 Amperios.
- Tensión de la bobina: 220v.
- Frecuencia: 60HZ
- Norma: IEC 60947-4-1
- Altura de trabajo: 1500 msnm.

Con los datos presentados se tomó para la elección del contactor como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el valor de la corriente Nominal 6.3 amperios, se eligió el contactor con valor próximo superior.

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RT1016-1AN21 (anexo7)

### **3.2.2.3. Dosificador de cloro**

Datos:

- Corriente Nominal (In)= 3,9 Amperios.
- Tensión de la bobina: 220v.
- Frecuencia: 60HZ
- Norma: IEC 60947-4-1
- Altura de trabajo: 1500 msnm.

Con los datos presentados se tomó para la elección del contactor como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el valor de la corriente Nominal 3.9 amperios, se eligió el contactor con valor próximo superior.

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RT1015-1AN21 (anexo7)

### **3.2.2.4. Bombas centrifugas**

Datos:

- Corriente Nominal (In)= 6 Amperios.
- Tensión de la bobina: 220v.
- Frecuencia: 60HZ
- Norma: IEC 60947-4-1
- Altura de trabajo: 1500 msnm.

Con los datos presentados se tomó para la elección del contactor como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el valor de la corriente Nominal 6 amperios, se eligió el contactor con valor próximo superior.

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RT1016-1AN21 (anexo7)

### **3.2.3. Dimensionamiento de relé de sobrecarga**

#### **3.2.3.1. Bombas sumergibles**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6.6 Amperios
- $F_s$  (factor de servicio)= 1.15
- **$I_{n_{maximo}}$** :  $I_n \times F_s = 7.59$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del rele de sobrecarga como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el rango de referencia 6.6 – 7.59 A, se eligió:

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RU1116-1HB0 (anexo 9).

### 3.2.3.2. Sopladores

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6.3 Amperios
- $F_s$  (factor de servicio)= 1.15
- **$I_{n_{maximo}}$** :  $I_n \times F_s = 7.245$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del rele de sobrecarga como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el rango de referencia 6.3 – 7.245 A, se eligió:

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RU1116-1HB0 (anexo 9)

### 3.2.3.3. Dosificador de cloro

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 3.9 Amperios
- $F_s$  (factor de servicio)= 1.15
- **$I_{n_{maximo}}$** :  $I_n \times F_s = 4.495$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del rele de sobrecarga como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el rango de referencia 3.9 – 4.495 A, se eligió:

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RU1116-1FBO (anexo 10)

### **3.2.3.4. Bombas centrifugas**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6 Amperios
- $F_s$  (factor de servicio)= 1.15
- $I_{n_{maximo}}$ :  $I_n \times F_s = 6.9$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del rele de sobrecarga como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

Siendo el rango de referencia 6 – 6.9 A, se eligió:

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RU1116-1HBO (anexo 9)

## **3.2.4. Dimensionamiento de interruptores termo magnéticos**

### **3.2.4.1. Bombas sumergibles**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6.6 Amperios
- Curva C (anexo 11)
- $I_{cc} = I_n \times 1.75 = 11.55$  amperios
- IEC 60-898
- Alimentación monofásica
- $I_{cu} = 20ka$

Con los datos presentados se tomó para la elección del ITM como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

- Marca: SIEMENS
- Modelo:5SY6 216-7 (anexo 12)

#### **3.2.4.2. Sopladores**

Datos:

- Corriente Nominal (In)= 6.3 Amperios
- Curva C (anexo 11)
- $I_{cc}=I_N*1.75= 11.025$  amperios
- IEC 60-898
- Alimentación trifasica
- $I_{cu}=20ka$

Con los datos presentados se tomó para la elección del ITM como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

- Marca: SIEMENS
- Modelo:5SY6 216-7 (anexo 12)

#### **3.2.4.3. Dosificador de cloro**

Datos:

- Corriente Nominal (In)= 3.9 Amperios
- Curva C (anexo 11)
- $I_{cc}=I_N*1.75= 6.825$  amperios

- IEC 60-898
- Alimentación monofásica
- Icu=20ka

Con los datos presentados se tomó para la elección del ITM como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

- Marca: SIEMENS
- Modelo:5SY6 210-7 (anexo 12)

#### **3.2.4.4. Bombas centrifugas**

Datos:

- Corriente Nominal (In)= 6 Amperios
- Curva C (anexo 11)
- $I_{cc}=I_N*1.75= 10.5$  amperios
- IEC 60-898
- Alimentación monofásica
- Icu=20ka

Con los datos presentados se tomó para la elección del ITM como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

- Marca: SIEMENS
- Modelo:5SY6 216-7 (anexo 12)



### **3.2.4.5. Interruptor termo magnético regulable general**

Datos:

- Corriente Nominal total ( $I_n$ )= 22.8 Amperios
- Curva C (anexo 11)
- $I_{cc}=I_n*1.75= 39.9$  amperios
- IEC 60-898
- Alimentación monofásica
- $I_{cu}=20ka$

Con los datos presentados se tomó para la elección del ITM como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3VT 704-2DA36-0AA0 (anexo 13)

### **3.2.5. Dimensionamiento de cables de control y fuerza**

#### **3.2.5.1. Bomba sumergible**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6 Amperios
- Temperatura de trabajo= 90°
- Aislamiento: PVC
- Tensión de servicio: 230VAC
- Corriente nominal a plena carga:  $I_n \times 1.25 = 7.5$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del calibre del cable y modelo como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 14.

- Marca: Indeco
- Modelo: THW-90
- Calibre: 14AWG

### **3.2.5.2. Sopladores**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6.3 Amperios
- Temperatura de trabajo= 90°
- Aislamiento: PVC
- Tensión de servicio: 230VAC
- Corriente nominal a plena carga:  $I_n \times 1.25 = 7.8$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del calibre del cable y modelo como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 14

- Marca: Indeco
- Modelo: THW-90
- Calibre: 14AWG

### **3.2.5.3. Dosificador de Cloro**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 3.6 Amperios
- Temperatura de trabajo= 90°
- Aislamiento: PVC
- Tensión de servicio: 230VAC
- Corriente nominal a plena carga:  $I_n \times 1.25 = 4.5$  amperios

Con los datos presentados se tomó para la elección del calibre del cable y modelo como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 14

- Marca: Indeco
- Modelo: THW-90
- Calibre: 14AWG

### **3.2.5.4. Bomba centrifugas**

Datos:

- Corriente Nominal ( $I_n$ )= 6 Amperios
- Temperatura de trabajo= 90°
- Aislamiento: PVC
- Tensión de servicio: 230VAC
- Corriente nominal a plena carga:  $I_n \times 1.25 = 7.5$  amperios,

Con los datos presentados se tomó para la elección del calibre del cable y modelo como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 14

- Marca: Indeco
- Modelo: THW-90
- Calibre: 14AWG

#### **3.2.5.5. Cable de control**

Puesto que el valores del cable no cuenta con intervención indispensable en el sistema de automatización se optó por como cable de control el Modelo GPT en la marca Indeco con calibre 16AWG. Anexo 15 del catálogo de Indeco.

#### **3.2.6. Dimensionamiento del tablero**

##### **3.2.6.1. Tablero de Automatización**

Datos:

- Protección : IP55
- Clima abrasivo
- Protección contra la salinidad
- Contener placa de montaje

Con los datos presentados se tomó para la elección del tablero como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 16

- Marca: SAFYBOX

- Modelo: BRES-86
- Tablero de Polyester 800x600x300mm con IP66

### **3.2.7. Dimensionamiento señalizadores y selectores**

#### **3.2.7.1. Pilotos señalizadores**

Datos:

- Protección : IP55
- LED 220VAC
- Dimensión 22 mm

Con los datos presentados se tomó para la elección del piloto señalizador como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 16

- Marca: ABB AUTOMATION
- Modelo: CL2-523G COLOR VERDE
- Modelo: CL2-523R COLOR ROJO

#### **3.2.7.2. Selectores**

Datos:

- Selector de 16 amperios
- Selección 0-B1-B2- alter
- Selección manual - 0 – automático
- Color negro.

Con los datos presentados se tomó para la elección de los selectores como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas. La selección se realizó bajo anexo 16

- Marca: BREMAS
- Modelo manual - 0 - automático : CA0127898W21W
- Modelo 0-B1-B2- alter: CA0120006W20

### 3.2.8. Dimensionamiento y selección del PLC Logo de Siemens

Para el dimensionamiento del Controlador, es necesario saber con cuántas entradas y salidas lógicas se va a requerir para poder controlar todo el sistema, a su vez con qué tipo de tensión trabajara el controlador y que tipo de contactos de salidas debe contar éste. Para el proyecto se requirió un módulo extensión de salidas y entradas. En la tabla

#### 3.2.8.1. Dimensionamiento de entradas y salidas lógicas

En la Tabla 3 se muestra las diferentes entradas y salidas del sistema.

Tabla 3: Entradas y salidas del sistema

N°	ENTRADAS	SALIDAS	
1	BOMBAS	B1	S1
2	SUMERGIBLES	B2	S2
3		ALT	SOP1
4	SOPLADORES	B1	SOP2

5		B2	CENT1
6		ALT	CENT2
7	BOMBAS	B1	DOSI
8	CENTRIFUGAS	B2	
9		ALT	
10	PR		
11	NT1		
12	NT2		

Con la tabla, se determina:

- Entradas: 12 entradas
- Salidas: 7 salidas

### 3.2.8.2. Dimensionamiento del PLC logo de siemens

Características para la elección del PLC Logo:

- Tensión de Alimentación: 230VAC 60 HZ
- Entradas/Salidas: 12E/7S
- Corriente máxima de salida:10A

Con los datos obtenidos en 3.2.8.1 y 3.2.8.2 se tomó para la elección del calibre del PLC Logo de Siemens como referencia los valores existentes en las diferentes marcas especializadas.

- ✓ Marca: SIEMENS
- ✓ Modelo PLC Logo: LOGO! 230 RC 8 entradas / 4 salidas
- ✓ Módulo de expansión: 6ED1055-1FB00-0BA1 4 Entradas /4 salidas

### **3.2.9. Programación de automatización**

Para la programación de control de cada elemento que interviene en el proceso, se dividió en tres pasos para que se detalle con exactitud la programación a requerir. Las tres partes para cada elemento son:

- ✓ Diagrama de estados
- ✓ Solución en el programa BOOBLE-DEUSTO
- ✓ Programación en Logo SOFT

#### **3.2.9.1. Bombas sumergibles**

Como se explicó en el apartado 3.1.1 las entradas y salidas involucradas son el electro nivel y las 2 bombas sumergibles correspondientemente. El diagrama que se presenta a continuación es cuando el selector respectivo se encuentra en la posición Alternancia; puesto que para este proceso es necesario que las bombas arranquen de forma manual y de forma automática.

##### **3.2.9.1.1. Diagrama de estados**

Para la elaboración del diagrama es necesario declarar nuestros estados.

- Entradas
  - Electro nivel: NT1



- Posibles estados
    - 0: tanque vacío
    - 1: tanque lleno
- Salidas
  - Soplador 1: S1
  - Soplador 2: S2
    - Posibles estados: en la tabla 4 se muestra los posibles estados que toma cada soplador

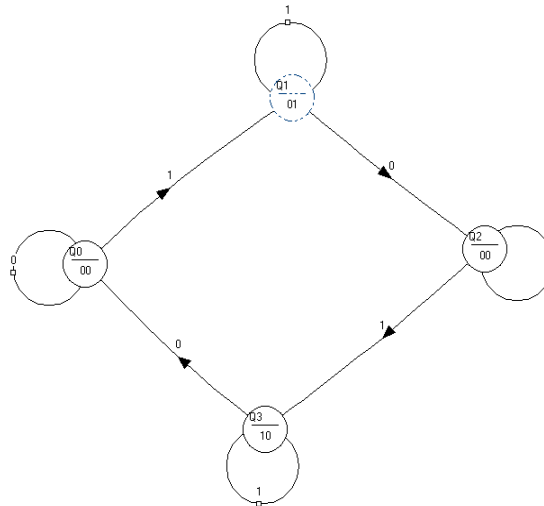
ESTADO	S1	S2
Q0	0	0
Q1	0	1
Q2	1	0
Q3	1	1

Tabla 4: estados de funcionamiento de los sopladores

Con lo explicado, se procede a realizar el diagrama de Moore, la cual es explicada en el anexo 17.

Cuando el electro nivel tenga valor 0 el sistema tendrá como salida 0 0 la cual indica sopladores apagados y se mantendrá en el estado Q0; cuando el electro nivel indica 1 el estado cambia al estado Q1 con salidas 0 1 la cual indica que la bomba sumergible 2 entra en funcionamiento y se mantendrá en dicho estado

hasta el electro nivel indique cero nuevamente. Cuando el electro nivel indique nuevamente valor cero pasara al estado Q2 con salida 0 0, la cual indica que las bombas se encuentran inactivas; cuando el electro nivel vuelva a indicar valor 1 entonces pasa al siguiente estado Q3 la cual tendrá como salida 1 0, la cual indica que el soplador 1 se encuentra activo y el soplador 2 inactivo, el estado se mantendrá hasta que el valor del electro nivel cambie y vuelva al estado inicial del proceso para que los ciclos se repitan. En la figura 49 se muestra los diagramas de estados



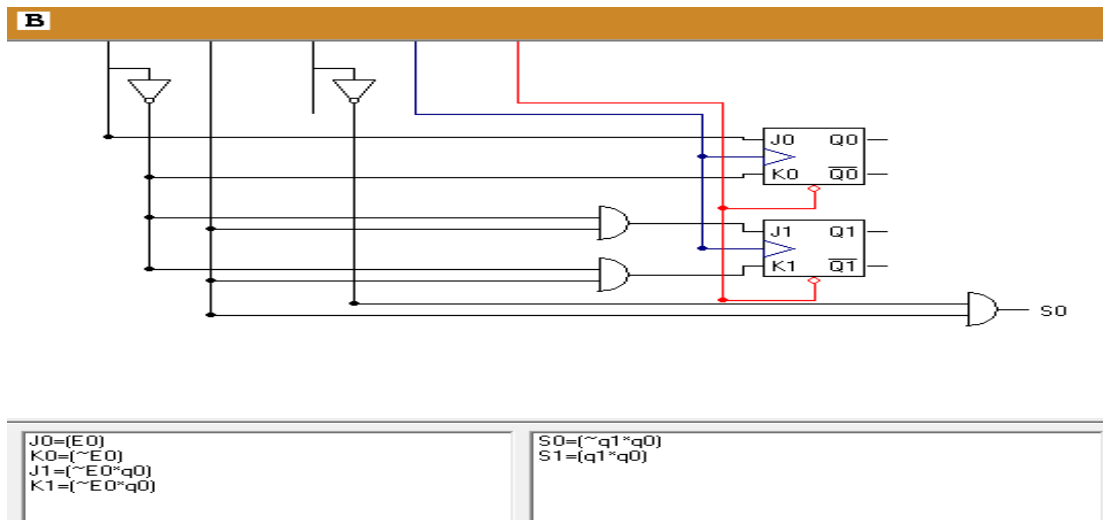
**Figura 49: Diagrama de Moore para bombas centrifugas**

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.9.1.2. Boole-Deusto

Al ingresar el diagrama de Boole- Deusto este no da como resultados las ecuaciones respectivas para flipflop JK. En la figura 50 se muestra el resultado

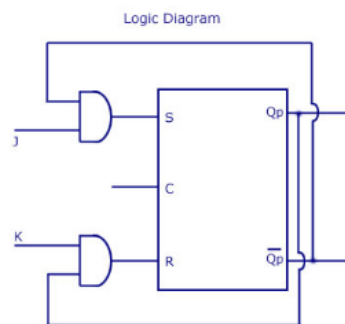
obtenido.



**Figura 50: Ecuaciones de Moore con Flip Flop JK**

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 49, nos da un resultado con flip flop JK, pero en el programa LOGO SOFT solo se cuenta con un Biaestable RS. Para poder adecuar la ecuación al programa se realiza un arreglo de compuertas lógicas como se muestra en la figura 51.

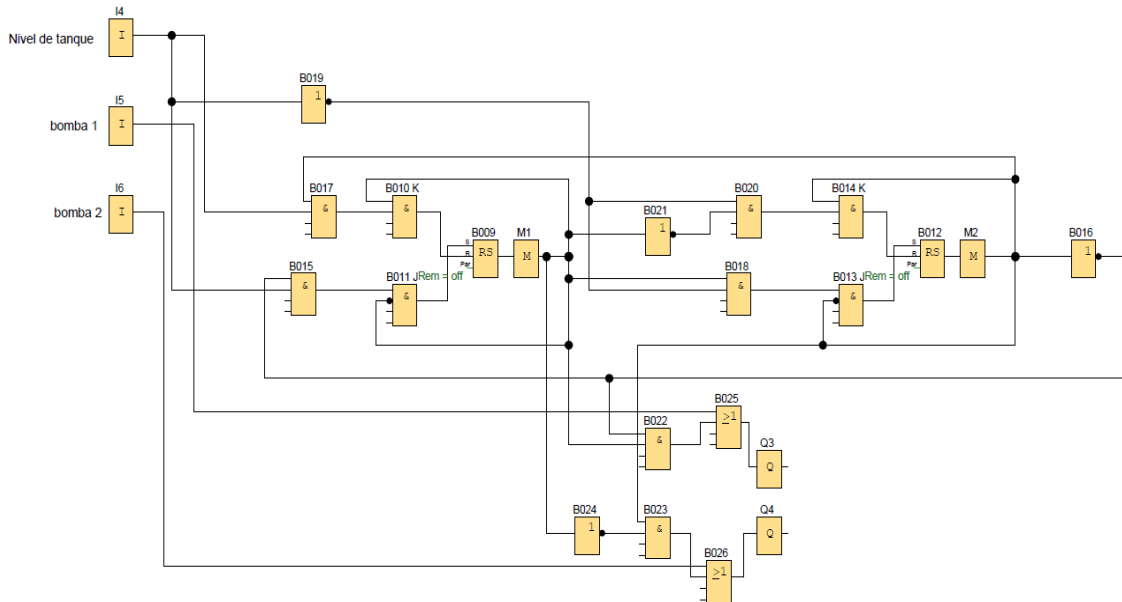


**Figura 51: Flip Flop JK**

Fuente: <https://bitly.com>

### 3.2.9.1.3. Programación Plc Logo de Siemens

Con el arreglo de la Figura 52 se procede a ingresar la programación que se muestra en la Figura 51 al logo soft.



**Figura 52: Alternancia Bombas sumergibles**

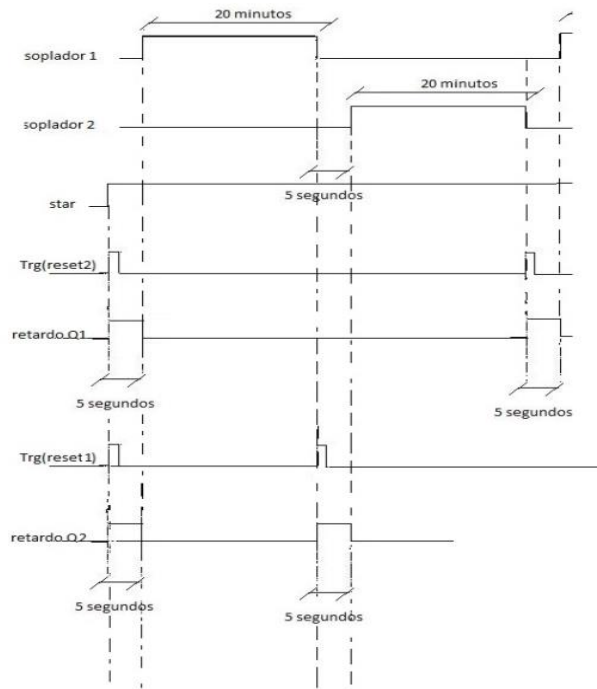
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.2. Sopladores

El control de los sopladores como se explicó en el apartado 3.1.2, el control es por tiempo. Para realizar la programación se usó dos bloques del logo soft, de los cuales se detallan en el anexo 18.

#### 3.2.9.2.1. Diagrama de Tiempos

En la Figura 53 se muestra el diagrama en tiempos en conjunto con los bloques utilizados.



**Figura 53: Diagrama en función del tiempo**

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.2.2. Programación Plc Logo de Siemens

Para la realización en el Plc, se utilizaron dos cuadros de programación que son vitales. En la figura 54 y 54 se explica el funcionamiento de cada uno.

**Generador de impulsos asíncrono**

**Descripción de la función**  
La forma del impulso de salida puede modificarse mediante una relación impulso/pausa configurable.

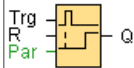
Conexión	Descripción
Entrada <b>En</b>	Por medio de la entrada En se habilita y deshabilita el generador de impulsos asíncrono.
Entrada <b>Inv</b>	La entrada Inv permite invertir la señal de salida del generador de impulsos asíncrono activo.
Parámetros	$T_H$ , $T_L$ : es posible configurar el ancho de impulsos ( $T_H$ ) y la duración de pausa entre impulsos ( $T_L$ ).
Salida <b>Q</b>	<b>Q</b> se activa y desactiva cíclicamente con los tiempos impulso/pausa $T_H$ y $T_L$ .

**Parámetros  $T_H$  y  $T_L$**   
El ancho de impulsos  $T_H$  y la duración de pausa entre impulsos  $T_L$  también pueden ser el valor real de otra función ya programada:

**Figura 54: Generador Impulso asíncrono**

Fuente: Logo Soft

### Retardo a la conexión con memoria



#### Descripción breve

Si se activa y desactiva la entrada Trg, comienza a transcurrir un tiempo configurable. La salida se activa una vez expirado este tiempo.

Conexión	Descripción
Entrada <b>Trg</b>	Por medio de la entrada Trg (Trigger) se inicia el tiempo de retardo a la conexión.
Entrada <b>R</b>	Por medio de la entrada R (Reset), el tiempo de retardo a la conexión y la salida se ponen a 0. Reset tiene prioridad sobre Trg.
Parámetros	<b>T</b> es el tiempo de retardo tras el que se activa la salida (ésta cambia de 0 a 1).
Salida <b>Q</b>	<b>Q</b> se activa una vez expirado el tiempo <b>T</b> .

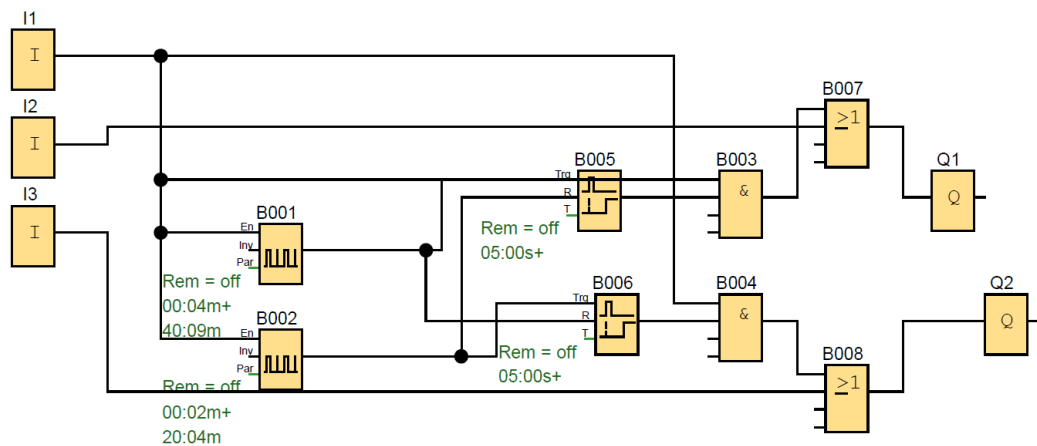
#### Parámetro T

El tiempo del parámetro T también puede ser el valor de otra función ya programada:

**Figura 55: Retardo a la conexión**

Fuente: Logo Soft

Con lo explicado sobre el funcionamiento de los cuadros utilizados, en la Figura 56 se muestra la programación ingresada al logo Soft



**Figura 56: Alternancia Sopladores**

Fuente: Logo Soft

### 3.2.9.3. Centrífuga

Como se explicó en el apartado 3.1.3 las entradas y salidas involucradas son el electronivel y las 2 bombas centrifugas correspondientemente. El

diagrama que se presenta a continuación es cuando el selector respectivo se encuentra en la posición Alternancia; puesto que para este proceso es necesario que las bombas arranquen de forma manual y de forma automática.

### 3.2.9.3.1. Diagrama de estados

Para la elaboración del diagrama es necesario declarar nuestros estados.

- Entradas
  - Electro nivel: NT2
    - Posibles estados  
0: tanque vacío  
1: tanque lleno
- Salidas
  - Presostato: Prs
    - En la tabla 5 se muestra los posibles estados de las bombas centrifugas.

ESTADO	Prs
Q0	0
Q1	1

Tabla 5: Estados de funcionamiento de bombas centrifugas

### 3.2.9.3.2. Programación Plc Logo de Siemens

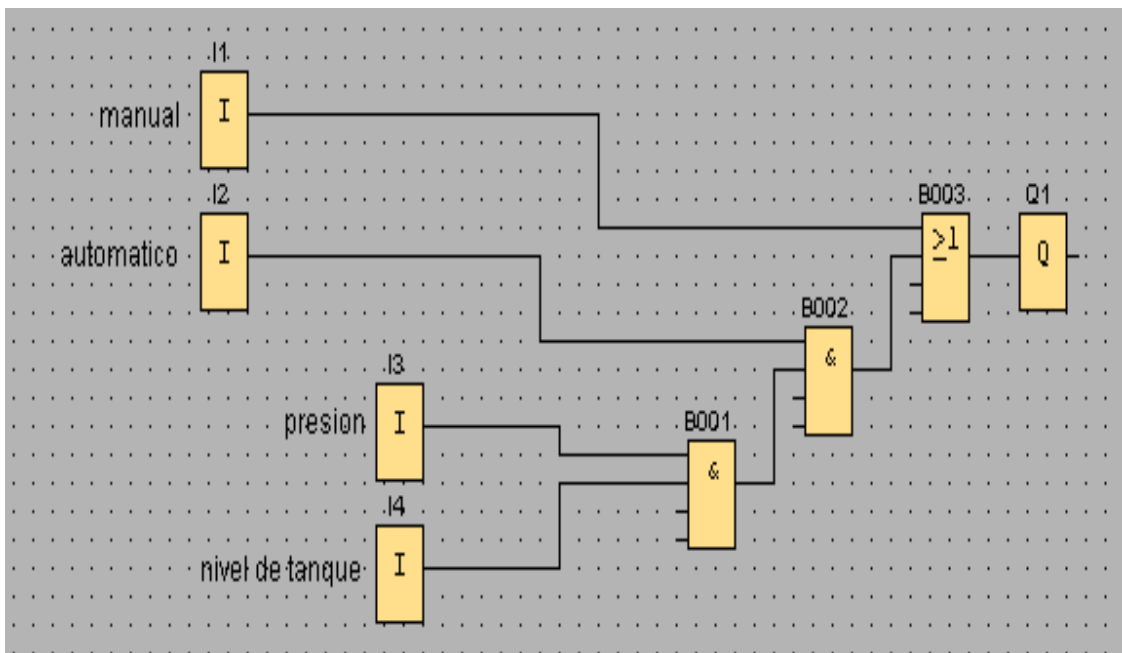


Figura 57: Alternancia Bombas sumergibles.

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.4. Programación Dosificador de cloro

Para la programación del dosificador de cloro, intervienen dos entradas, las cuales son el nivel de tanque de contacto y la presión baja por parte de las bombas centrífugas.

#### 3.2.9.4.1. Estados posibles

- Electro nivel: NT2
  - Posibles estados
    - 0: tanque vacío
    - 1: tanque lleno



- Presión:
  - Posibles estados
  - 0: Presión alta
  - 1: Presión baja

Con lo indicado se procedió con la simplificación de estados que se muestra en la tabla 6

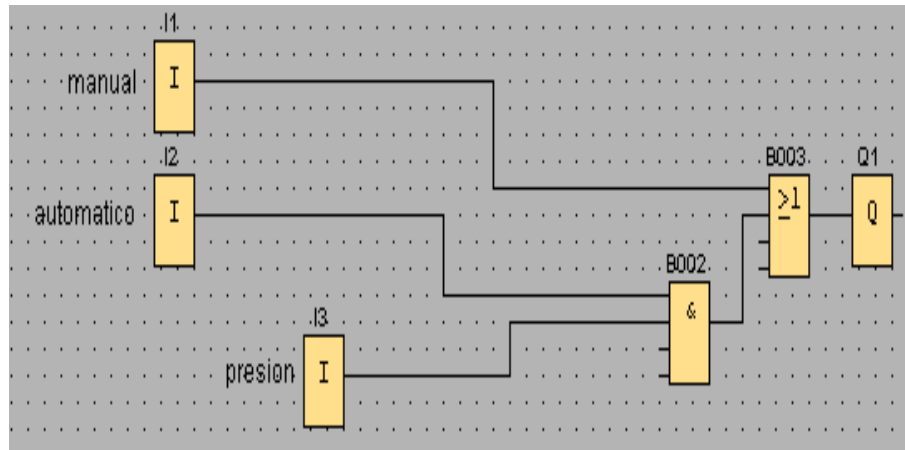
Tabla 6: Estados de funcionamiento Dosificador

NIV2	PR	DOSI
0	0	X
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Con la tabla anterior se aprecia que el dosificador de cloro se activará si la presión de las bombas centrífugas está baja.

#### 3.2.9.4.2. Programación Plc Logo de Siemens

En la programación mostrada en Figura 58, se aprecia las condiciones previas para que el dosificador de cloro funcione bajo las indicaciones presentadas en el apartado anterior.



**Figura 58: Dosificador de cloro**

Fuente: Elaboración propia

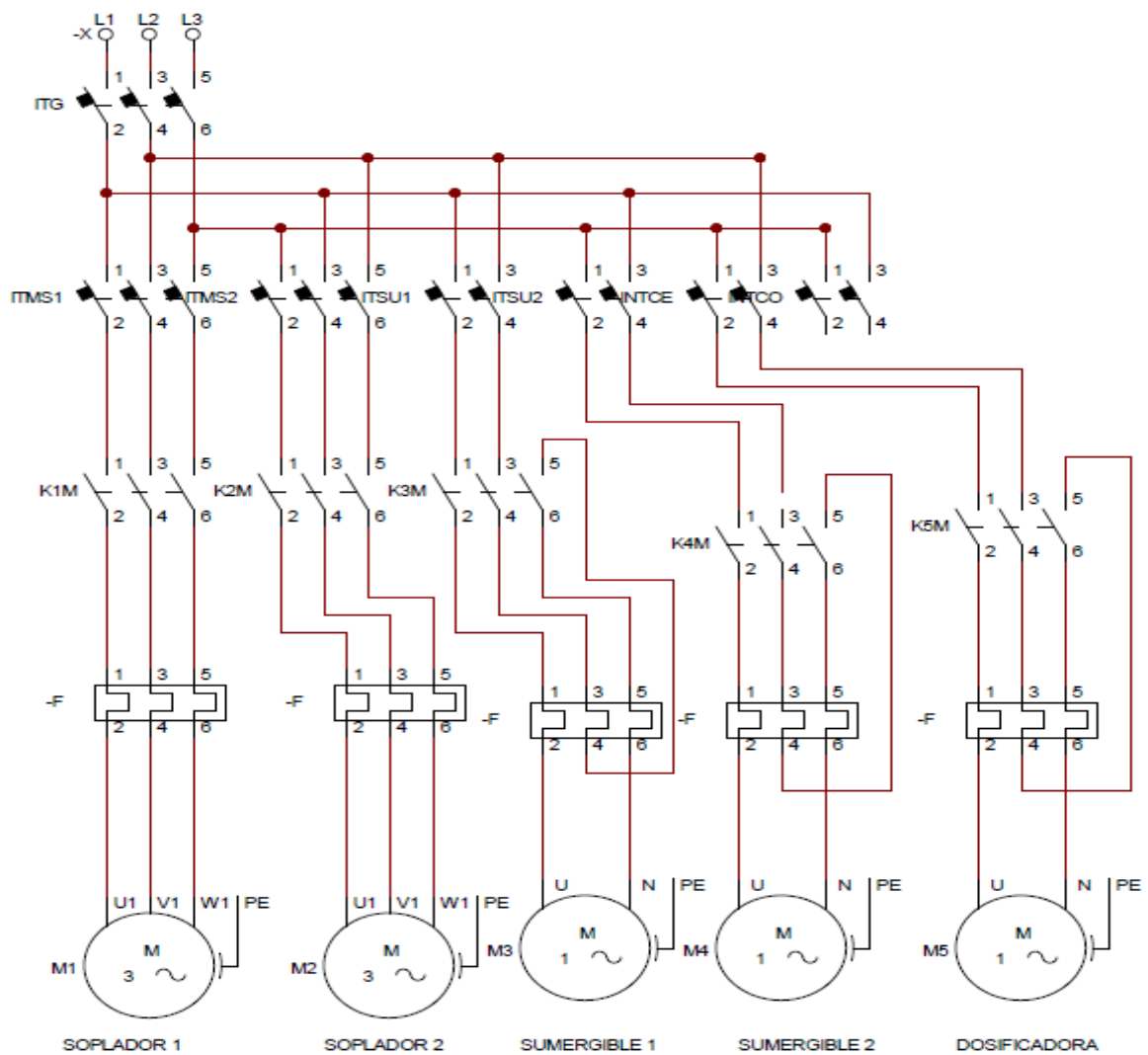
### 3.3. Revisión y consolidación de resultados

En lo siguiente se muestra la el diagrama de control y de fuerza según los pasos explicados en el apartado anterior. Este parte está distribuido de la siguiente forma.

- Diagrama de fuerza
- Diagrama de Control

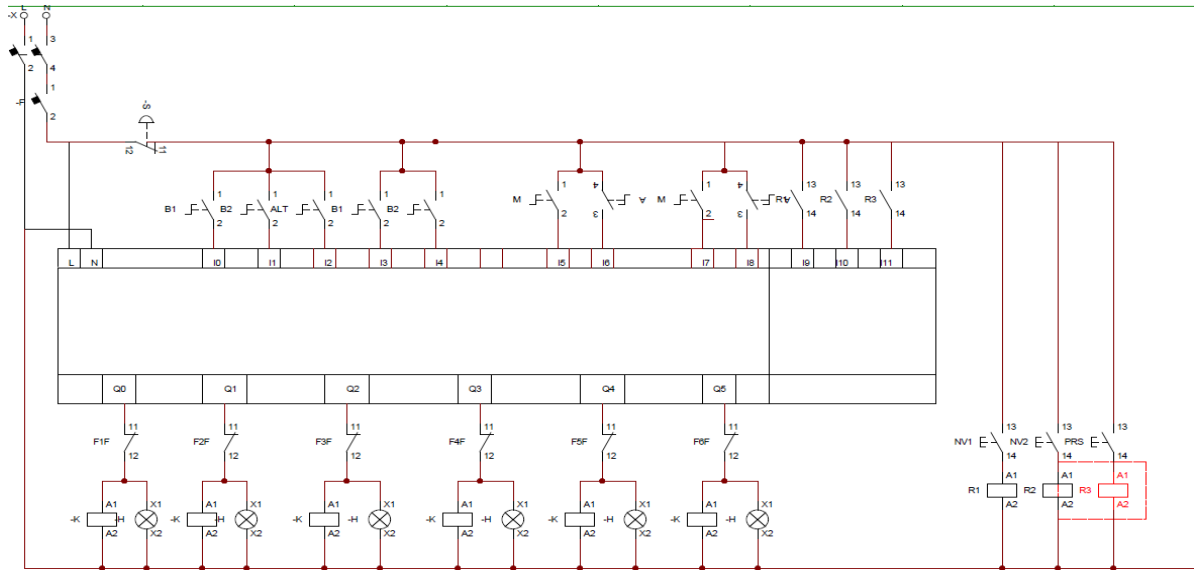
En la Figura 59 se muestra el diagrama de fuerza del circuito, conteniendo las interruptores termo magnéticos y su distribución de protección de los motores que se controlan en el proceso. Tener encuentra que la ubicación de los componentes de protección y accionamiento son:

1. Interruptores termo magnéticos
2. Contactores
3. Relés de sobrecarga



**Figura 59: Diagrama de fuerza**  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 60 se muestra el diagrama de control, correspondiente al sistema diseñado. En esta figura 60 se aprecia las conexiones requeridas para que los componentes dimensionado trabajen acorde se está requiriendo para el proceso.



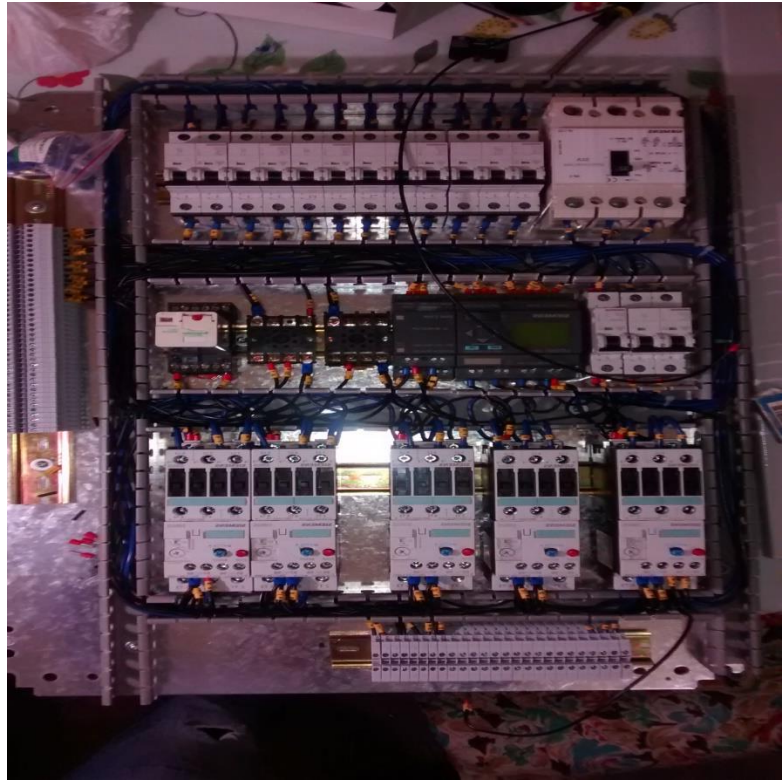
**Figura 60: Diagrama de control**

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figuras se muestra el proceso de :

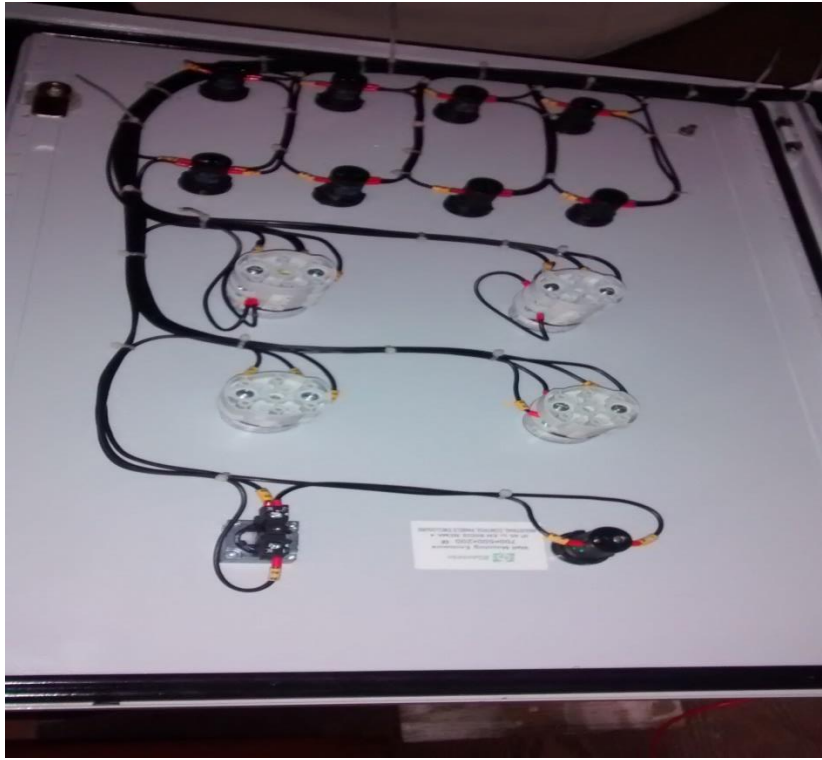
- Distribución de los componentes en el tablero.





- Ensamblaje y cableado del tablero de automatización







- Pruebas de funcionamiento según Programación insertada en el PLC







- Instalacion en campo del sistema de automatizacion.





### 3.3.1. Cuadro De Precios del Tablero

Los precios descritos han sido proporcionados por la empresa PROMELSA-Promotores Eléctricos S.A. Empresa dedicada al abastecimiento de productos eléctricos.

	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	cantidad	costo \$	precio total sin IGV
1	CONTACTOR 9A(AC3) 22A(AC1) 690V 3P 1NA 220VAC T.S00	5	28.04	140.2
2	RELE TERMICO 5.50-8A P/CONTACT.3RT1015/16/17 TAM.S00	5	28.04	140.2
3	INTERR.TERMO.3X16A C DIN 20KA/220V	5	73.79	368.95
4	INTERR.TERMO.REG.3X32-40A 40KA/220V 25KA/440V SENT RON	1	124.9	124.9
5	TABLERO D/POLYEST.800X600X300MM C/P.M.IP66	1	56.38	56.38
6	PORTALAMPARA VERDE C/LED 230VAC 22MM IP66 INTEGRADO	7	8.23	57.61
7	PORTALAMPARA ROJO C/LED 230VAC 22MM IP66 INTEGRADO	1	8.23	8.23
8	DIN SIMETR.C/PERF.35X15X1.5MM 2M	1	2.7	2.7
9	LOGO 230RC ALIM:115-240VAC C/DISPLAY E=8DIG S=4	1	203.7	203.7
10	MODULO AMPLI.LOGO!DM8230R 85/264VAC/VDC E=4DIG S= 4 RE	1	57.27	57.27
11	CONMUTADOR UNIP.P/TABL.M-0-A 16A(AC21) 12A(AC23	2	16.78	33.56
12	CONMUTADOR DE BOMBAS 0-B1-B2-ALT 12A(AC21) 9A(AC23)	2	23.97	47.94
13	CABLE THW 14AWG.750VCA.AISLAMIENTO PVC.NEGRO	100	0.35	35
14	CABLE DE CONTROL GPT 16AWG.AISLAMIENTO PVC ROJO	100	0.24	24
15	BORNE DE CONEXION ALTA TEMPERATURA 2.5MM2 VIKING3	10	1.08	10.8
16	BORNE DE CONEXION 4MM2 CONEX.SIMPLE VIKING3	10	1.08	10.8
17	TERMI.PIN AISLADO SOBREMOL. ROJO (100UN)	1	2	2
18	TERMI.PIN AISLADO SOBREMOL. VERDE (100UN)	1	4	4
19	RELE 11 PINES 230VAC.CONT 3 NA/NC, 10A A 250VAC	3	12.4	37.2
20	BASE 11 PINES PARA RELE C3, 10A/250V	3	5.5	16.5
21	CANALETA RANURADA 25X40MM 2MTS D/PVC	2	4.4	8.8
			SUB TOTAL	1390.74
			IGV 18%	250.33
			TOTAL	1641.07

**Tabla 7: Presupuesto**

## CONCLUSIONES

- Se confirma con el funcionamiento adecuado del sistema de tratamiento, la elección del Plc Logo de Siemens elegido para el sistema.
- Se desarrolló satisfactoriamente el diseño y configuración del sistema de automatización del tratamiento de aguas residuales mediante el Plc Logo de Siemens comprobándose que ofrece flexibilidad y escalabilidad al sistema.
- Cada uno de los procesos que se desarrollan en el proyecto son más factibles a cambios de funcionamiento y seguros desde el punto de vista de manipulación del operador como de la confiabilidad del producto.
- Las Conexiones son de mejor detección de fallas, puesto que la parte de control está insertada en el Plc Logo de Siemens.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el Logo Soft para las pruebas simuladas antes de realizar el cambio de programación.
- Revisar las posibles fallas descargando desde Plc Logo de Siemens al programa.
- Realizar el mantenimiento preventivo del tablero para la verificación del buen estado de los componentes internos como externos.
- Al realizar la emigración del Plc Logo actual a Nuevo Plc Logo de Siemens con comunicación Ethernet, verificar las condiciones de entradas y salidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- SMITH, Carlos y CORRIPIO, Armando 2006, Control automático de procesos. México: Limusa-Wiley
- OGATA, Katsuhiko 2003, Ingeniería de Control Moderna. 4ta edición. Madrid: Pearson Educación S.A.
- FISCALIZACION AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES- OEFA
- R.S Ramalho, Tratamiento de Aguas Rsiduales, editorial Revete S.A
- IEC 61131-3: un recurso de programación estándar
- Ficha técnica Sulfo Quimica S.A
- [https://books.google.com.pe/books?id=oAVqBQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=oAVqBQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Montaje y reparacion de sistemas electricos y electronicos de bienes de equipo y maquinas industriales innovacion y cualificacion S.L.
- [http://isa.uniovi.es/docencia/ra\\_marina/cuatrim2/Temas/IEC61131.pdf](http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatrim2/Temas/IEC61131.pdf)
- MISSION HILLS COMMUNITY SERVICES DISTRICT , Ablandamiento de Agua.
- Manual PLC Logo 230 RC SIEMENS

## REFERENCIAS

- [1] Villacis, F. y Zambrano, W. (2013) Automatización del proceso de tratamiento de aguas residuales en Tecnova S.A.” en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Politécnica de Salesiana de Ecuador
- [2] Cantera, L. (2013) Automatización del proceso de tratamiento de aguas pluviales por el método de electroagulación.” En La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional de México
- [3] Placido, M. y Vargas, O. (2009), Propuesta de un sistema de control para el tratamiento de aguas residuales domésticas.” En La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional de México
- [4] Ojeda, C. (2012), “Diseño de un sistema de automatización industrial para el sistema de bombeo de aguas acidas.” en la Pontifica Universidad Católica, Chiclayo
- [5] Sánchez, J. (2011), “Diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa Tornillo S.R.L.” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo del Perú
- [6] [https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas](https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas)
- [7] El Organismo Mundial de la Salud
- [8] La Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA
- [9] Academia de Ciencias Físicas y exactas



[10] DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

PARA EL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUAS ACIDAS Carlos Miguel Ojeda  
Chinchayán

[11] Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes-  
FMEE208

[12] Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes-  
FMEE208

[13] <http://www.cableorganizer.com/cables/>

[14] <http://www.viakon.com/pdf/categorias/27.pdf>

[15] <http://www.promelsa.com.pe/pdf/02318126.pdf>

[16] [http://www.ie.itcr.ac.cr/jdiaz/licenciatura/DISENO\\_LOGICO/MATERIALES/PRESENTACIONES/SECUENCIALES\\_1.pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/jdiaz/licenciatura/DISENO_LOGICO/MATERIALES/PRESENTACIONES/SECUENCIALES_1.pdf)

## **Anexos**

# ZX "VORTEX"

## Electrobomba sumergible de DRENAJE

► para aguas cargadas



### CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **400 l/min** (24 m<sup>3</sup>/h)
- Altura manométrica hasta **11 m**

### LIMITES DE UTILIZO

- Profundidad máxima de utilizo hasta **5 m**  
(con cable de alimentación de longitud adecuada)
- Temperatura máxima del fluido hasta **+40 °C**
- Pasaje de cuerpos sólidos en suspensión hasta **Ø 40 mm**
- Nivel de vaciado máximo: **50 mm** del fondo
- Para servicio continuo nivel mínimo de inmersión hasta **240 mm**

### EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

- Disponibles con cable de alimentación de **5 m** de longitud

EN 60335-1  
IEC 60335-1  
CEI 61-150

EN 60034-1  
IEC 60034-1  
CEI 2-3



### CERTIFICACIONES

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001: QUALITY  
ISO 14001: ENVIRONMENT AND SAFETY

### EMPLEOS E INSTALACIONES

Las bombas ZX se aconsejan para el drenaje de **aguas cargadas** en el sector doméstico, para la evacuación de aguas sucias con presencia de cuerpos sólidos en suspensión con dimensión hasta 40 mm. Se caracterizan por la simplicidad en la instalación y su fiabilidad en las instalaciones fijas con funcionamiento automático.

### PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Modelo comunitario registrado nº 342159-0015

### EJECUCION BAJO PEDIDO

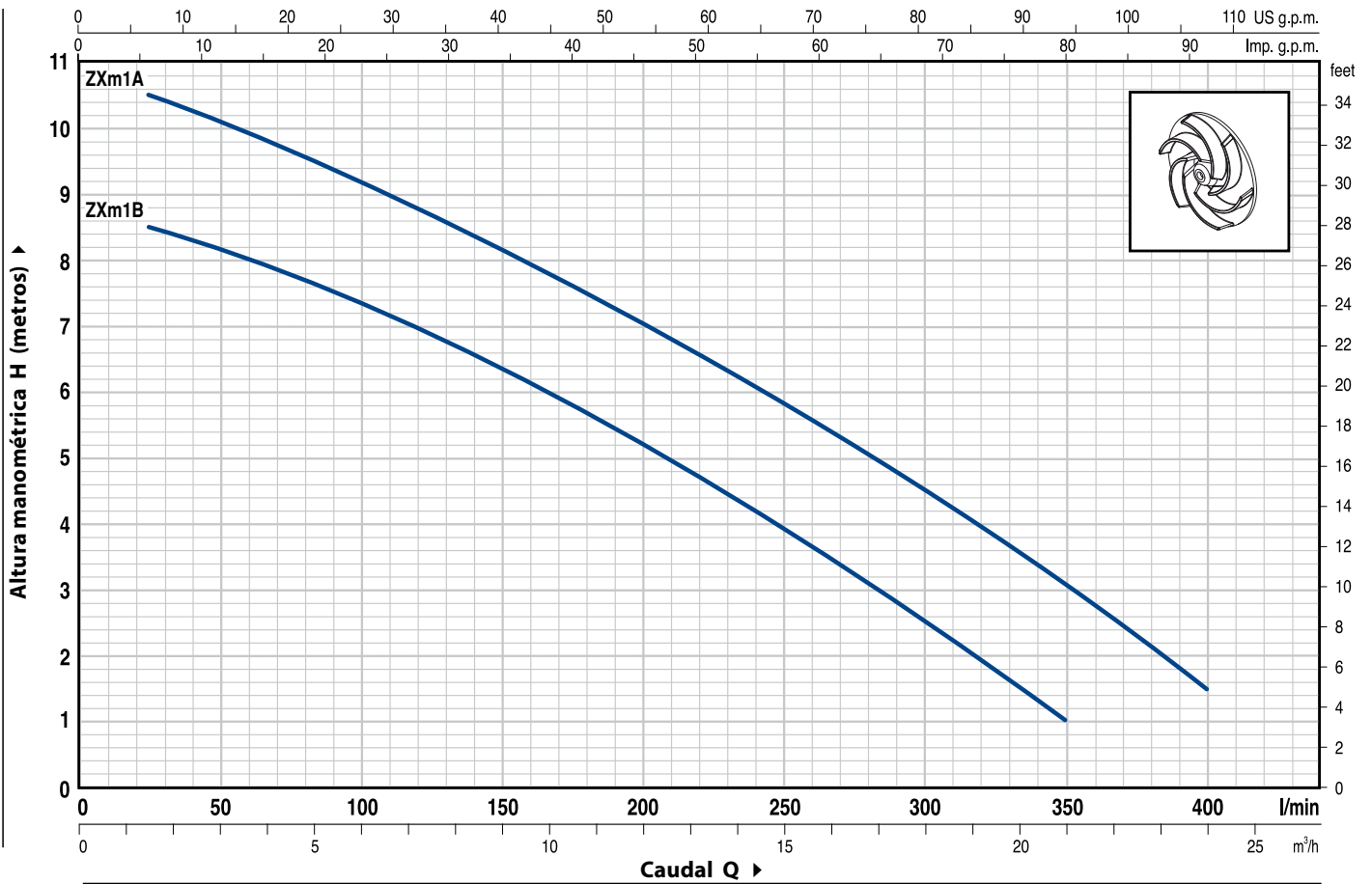
- Sello mecánico especial.
- Electrobombas con cable de alimentación de **10 m**.  
► N.B. el cable de alimentación de 10 m es obligatorio para el utilizo externo según la normativa EN 60335-2-41
- Electrobombas monofase sin interruptor y flotador externo
- Otros voltajes

### GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

**CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES**

**60 Hz n= 3450 1/min**

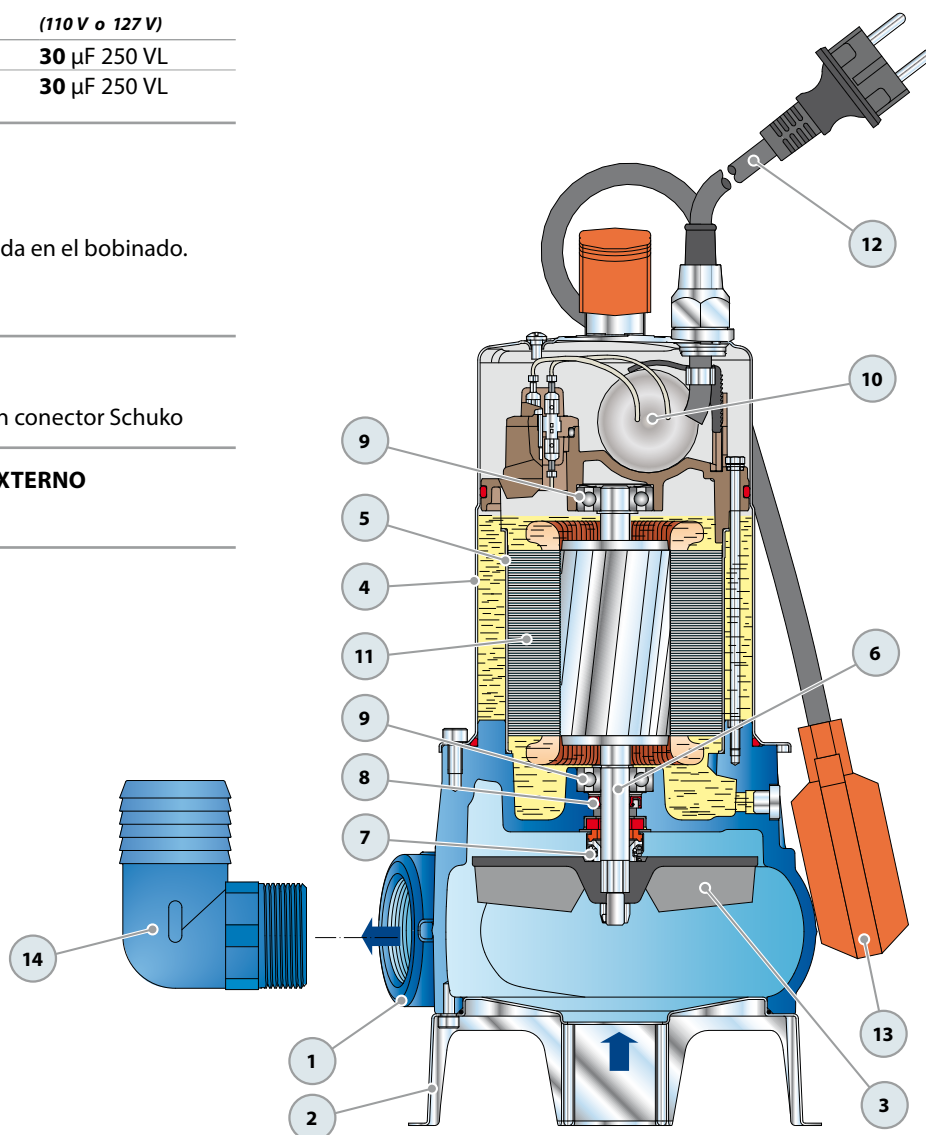


MODELO	POTENCIA		Q	0	1.5	3.0	4.5	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0
	kW	HP		0	25	50	75	100	150	200	250	300	350	400
Monofásica														
<b>ZXm 1B/40</b>	0.50	0.70	H	9	8.5	8.3	8	7.5	6.5	5.2	4	2.5	1	
<b>ZXm 1A/40</b>	0.60	0.85	H	11	10.5	10	9.5	9.2	8.2	7	5.7	4.3	2.8	1.5

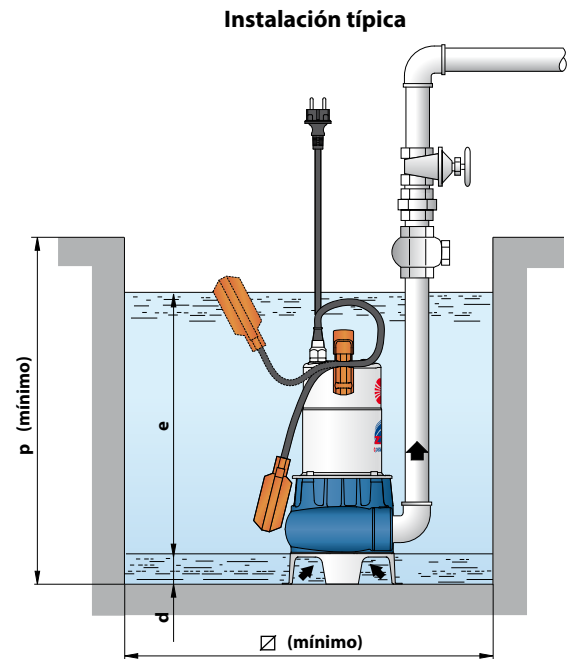
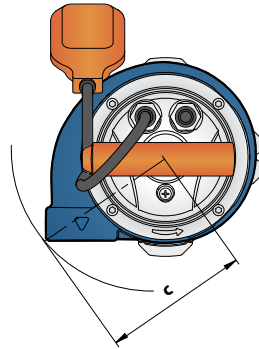
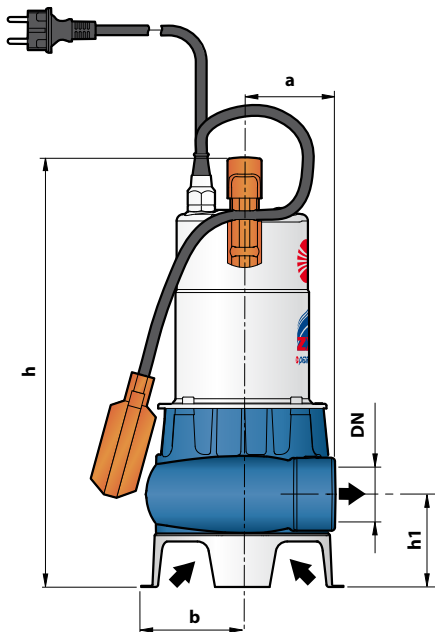
Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grade 3.

POS.	COMPONENTE	CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS	
1	<b>CUERPO BOMBA</b>	Hierro fundido, con boca roscada ISO 228/1	
2	<b>BASE</b>	Acero inoxidable AISI 304	
3	<b>RODETE</b>	Tipo VORTEX en tecnopolímero	
4	<b>CAMISA MOTOR</b>	Acero inoxidable AISI 304	
5	<b>CAJA PORTAMOTOR</b>	Acero	
6	<b>EJE MOTOR</b>	Acero inoxidable EN 10088-3 - 1.4104	
7	<b>DOBLE SELLO EN EL EJE</b>		
	<b>Sello</b>	<b>Eje</b>	<b>Materiales</b>
	<b>Modelo</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Anillo fijo</b> <b>Anillo móvil</b> <b>Elastómero</b>
	<b>AR-12R</b>	<b>Ø 12 mm</b>	Cerámica   Grafito   NBR
8	<b>ANILLO DE RETENCION</b>	<b>Ø 12 x Ø 22 x H 6 mm</b>	
9	<b>RODAMIENTOS</b>	<b>6201 ZZ / 6201 ZZ</b>	
10	<b>CONDENSADOR</b>		
	<b>Electrobomba</b>	<b>Capacidad</b>	
	<b>Monofásica</b>	<b>(220 V)</b> <b>(110 V o 127 V)</b>	
	<b>ZXm 1B/40</b>	<b>12.5 µF 450 VL</b> <b>30 µF 250 VL</b>	
	<b>ZXm 1A/40</b>	<b>16 µF 450 VL</b> <b>30 µF 250 VL</b>	
11	<b>MOTOR ELECTRICO</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monofásica 220 V - 60 Hz con protección térmica incorporada en el bobinado.</li> <li>- Aislamiento: clase F.</li> <li>- Protección: IP X8.</li> </ul>	
12	<b>CABLE DE ALIMENTACIÓN</b>		
		De <b>5 metros</b> de tipo "H07 RN-F" con conector Schuko	
13	<b>INTERRUPTOR CON FLOTADOR EXTERNO</b>		
		(sólo para versiones monofásicas)	
14	<b>CONECTOR MANGUERA</b>		
		<b>Ø 50 mm</b>	



## DIMENSIONES Y PESOS



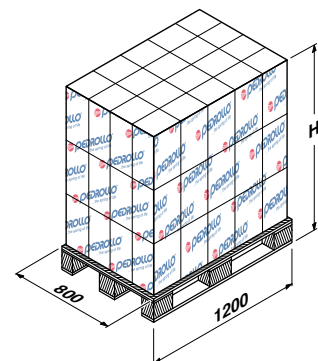
MODELO	BOCA DN	paso de cuerpos sólidos	DIMENSIONES mm									kg
			a	b	c	h	h1	d	e	p	∅	
Monofásica	1½"	∅ 40 mm	75	87	130	378	82	50	ajustable	450	450	1~
ZXm 1B/40												11.5
ZXm 1A/40												11.7

## CONSUMO EN AMPERIOS

MODELO	TENSION (monofásica)		
	220 V	110 V	127 V
Monofásica			
ZXm 1B/40	3.6 A	7.8 A	7.5 A
ZXm 1A/40	5.0 A	9.5 A	9.0 A

## PALETIZADO

MODELO	PARA GRUPAJE			PARA CONTAINER		
	n° bombas	H (mm)	kg	n° bombas	H (mm)	kg
Monofásica						
ZXm 1B/40	60	1460	709	80	1900	940
ZXm 1A/40	60	1460	721	80	1900	956





# Capítulo 10

## Información técnica

### Índice/Manual

---

1	Fórmulas eléctricas	4-5
2	Consumo de los motores	6-7
3	Grados de protección	7-8
4	Símbolos gráficos usuales	9-17
5	Normas a cumplir en toda	18
6	Instalación eléctrica Grados de electrificación en Inmuebles	19





# 1 Fórmulas eléctricas

	Potencia activa	Potencia reactiva	Potencia aparente
Continua	$P = U \cdot I$		
Monofásica	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = U \cdot I \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$	$S = U \cdot I$
Trifásica	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$	$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

Dónde:

- S: Potencia aparente en voltamperes [VA].
- U: Tensión en Volt (en trifásica tensión entre fases) [V].
- I: Corriente en amperes [A].
- P: Potencia activa en Watt [W].
- Q: Potencia reactiva en voltamperes reactivos [VAR].
- Cosφ : Factor de potencia del circuito (adimensional).

*Factor de potencia	Rendimiento	
$\cos \varphi = \frac{P_u}{S}$	$\eta = \frac{P_u}{P_a}$	$P_a = \frac{P_u}{\eta}$
Pu: Potencia mecánica útil Pa: Potencia activa absorbida S: Potencia aparente		
Corriente absorbida por un motor		

Continua	$I = \frac{P_a}{U_n}$
Monofásica	$I = \frac{P_a}{U_n \cdot \cos \varphi}$
Trifásica	$I = \frac{P_a}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$

Dónde:

- Pa: Potencia activa absorbida en Watt.
- I: Corriente absorbida por el motor en amperes.
- Un: Tensión nominal en Volt (en trifásica, tensión entre fases).
- η: Rendimiento del motor.
- Cosφ: Factor de potencia del circuito.

Resistencia de un conductor
$R = \frac{\delta \cdot l}{s}$

Dónde:

- R: Resistencia del conductor en ohms [Ω].
- δ: Resistividad del conductor en ohms-metro [Ω.m].
- l: Longitud del conductor en metros [m].
- S: Sección del conductor en metros cuadrados [m<sup>2</sup>].
- \*: Para régimen senoidal el factor de potencia coincide con el Cosφ. En presencia de corrientes armónicas el factor de potencia es distinto del Cosφ

### Resistividad

$$\delta\Theta = \delta (1 + \alpha\Delta\Theta)$$

$\delta\Theta$  = Resistividad a la temperatura  $\Theta$  en Ohm-metros.

$\delta$  = Resistividad a la temperatura  $\Theta_0$  en Ohm-metros.

$\Delta\Theta = \Theta - \Theta_0$  en grados celsius.

$\alpha$  = Coeficiente de variación de la resistividad en función de la temperatura [ $1/^\circ\text{C}$ ].

### Ley de Joule

$E = R \cdot I^2 \cdot t$  en monofásica (energía en Joules [J]).

R= Resistencia del circuito en Ohm.

I= Corriente en ampere.

t= Tiempo en segundos.

$$1 \text{ [Wh]} \cong 3600 \text{ [J]}$$

$$1 \text{ [KWh]} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ [J]}$$

### Reactancia inductiva de una sola inductancia

$$X_L = \omega \cdot L$$

$X_L$ : Reactancia inductiva en Ohm.

L: Inductancia en Henrios [Hy].

$\omega$ : Pulsación =  $2\pi f$

f: Frecuencia en Hertz.

### Reactancia capacitiva de una sola capacidad

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$X_C$ : Reactancia capacitiva en Ohm.

C: Capacidad en faradios [F].

$\omega$ : Pulsación =  $2\pi f$

f: Frecuencia en Hertz.

### Ley de Ohm

Circuito resistivo solo  $U = I \cdot R$

Circuito reactivo solo  $U = I \cdot X$

Circuito resistivo reactivo  $U = I \cdot Z$

U: Tensión en bornes del circuito en Volt.

I: Corriente en ampere.

R: Resistencia de circuito en Ohm.

X:  $X_L$  y  $X_C$  reactancias del circuito en Ohm.

Z: Impedancia del circuito en Ohm.

## 2 Consumo de los motores

### Motores asincrónicos trifásicos 4 polos 50/60Hz

Potencia	433/										
	220V	230V	380V	400V	415V	440V	460V	575V	660V	1000V	
	(1)					(1)			1		
KW	CV	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,37	0,5	1,8	2	1,03	0,98	-	0,99	1	0,8	0,6	0,4
0,55	0,75	2,75	2,8	1,6	1,5	-	1,36	1,4	1,1	0,9	0,6
0,75	1	3,5	3,6	2	1,9	2	1,68	1,8	1,4	1,1	0,75
1,1	1,5	4,4	5,2	2,6	2,5	2,5	2,37	2,6	2,1	1,5	1
1,5	2	6,1	6,8	3,5	3,4	3,5	3,06	3,4	2,7	2	1,3
2,2	3	8,7	9,6	5	4,8	5	4,42	4,8	3,9	2,8	1,9
3	-	11,5	-	6,6	6,3	6,5	5,77	-	-	3,8	2,5
-	5	-	15,2	-	-	-	-	7,6	6,1	-	3
4	-	14,5	-	8,5	8,1	8,4	7,9	-	-	4,9	3,3
5,5	7,5	20	22	11,5	11	11	10,4	11	9	6,6	4,5
7,5	10	27	28	15,5	14,8	14	13,7	14	11	6,9	6
9	-	32	-	18,5	18,1	17	16,9	-	-	10,6	7
11	15	39	42	22	21	21	20,1	21	17	14	9
15	20	52	54	30	28,5	28	26,5	27	22	17,3	12
18,5	25	64	68	37	35	35	32,8	34	27	21,9	14,5
22	30	75	80	44	42	40	39	40	32	25,4	17
30	40	103	104	60	57	55	51,5	52	41	54,6	23
37	50	126	130	72	69	66	64	65	52	42	28
45	60	150	154	85	81	80	76	77	62	49	33
55	75	182	192	105	100	100	90	96	77	61	40
75	100	240	248	138	131	135	125	124	99	82	53
90	125	295	312	170	162	165	146	156	125	98	65
110	150	356	360	205	195	200	178	180	144	118	78
132	-	425	-	245	233	240	215	-	-	140	90
-	200	472	480	273	222	260	236	240	192	152	100
160	-	520	-	300	285	280	256	-	-	170	115
-	250	-	600	-	-	-	-	300	240	200	138
200	-	626	-	370	352	340	321	-	-	215	150
220	300	700	720	408	388	385	353	360	288	235	160
250	350	800	840	460	437	425	401	420	336	274	200
280	-	-	-	528	-	-	-	-	-	-	220
315	-	990	-	584	555	535	505	-	-	337	239
-	450	-	1080	-	-	-	-	540	432	-	250
355	-	1150	-	635	605	580	549	-	-	370	262
-	500	-	1200	-	-	-	-	600	480	-	273
400	-	1250	-	710	675	650	611	-	-	410	288
450	600	-	1440	-	-	-	-	720	576	-	320

(1) Valores conformes al NEC (National Electrical Code)

Estos valores son indicativos y varían en función del tipo motor, de su polaridad y del fabricante.

1 [HP] ≡ 0,7457 [KW]                      1 [HP] ≡ 1,0139 [CV]

1 [CV] ≡ 0,7355 [KW]                      1 [CV] ≡ 0,9863 [HP]

≡ (Símbolo de equivalencia o equivalente).

## Motores monofásicos de inducción

KW	HP	220V A	240V A
0,37	0,5	3,9	3,6
0,55	0,75	5,2	4,8
0,75	1	6,6	6,1
1,1	1,5	9,6	8,8
1,5	2	12,7	11,7
1,8	2,5	15,7	14,4
2,2	3	18,6	17,1
3	4	24,3	22,2
4	5,5	29,6	27,1
4,4	6	34,7	31,8
5,2	7	39,8	36,5
5,5	7,5	42,2	38,7
6	8	44,5	40,8
7	9	49,5	45,4
7,5	10	54,4	50

### 3 Grados de protección IP y de resistencia mecánica IK

El grado de protección IP es una condición importante para la elección del equipamiento eléctrico, una vez concluida su definición técnica específica (Tensión, Potencia, Corriente). El grado de protección define las condiciones de seguridad de funcionamiento en función de la agresividad del ambiente y la seguridad de las personas en cuanto a la posibilidad de acceder a dicho equipamiento poniendo en riesgo su vida.

La publicación IEC 60529 (2001-02) indica mediante el código IP los grados de protección proporcionados por el envoltorio del material eléctrico contra el acceso a partes peligrosas y contra la penetración de cuerpos sólidos extraños o agua.

El código IP está formado por 2 cifras características (ejemplo IP 55) y puede ser ampliado por medio de una letra adicional cuando la protección real de las personas contra el acceso a las partes peligrosas sea superior a la indicada por la primera cifra (ejemplo: IP 20C).

El grado de resistencia mecánica IK dado en la norma IEC 60262 (2002-02) especifica el grado de resistencia del equipamiento o envoltorios a los impactos mecánicos externos (ejemplo: IK 08 resistente a impactos de energía E = 5J).

1ª cifra característica	2ª cifra característica	Letra adicional
<p>Protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos extraños</p> <p>Protección de las personas contra el acceso a las partes activas peligrosas con:</p>	<p>Protección del material contra la penetración de agua con efectos nocivos</p>	<p>Protección de las personas contra el acceso a las partes activas peligrosas con:</p>
<p><b>0</b> (no protegido)</p> <p><b>1</b> De diámetro <math>\geq 50\text{mm}</math></p> <p><b>2</b> " " <math>12,5\text{mm}</math></p> <p><b>3</b> " " <math>2,5\text{mm}</math></p> <p><b>4</b> " " <math>1,0\text{mm}</math></p> <p><b>5</b> Protegido c/ el polvo</p> <p><b>6</b> Estanco al polvo</p>	<p><b>0</b> (no protegido)</p> <p><b>1</b> Gotas de agua verticales</p> <p><b>2</b> Gotas de agua (<math>15^\circ</math> de inclinación)</p> <p><b>3</b> Lluvia (<math>60^\circ</math> de inclinación)</p> <p><b>4</b> Proyección de agua</p> <p><b>5</b> Proyección con lanza de agua</p> <p><b>6</b> Proyección potente con lanza</p> <p><b>7</b> Inmersión temporal</p> <p><b>8</b> Inmersión prolongada</p>	<p><b>A</b> Dorso de la mano</p> <p><b>B</b> Dedo</p> <p><b>C</b> Herramienta <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math></p> <p><b>D</b> Hilo <math>\varnothing 1\text{mm}</math></p>

**Nota:** la letra final se coloca y significa que, el grado de protección contra el acceso a las partes peligrosas es mayor que la primer cifra (grado de protección contra la penetración de cuerpos sólidos extraños).

## 4 Símbolos gráficos usuales

### Naturaleza de la corriente

Corriente alterna

~

Corriente rectificada

~-

Tierra



Tierra de protección



Corriente continua

==

Corriente alterna  
Trifásica 50 Hz  
3 ~ 50 Hz

Masa



Tierra sin ruido



### Naturaleza de los conductores

Conductor  
circuito auxiliar



Representación  
tripolar



Conductor  
neutro (N)



Conductores  
enmallados



Conductor  
circuito principal



Representación  
unipolar



Conductor  
de protección (PE)



Conductores  
torsados



**Contactos**

Contacto NA

1-principal  
2-auxiliar



Contacto NC

1-principal  
2-auxiliar



Interruptor



Seccionador



Contactor



Ruptor



Interruptor  
automático



Interruptor-  
seccionador



Interruptor-seccion.  
con abertura autom.



Interruptor-seccion.  
con fusibles



Contacto inversor  
sin solapamiento



Contacto inversor  
con solapamiento





## Contactos

Contactos presentados en posición accionadora



Contactos NA o NC anticipados



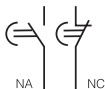
Contactos NA o NC retardados



Interruptor de posición



Contactos NA o NC temporizados a la acción



Contactos NA o NC temporizados a la desexcitación

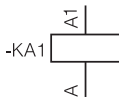


## Organos de comando

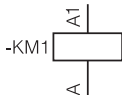
Comando electromag. Símbolo general



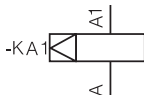
Comando electromag. Contactor auxiliar



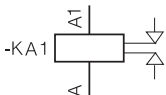
Comando electromag. Contactor principal



Comando electromag. con enclavamiento mec.

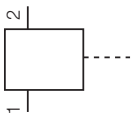


Bobina de electroválvula

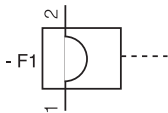


**Organos de medida**

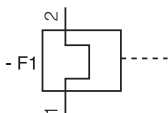
Relé de medida  
Símbolo general



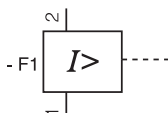
Relé de sobreintensidad  
Magnético



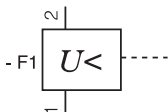
Relé de sobreintensidad  
Térmico



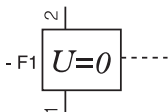
Relé de máxima corriente



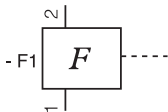
Relé de mínima tensión



Relé de falla de tensión



Relé accionado por la frecuencia



## Materiales y elementos diversos

Fusible



Fusible percutor



Diodo



Puente rectificador



Tiristor



Transistor NPN



Condensador



Elemento de pila



Resistencia



Shunt



Inductancia



Potenciómetro



Varistancia



Termistancia



**Materiales y elementos diversos**

Fotoresistencia



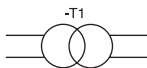
Fotodiodo



Fototransistor NPN



Transformador de tensión



Autotransformador



Transformador de corriente



Arrancador símbolo general



Arrancador estrella-triángulo



Aparato indicador símbolo general



Amperímetro



Contador símbolo general



Freno símbolo general



Reloj



Sensor sensible a una proximidad



## Materiales y elementos diversos

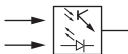
Detector de proximidad inductiva



Detector de proximidad capacitiva



Detector fotoeléctrico



Convertidor

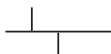


## Bornes de conexión

Derivación



Doble derivación



Cruce sin conexión



Borne



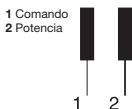
Listón de bornes



Conexión por contacto deslizante



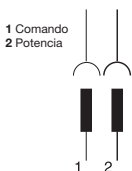
Ficha



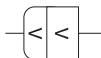
Toma



Ficha y toma



Conjunto de conectores

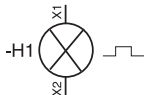


**Señalización**

Lámpara de señalización

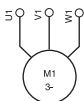


Dispositivo lumínico titilante

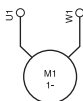


**Máquinas eléctricas rotativas**

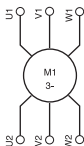
Motor asincrónico trifásico con rotor en cortocircuito



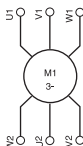
Motor asincrónico monofásico



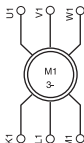
Motor asincrónico con dos bobinas estator separado (motor a 2 velocid.)



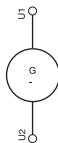
Motor asincrónico con seis bornes de salida (conexión estrella-triángulo)




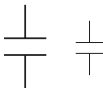

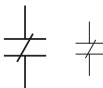











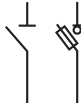

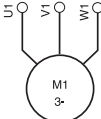

Motor asincrónico trifásico, rotor con anillos



Generador de corriente alterna



**Tabla comparativa de los símbolos más usuales**

Símbolo gráfico	Normas IEC	Normas NEMA
<p>Contacto NA principal y auxiliar</p> 		
<p>Contacto NC principal y auxiliar</p> 		
<p>Contacto NA o NC temporizados a la acción</p>  <p>NA</p>  <p>NC</p>	 <p>NA</p>  <p>NC</p>	
<p>Fusible</p> 		
<p>Protección térmica y magnética</p>  <p>Térmico</p>  <p>Magnético</p>		
<p>Comando electromagnético</p> 		
<p>Seccionador y seccionador portafusible</p> 		
<p>Motor asincrónico trifásico rotor jaula</p> 		

## 5 Normas a cumplir en toda instalación eléctrica

Para que una **instalación eléctrica** sea **segura** se deben cumplir obligatoriamente **dos normas**: las de **productos** y la de **instalación**.

Las normas de producto se cumplen ampliamente al adquirir los productos de **Schneider Electric** ya que todos ellos cumplen las normas eléctricas **Internacionales IEC**.

La norma de instalaciones en nuestro país es la **Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364**.

Recientemente editadas todas sus partes, constituyen el mejor código eléctrico de América.

### **Sus partes generales son :**

Parte 0: Guía de Aplicación.

Parte 1: Alcance, Objeto y Principios Fundamentales.

Parte 2: Definiciones.

Parte 3: Determinación de las Características Generales de las Instalaciones.

Parte 4: Protecciones para Preservar la Seguridad.

Parte 5: Elección e Instalación de los Materiales Eléctricos.

Parte 6: Verificación.

La parte 7 denominada “Reglas Particulares para las Instalaciones en Lugares y Locales Especiales”, está constituida por varias secciones independientes que tiene en cuenta las condiciones particulares de cada instalación especial que puede modificar o condicionar lo prescrito en las partes 3 a 6 como por Ejemplo :

Sección 771: Viviendas, Oficinas y Locales (Unitarios) Edición Marzo 2006.

Sección 701: Cuartos de Baño.

Sección 710: Instalaciones Eléctricas en Locales de Uso Médico.

Sección 790: Instalaciones Eléctricas en Estaciones de Carga de combustibles Líquidos y Gaseosos.



## 6 Grados de electrificación en inmuebles, tipos de circuito y cantidad mínima de circuitos (CMC)

### Grados de Electrificación

Según Reglamentación AEA 90364-7-771 (2006)			
Grado de Electrificación	Demanda de potencia max	Superficie del Inmueble	
Mínima	Hasta 3,7 KVA	V	Hasta 60 m <sup>2</sup>
	Hasta 4,5 KVA	O-L	Hasta 30 m <sup>2</sup>
Media	Hasta 7 KVA	V	>60 hasta 130 m <sup>2</sup>
	Hasta 7,8 KVA	O-L	>30 Hasta 75 m <sup>2</sup>
Elevada	Hasta 11 KVA	V	>130 Hasta 200 m <sup>2</sup>
	Hasta 12,2 KVA	O-L	>75 hasta 150 m <sup>2</sup>
Superior	Más de 11 KVA	V	Más de 200 m <sup>2</sup>
	Más de 12,2 KVA	O-L	Más de 150 m <sup>2</sup>

V: Viviendas

O-L: Oficinas y Locales Comerciales Unitarios

### Tipos de Circuitos

Tipos de Circuito	Designación	Sigla	Máxima Cant. de bocas	Máximo Calibre de la Protección TM
Uso General	Iluminación Uso General	IUG	15	16A
	Tomacorrientes Uso General	TUG	15	20A
Uso Especial	Iluminación Uso Especial	IUE	12	32A
	Tomacorrientes Uso Especial	TUE	12	32A
Uso Específico	Alimentación a fuentes de muy Baja Tensión Funcional	MBTF	15	20A
	Salida de fuentes de muy Baja Tensión Funcional	---	Sin límite	Responsabilidad del Proyectista
	Alimentación a Pequeños Motores	APM	15	25A
	Alimentación Tensión Estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del Proyectista
	Circuitos de muy Baja Tensión de Seguridad	MBTS	Sin límite	Responsabilidad del Proyectista
	Alimentación de Carga Única	ACU	No corresponde	Responsabilidad del Proyectista
	Alimentación Trifásica Específica	ITE	12 por fase	Responsabilidad del Proyectista
	Otros Circuitos Específicos	OCE	Sin límite	Responsabilidad del Proyectista

### Cantidad mínima de circuitos

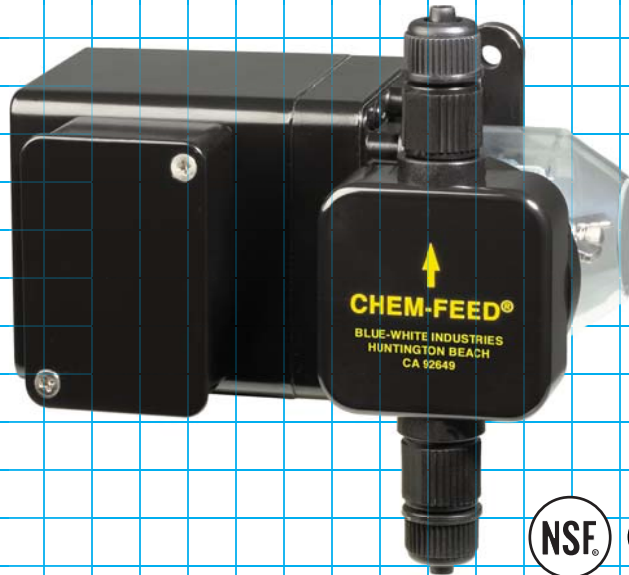
Grado de Electrificación	Tipos de circuitos						
	Cant. mín de circuitos	Variantes	IUG	TUG	IUE	TUE	LE
Mínima	2	Unica	1	1	...	...	...
		a)	1	1	1	...	...
Media	3	b)	1	1	...	1	...
		c)	2	1	...	...	...
		d)	1	2	...	...	...
Elevada	5	Unica	2	2	...	1	...
Superior (1)	6	Unica	2	2	...	1	1

Nota (1) : Se deberá agregar un circuito para completar los 6.

Este será de libre elección (LE): IUG, TUG, IUE, TUE, MBTF, APM, ATE, MBTS, OCE o ACU

### C-600P

**Fixed Speed  
Mechanical Cam  
Output Adjustment**



### Features:

- All ball bearing, permanently lubricated gear motor for smooth, quiet, powerful operation.
- Double-ball inlet and outlet cartridge type ceramic check valves. Chemical resistant PVDF pump head, valve body and fittings, ceramic balls, FKM static seals and TFE/P ball seat o-rings. No metal springs are used.
- Outputs to 516 GPD.
- Output pressures to 125 PSI.
- Stroke adjustment from 4-100% permits accurate small injections at a high rate per minute. 27:1 turndown
- PTFE coated EP diaphragm.
- Durable metal epoxy coated construction.
- PVDF suction (foot) valve with FKM and TFE/P o-rings, ceramic check ball and removable polypropylene filter screen.
- Includes 3/8" OD x 1/4" ID suction and discharge tubing, Injection fitting with spring-loaded check valve and all mounting hardware.

### Specifications:

Max. working pressure: .....125 psig (8.6 bar)  
 Max. fluid temperature: .....130° F (54° C)  
 Max. ambient temperature: ..14° to 110° F / -10° to 43° C  
 Maximum viscosity: .....1,000 Centipoise  
 Maximum suction lift: .....10 ft. Water 0 psig  
 Output adjustment range: ....4-100% stroke length  
 Duty cycle:.....Continuous  
 Enclosure: .....NEMA type 1, (IP20)

Voltage (amp draw): .....115VAC/60Hz, 1ph (.74 amp max)  
 .....230VAC/60Hz, 1ph (.36 amp max)  
 .....220VAC/50Hz, 1ph (.31 amp max)  
 .....24VAC/60Hz, 1ph (3.40 amp max)  
 .....12VDC (3.00 amp max)  
 .....24VDC (1.50 amp max)

Power Connection: .....Junction box for field wiring  
 Approximate shipping wt: ...8 lb. (3.6 kg)

### Materials of Construction:

#### Wetted components:

Pump Head:.....PVDF (options: PTFE, Acrylic)  
 Pump Head Inlet/outlet Valves:  
 Cartridge valve body: .....PVDF  
 Tube adapters: .....PVDF  
 Check Balls: .....Ceramic  
 Ball Seat O-ring:.....TFE/P (optional EP)  
 Static Seal O-ring:.....FKM (optional EP)  
 Suction Tubing:.....Clear PVC  
 Discharge Tubing:.....Natural Polyethylene (LLDPE)

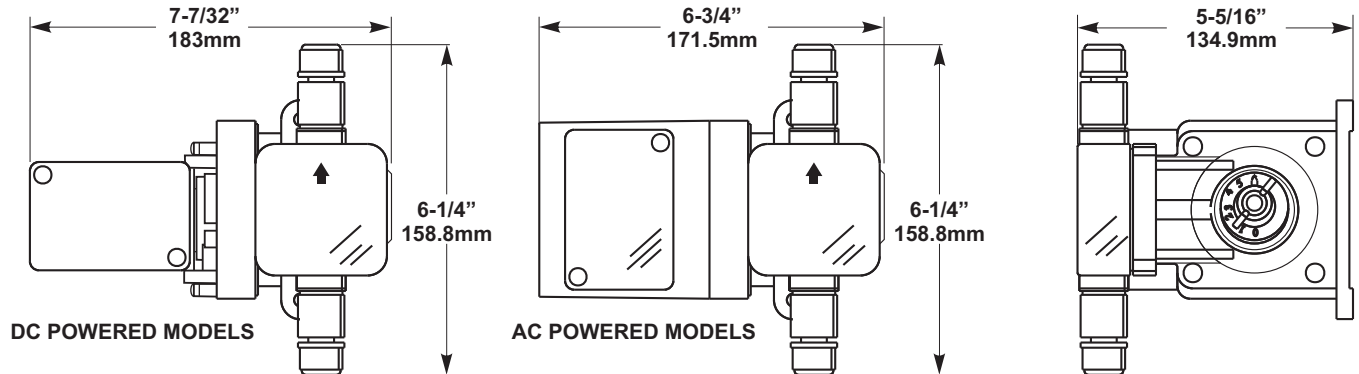
#### Suction Footvalve/Strainer:

Body & Tubing adapter:.....PVDF (optional PTFE)  
 Strainer: .....Polypropylene  
 Check Ball: .....Ceramic (optional PTFE poppet)  
 Ball Seat O-ring:.....TFE/P (optional EP)  
 Static Seal O-ring:.....FKM (optional EP)

#### Injection/Check valve:

Body & insert: .....Polypropylene (optional PVDF, PTFE)  
 Check Ball: .....Ceramic (optional PTFE poppet)  
 Spring: .....Hastelloy C-276  
 Ball Seat O-ring:.....TFE/P (optional EP)  
 Static Seal O-ring:.....FKM (optional EP)

### Dimensions:



### Model Number Matrix:

MODEL C-6 [ ] P - [ ]

<b>Maximum Motor RPM</b>	
14 = 14 RPM	60 = 60 RPM
30 = 30 RPM	125 = 125 RPM
45 = 45 RPM	250 = 250 RPM
<b>Pump Head / Wet Parts</b>	
P = Heavy duty cartridge style polypropylene head	
HV = High volume output acrylic head	
<b>Power Supply Voltage</b>	
115VAC = 115V60Hz	
220VAC = 220V50Hz (20% less output)	
230VAC = 230V60Hz	
24VAC = 24V60Hz	
12VDC = 12V DC	
24VDC = 24V DC	

### Flow rate and pressure capacities:

#### AC powered models:

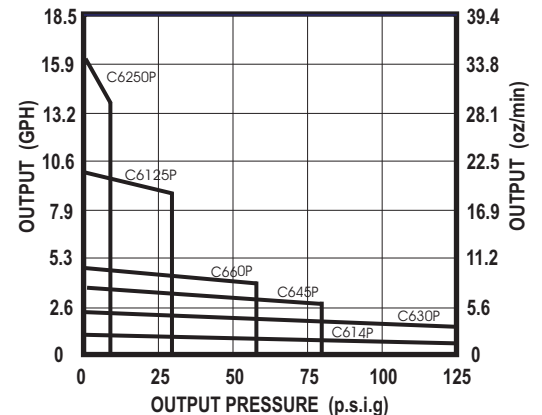
Max Output at 0 PSI				Strokes	Max	115V/60Hz	230V/60Hz	220V/50Hz*
GPD	GPH	LPH	OZ/MIN	Per minute	PSI	Model Number	Model Number	Model Number
24	1.0	3.8	2.7	14	125	C-614P-115VAC	C-614P-230VAC	C-614P-220VAC
58	2.4	9.3	5.2	30	125	C-630P-115VAC	C-630P-230VAC	C-630P-220VAC
91	3.8	14.9	8.1	45	80	C-645P-115VAC	C-645P-230VAC	C-645P-220VAC
110	4.6	17.4	9.8	60	60	C-660P-115VAC	C-660P-230VAC	C-660P-220VAC
237	9.9	37.0	21.1	125	30	C-6125P-115VAC	C-6125P-230VAC	C-6125P-220VAC
389	16.2	61.4	34.6	250	10	C-6250P-115VAC	C-6250P-230VAC	C-6250P-220VAC

\* Note: 220V/50Hz models deliver approximately 20% less output.

#### DC powered models:

Max Output at 0 PSI				Strokes	Max	12V DC	24V DC
GPD	GPH	LPH	OZ/MIN	Per minute	PSI	Model Number	Model Number
33	1.4	5.3	2.9	14	125	C-614P-12VDC	C-614P-24VDC
74	3.1	11.7	6.5	30	125	C-630P-12VDC	C-630P-24VDC
112	4.7	17.8	10.0	45	80	C-645P-12VDC	C-645P-24VDC
148	6.2	23.5	13.2	60	60	C-660P-12VDC	C-660P-24VDC
316	13.2	49.9	28.1	125	30	C-6125P-12VDC	C-6125P-24VDC
516	21.5	81.4	45.8	250	10	C-6250P-12VDC	C-6250P-24VDC

#### Maximum Output vs. Pressure Curve





### CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **160 l/min** (9.6 m<sup>3</sup>/h)
- Altura manométrica hasta **57 m**

### LIMITES DE UTILIZO

- Altura de aspiración manométrica hasta **7 m**
- Temperatura del líquido de **-10 °C** hasta **+90 °C**
- Temperatura ambiente hasta **+40 °C**
- Presión máx. en el cuerpo de la bomba:
  - **6 bar** para CP 600-610-620
  - **10 bar** para CP 650-660-670-650M-660M-670M
- Funcionamiento continuo **S1**

### EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

EN 60335-1  
IEC 60335-1  
CEI 61-150

EN 60034-1  
IEC 60034-1  
CEI 2-3



### CERTIFICACIONES

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001: QUALITY  
ISO 14001: ENVIRONMENT AND SAFETY

### UTILIZOS E INSTALACIONES

Son recomendadas para bombear agua limpia, sin partículas abrasivas y líquidos químicamente no agresivos con los materiales que constituyen la bomba.

Por su confiabilidad y simplicidad encuentran un amplio utilizzo en el sector doméstico y civil, particularmente para la distribución del agua acopladas a pequeños o medianos tanques autoclaves, para el vaciado o para la irrigación de huertos o jardines.

La instalación se debe realizar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

### PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Modelo comunitario registrado n° 002098434

### EJECUCION BAJO PEDIDO

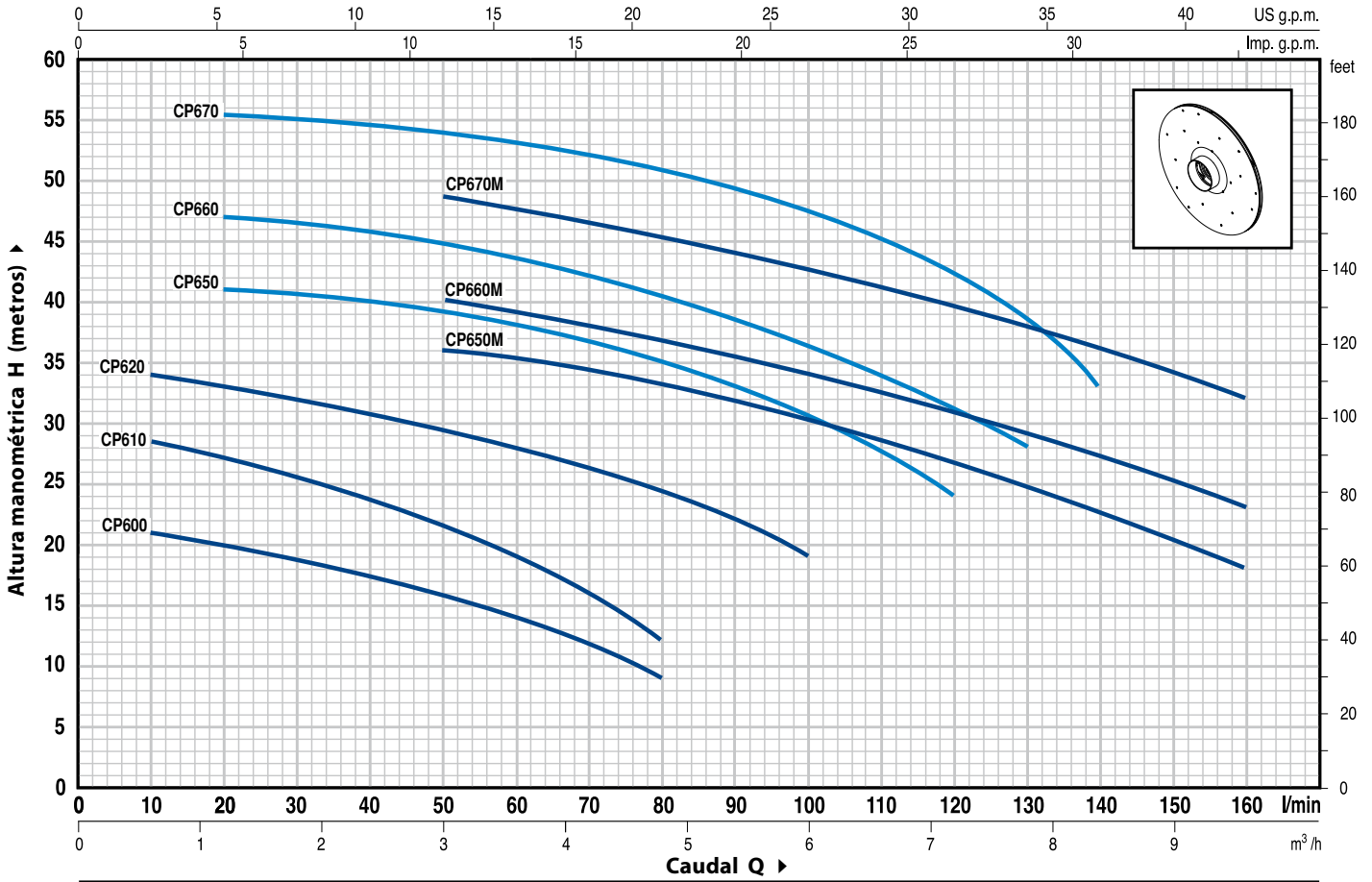
- Electrobomba con rodete en tecnopolímero (CP600X, CP610X, CP620X)
- Sello mecánico especial
- Otros voltajes
- Protección IP X5 para CP 650-660-670-650M-660M-670M

### GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

**CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES**

**60 Hz n= 3450 1/min HS= 0 m**

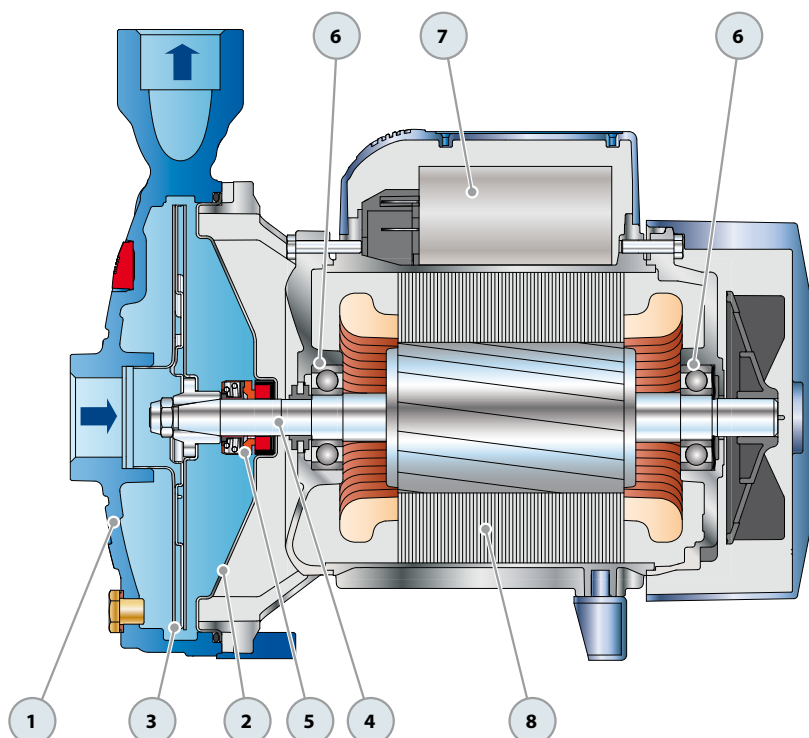


MODELO		POTENCIA		Q	Caudal																		
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m³/h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	
CPm 600	CP 600	0.37	0.50	H metros	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160		
CPm 610	CP 610	0.60	0.85		22	21	20	18.5	17	15.5	14	12	9										
CPm 620	CP 620	0.75	1		30	28.5	27	25.5	23.5	21.5	19	16	12										
CPm 650	CP 650	1.1	1.5		35	34	33	31.5	30.5	29.5	28	26.5	24.5	22	19								
CPm 660	CP 660	1.5	2		42	41.5	41	40.5	39.5	39	38	36.5	35	33	30	27	24						
CPm 670	CP 670	2.2	3		48	47.5	47	46.5	46	45	43.5	42	40.5	38.5	36	33.5	31	28					
CPm 650M	CP 650M	1.1	1.5		57	56.5	55.5	55	54	53.5	53	52	50.5	49.5	47	45	42.5	38	33				
CPm 660M	CP 660M	1.5	2		39	38.5	38	37	36.5	36	35	34	33	32	30	28.5	26.5	24.5	22.5	20	18		
CPm 670M	CP 670M	2.2	3		43	42.5	42	41	40.5	40	39	37.5	36.5	35	34	32.5	31	29	27	25	23		
					51	50.5	50.5	50	49.5	48.5	47.5	46.5	45	44	42.5	41	39.5	37.5	36	34	32		

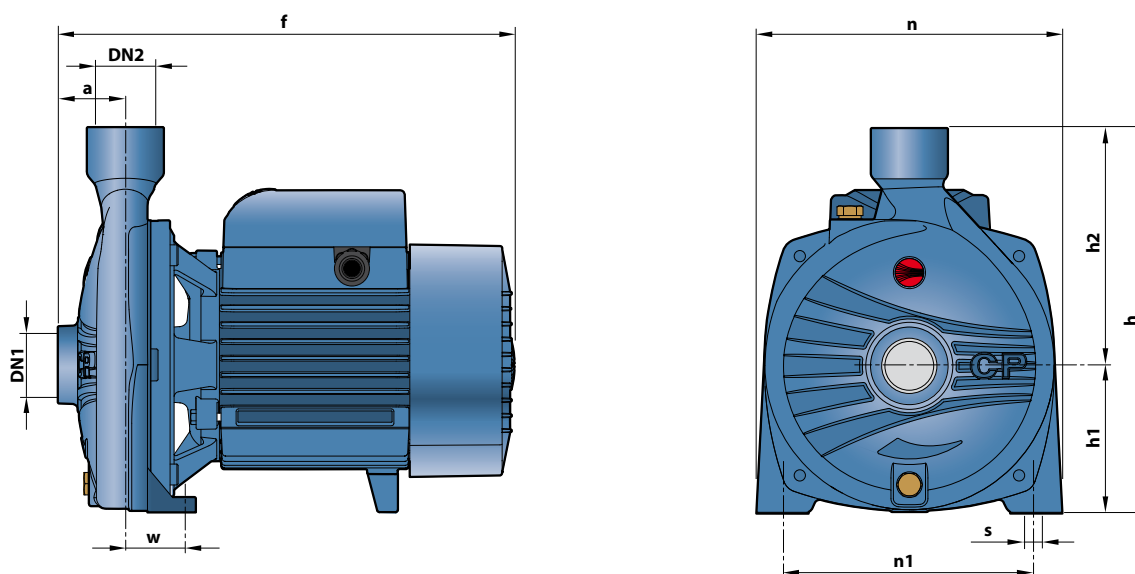
Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grade 3.

POS.	COMPONENTE	CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS					
1	<b>CUERPO BOMBA</b>	Hierro fundido, con bocas roscadas ISO 228/1					
2	<b>TAPA</b>	Acero inoxidable AISI 304 (en hierro para CP 650-660-670-650M-660M-670M)					
3	<b>RODETE</b>	Acero inoxidable AISI 304					
4	<b>EJE MOTOR</b>	Acero inoxidable EN 10088-3 - 1.4104					
5	<b>SELLO MECANICO</b>	<b>Electrobomba</b>	<b>Sello</b>	<b>Eje</b>	<b>Materiales</b>		
		<i>Modelo</i>	<i>Modelo</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Anillo fijo</i>	<i>Anillo móvil</i>	<i>Elastómero</i>
		CP 600-610	AR-12	Ø 12 mm	Cerámica	Grafito	NBR
		CP 620	AR-14	Ø 14 mm	Cerámica	Grafito	NBR
		CP 650-660-670 CP 650M-660M-670M	FN-18	Ø 18 mm	Grafito	Cerámica	NBR
6	<b>RODAMIENTOS</b>	<b>Electrobomba</b>	<b>Modelo</b>				
		CP 600-610	6201 ZZ / 6201 ZZ				
		CP 620	6203 ZZ / 6203 ZZ				
		CP 650-660-670	6204 ZZ / 6204 ZZ				
		CP 650M-660M-670M	6204 ZZ / 6204 ZZ				
7	<b>CONDENSADOR</b>	<b>Electrobomba</b>	<b>Capacidad</b>				
		<i>Monofásica</i>	<i>(220 V)</i>	<i>(110 V o 115 V o 127 V)</i>			
		CPm 600	10 µF 450 VL	25 µF 250 VL			
		CPm 610	14 µF 450 VL	25 µF 250 VL			
		CPm 620	20 µF 450 VL	60 µF 300 VL			
		CPm 650-650M	25 µF 450 VL	60 µF 250 VL			
		CPm 660-660M	31.5 µF 450 VL	60 µF 250 VL			
		CPm 670-670M	50 µF 450 VL	80 µF 250 VL			
8	<b>MOTOR ELECTRICO</b>	<p>CPm: monofásica 220 V - 60 Hz con protección térmica incorporada en el bobinado.            CP: trifásica 220/380 V - 60 Hz o 220/440 V - 60 Hz.</p> <p>⇒ <b>Las bombas con motores trifásicos son de alto rendimiento en clase IE2 (IEC 60034-30)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislamiento: clase F.</li> <li>- Protección: IP X4.</li> </ul>					



## DIMENSIONES Y PESOS



MODELO		BOCAS		DIMENSIONES mm									kg	
Monofásica	Trifásica	DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	n	n1	w	s	1~	3~
CPm 600	CP 600	1"	1"	42	253	205	82	123	165	135	41	10	6.9	7.1
CPm 610	CP 610												8.3	8.0
CPm 620	CP 620												11.5	10.5
CPm 650 - 650M	CP 650 - 650M	1 1/4"	1"	51	367	260	110	150	206	165	44.5	11	17.8	17.2
CPm 660 - 660M	CP 660 - 660M												18.9	17.9
CPm 670 - 670M	CP 670 - 670M												20.7	20.1

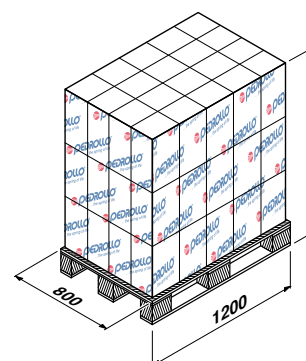
## CONSUMO EN AMPERIOS

MODELO	TENSION (monofásica)		
	220 V	110 V	127 V
CPm 600	2.7 A	5.5 A	5.2 A
CPm 610	4.0 A	8.0 A	7.6 A
CPm 620	6.0 A	12.0 A	11.5 A
CPm 650 - 650M	8.8 A	17.6 A	16.7 A
CPm 660 - 660M	9.7 A	19.4 A	18.4 A
CPm 670	13.2 A	26.4 A	25.0 A
CPm 670M	12.0 A	24.0 A	22.8 A

MODELO	TENSION (trifásica)				
	220 V	380 V	660 V	220 V	440 V
CP 600	1.8 A	1.0 A	0.6 A	2.0 A	1.2 A
CP 610	2.8 A	1.6 A	0.9 A	2.6 A	1.5 A
CP 620	4.2 A	2.4 A	1.4 A	4.4 A	2.5 A
CP 650 - 650M	5.3 A	3.1 A	1.8 A	5.6 A	3.1 A
CP 660 - 660M	6.7 A	3.9 A	2.3 A	6.4 A	4.1 A
CP 670	10.4 A	6.0 A	3.5 A	9.7 A	5.2 A
CP 670M	9.0 A	5.2 A	3.0 A	8.8 A	5.0 A

## PALETIZADO

MODELO		PARA GRUPAJE			PARA CONTAINER				
		n° bombas	H (mm)	kg	n° bombas	H (mm)	kg		
Monofásica	Trifásica			1~	3~	1~	3~		
CPm 600	CP 600	105	1280	742	763	189	2190	1321	1359
CPm 610	CP 610	105	1265	889	857	189	2165	1586	1529
CPm 620	CP 620	70	1440	822	752	112	2220	1305	1193
CPm 650 - 650M	CP 650 - 650M	50	1550	907	877	70	2114	1263	1221
CPm 660 - 660M	CP 660 - 660M	50	1550	962	912	70	2114	1340	1270
CPm 670 - 670 M	CP 670 - 670 M	50	1550	1052	1022	70	2114	1466	1424







# LC1D09M7

TeSys D contactor - 3P(3 NO) - AC-3 -  $\leq 440$  V 9 A - 220 V AC coil



## Main

Range of product	TeSys D
Product or component type	Contacteur
Device short name	LC1D
Contacteur application	Motor control Resistive load
Utilisation category	AC-1 AC-3
Poles description	3P
Power pole contact composition	3 NO
[Ue] rated operational voltage	$\leq 690$ V DC for power circuit $\leq 690$ V AC 25...400 Hz for power circuit
[Ie] rated operational current	9 A ( $\leq 60$ °C) at $\leq 440$ V AC AC-3 for power circuit 25 A ( $\leq 60$ °C) at $\leq 440$ V AC AC-1 for power circuit
Motor power kW	5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz 2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz
Motor power HP (UL / CSA)	7.5 hp at 575/600 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 5 hp at 460/480 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 200/208 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 1 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 0.5 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors
Control circuit type	AC 50/60 Hz
Control circuit voltage	220 V AC 50/60 Hz
Auxiliary contact composition	1 NO + 1 NC
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to IEC 60947
Overvoltage category	III
[Ith] conventional free air thermal current	10 A at $\leq 60$ °C for signalling circuit 25 A at $\leq 60$ °C for power circuit
Irms rated making capacity	250 A DC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 140 A AC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947
Rated breaking capacity	250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947
[Icw] rated short-time withstand current	61 A $\leq 40$ °C 1 min power circuit 30 A $\leq 40$ °C 10 min power circuit 140 A 100 ms signalling circuit 120 A 500 ms signalling circuit 100 A 1 s signalling circuit 210 A $\leq 40$ °C 1 s power circuit 105 A $\leq 40$ °C 10 s power circuit
Associated fuse rating	20 A gG at $\leq 690$ V coordination type 2 for power circuit 25 A gG at $\leq 690$ V coordination type 1 for power circuit 10 A gG for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Average impedance	2.5 mOhm at 50 Hz - Ith 25 A for power circuit
[Ui] rated insulation voltage	600 V for signalling circuit certifications UL 600 V for signalling circuit certifications CSA 690 V for signalling circuit conforming to IEC 60947-1 600 V for power circuit certifications UL 600 V for power circuit certifications CSA 690 V for power circuit conforming to IEC 60947-4-1
Electrical durability	2 Mcycles 9 A AC-3 at $U_e \leq 440$ V 0.6 Mcycles 25 A AC-1 at $U_e \leq 440$ V
Power dissipation per pole	0.2 W AC-3 1.56 W AC-1
Safety cover	With
Mounting support	Plate Rail
Standards	EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508 CSA C22.2 n°14
Product certifications	BV CCC CSA DNV GL GOST RINA UL LROS
Connections - terminals	Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end
Tightening torque	Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver Philips No 2 Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver flat Ø 6 mm Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver Philips No 2 Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver flat Ø 6 mm
Operating time	4...19 ms opening 12...22 ms closing
Safety reliability level	B10d = 2000000 cycles contactor with mechanical load conforming to EN/ISO 13849-1 B10d = 1369863 cycles contactor with nominal load conforming to EN/ISO 13849-1
Mechanical durability	15 Mcycles
Operating rate	3600 cyc/h at $\leq 60$ °C

## Complementary

Coil technology	Without built-in suppressor module
Control circuit voltage limits	0.85...1.1 U <sub>c</sub> at 60 °C operational 60 Hz 0.8...1.1 U <sub>c</sub> at 60 °C operational 50 Hz 0.3...0.6 U <sub>c</sub> at 60 °C drop-out 50/60 Hz
Inrush power in VA	70 VA at 20 °C (cos φ 0.75) 50 Hz 70 VA at 20 °C (cos φ 0.75) 60 Hz
Hold-in power consumption in VA	7 VA at 20 °C (cos φ 0.3) 50 Hz 7.5 VA at 20 °C (cos φ 0.3) 60 Hz
Heat dissipation	2...3 W at 50/60 Hz
Auxiliary contacts type	Type mirror contact (1 NC) conforming to IEC 60947-4-1 Type mechanically linked (1 NO + 1 NC) conforming to IEC 60947-5-1
Signalling circuit frequency	25...400 Hz
Minimum switching current	5 mA for signalling circuit
Minimum switching voltage	17 V for signalling circuit
Non-overlap time	1.5 ms on energisation (between NC and NO contact) 1.5 ms on de-energisation (between NC and NO contact)
Insulation resistance	> 10 MOhm for signalling circuit

## Environment

IP degree of protection	IP2x front face conforming to IEC 60529
Protective treatment	TH conforming to IEC 60068-2-30
Pollution degree	3
Ambient air temperature for operation	-5...60 °C
Ambient air temperature for storage	-60...80 °C
Permissible ambient air temperature around the device	-40...70 °C at U <sub>c</sub>
Operating altitude	3000 m without derating in temperature
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-1
Flame retardance	V1 conforming to UL 94
Mechanical robustness	Shocks contactor closed 15 Gn for 11 ms Shocks contactor open 10 Gn for 11 ms Vibrations contactor closed 4 Gn, 5...300 Hz Vibrations contactor open 2 Gn, 5...300 Hz
Height	77 mm
Width	45 mm
Depth	86 mm
Product weight	0.32 kg

## Offer Sustainability

Sustainable offer status	Not Green Premium product
RoHS	Compliant - since 0627 - Schneider Electric declaration of conformity <a href="#">download declaration of conformity</a>
Product environmental profile	Available <a href="#">Download Product Environmental</a>
Product end of life instruction	Need no specific recycling operations <a href="#">Download Product environmental</a>

# SIEMENS

## Product data sheet

## 3RT1015-1AN21



Abb. ähnlich / similar picture

CONTACTOR, AC-3 3 KW/400 V, 1 NO,  
AC 220V 50/60HZ 3-POLE, SIZE S00,  
SCREW CONNECTION

### General details:

Size of the contactor	S00
Number of poles	3

### Control circuit:

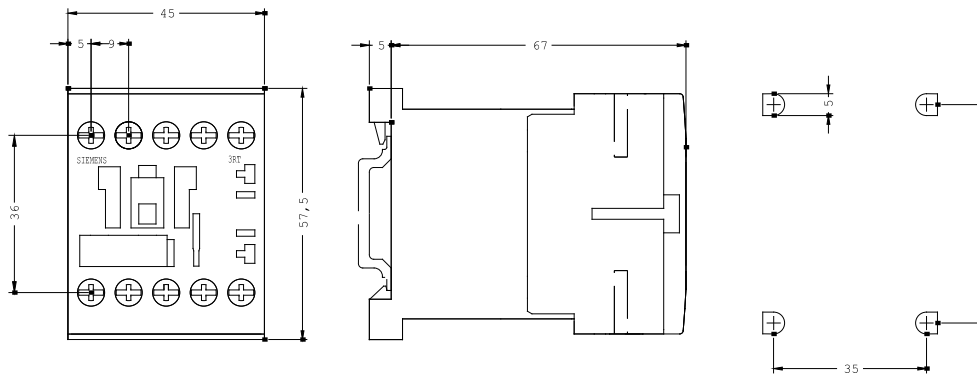
Design of activation of the operating mechanism	conventional
Type of voltage	AC
Control supply voltage	
• at 50 Hz / for AC / rated value / minimum	220 V
• at 50 Hz / for AC / rated value / maximum	220 V
• at 60 Hz / for AC / rated value / minimum	220 V
• at 60 Hz / for AC / rated value / maximum	220 V

Supply voltage frequency / for auxiliary and control current circuit / rated value	
• minimum	50 Hz
• maximum	60 Hz

### Main circuit:

Number of NC contacts / for main contacts	0
Number of NO contacts / for main contacts	3
Operating current	

• at AC-3 / at 400 V / rated value	7 A
• at AC-1 / at 400 V / rated value	18 A
<b>Service power</b>	
• at AC-3 / at 400 V / rated value	3 kW
• at AC-1 / at 400 V / rated value	11 kW
<b>Auxiliary circuit:</b>	
Identification number and letter for switching elements	10 E
Number of NO contacts / for auxiliary contact	1
Number of NC contacts / for auxiliary contact	0
<b>Connection type:</b>	
Design of the electrical connection / for main current circuit	screw-type terminals
Design of the electrical connection / for auxiliary and control current circuit	screw-type terminals
<b>Mounting/fixing:</b>	
Type of fixing/fixation	screw and snap-on mounting onto 35 mm standard mounting rail according to DIN EN 50022
Series installation	Yes



last change:

10/31/2006

<b>Technical Assistance:</b>	Telephone:	+49 (0) 911-895-5900 (8 <sup>00</sup> - 17 <sup>00</sup> CET)
	Fax:	+49 (0) 911-895-5907
	E-Mail:	<a href="mailto:technical-assistance@siemens.com">technical-assistance@siemens.com</a>
	Internet:	<a href="http://www.siemens.de/lowvoltage/technical-assistance">www.siemens.de/lowvoltage/technical-assistance</a>

## LRD14

differential thermal overload relay for TeSys D -  
7...10 A - class 10A



### Main

Range of product	TeSys D
Product or component type	Differential thermal overload relay
Device short name	LRD
Relay application	Motor protection
Product compatibility	LC1D09...LC1D38
Network type	AC DC
Overload tripping class	Class 10A conforming to IEC 60947-4-1
Thermal protection adjustment range	7...10 A
[Ui] rated insulation voltage	600 V power circuit conforming to CSA 600 V power circuit conforming to UL 690 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1
Connections - terminals	Control circuit: screw clamp terminals 2 cable 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable 1.5...10 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable 1...6 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end
Quantity per set	Set of 10

### Complementary

Network frequency	0...400 Hz
Mounting support	Under contactor
Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 I <sub>r</sub> conforming to IEC 60947-4-1
[I <sub>th</sub> ] conventional free air thermal current	5 A for signalling circuit
Permissible current	3 A at 120 V AC-15 for power circuit 0.22 A at 125 V DC-13 for power circuit
[U <sub>e</sub> ] rated operational voltage	690 V
[U <sub>imp</sub> ] rated impulse withstand voltage	6 kV
Phase failure sensitivity	Tripping current 130 % of I <sub>r</sub> on two phase, the last one at 0
Temperature compensation	-30...60 °C
Tightening torque	Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals
Width	45 mm
Depth	70 mm
Product weight	0.124 kg

### Environment

Standards	CSA C22-2 No 14 EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508
-----------	---

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Product certifications	ATEX INERIS BV CCC CSA DNV GL GOST RINA UL LROS
Protective treatment	TH conforming to IEC 60068
IP degree of protection	IP2x conforming to VDE 0106
Ambient air temperature for operation	-20...60 °C without derating conforming to IEC 60947-4-1
Ambient air temperature for storage	-60...70 °C
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-1
Flame retardance	V1 conforming to UL 94
Mechanical robustness	Vibrations 6 Gn IEC 60068-2-6 Shocks 15 Gn for 11 ms IEC 60068-2-7
Dielectric strength	6 kV at 50 Hz conforming to 60255-5





### Main

Range of product	TeSys D thermal overload relays
Product or component type	Differential thermal overload relay
Device short name	LRD
Relay application	Motor protection
Product compatibility	LC1D09...LC1D38
Network type	AC DC
Overload tripping class	Class 10A conforming to IEC 60947-4-1
Thermal protection adjustment range	1...1.6 A
[U <sub>i</sub> ] rated insulation voltage	690 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1 600 V power circuit conforming to UL 600 V power circuit conforming to CSA

### Complementary

Network frequency	0...400 Hz
Mounting support	Under contactor
Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 I <sub>r</sub> conforming to IEC 60947-4-1
[I <sub>th</sub> ] conventional free air thermal current	5 A for signalling circuit
Permissible current	0.22 A at 125 V DC-13 for power circuit 3 A at 120 V AC-15 for power circuit
[U <sub>e</sub> ] rated operational voltage	690 V
[U <sub>imp</sub> ] rated impulse withstand voltage	6 kV
Phase failure sensitivity	Tripping current 130 % of I <sub>r</sub> on two phase, the last one at 0
Temperature compensation	-30...60 °C
Connections - terminals	Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...6 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1.5...10 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: solid - without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end
Tightening torque	Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals
Width	45 mm
Depth	70 mm
Product weight	0.124 kg
Quantity per set	Set of 10

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

## Environment

Standards	CSA C22-2 No 14 EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508
Product certifications	ATEX INERIS BV CCC CSA DNV GL GOST RINA UL LROS
Protective treatment	TH conforming to IEC 60068
IP degree of protection	IP2x conforming to VDE 0106
Ambient air temperature for operation	-20...60 °C without derating conforming to IEC 60947-4-1
Ambient air temperature for storage	-60...70 °C
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-1
Flame retardance	V1 conforming to UL 94
Mechanical robustness	Shocks 15 Gn for 11 ms IEC 60068-2-7 Vibrations 6 Gn IEC 60068-2-6
Dielectric strength	6 kV at 50 Hz conforming to 60255-5



# Capítulo 1

## Distribución en Baja Tensión

### Índice/Manual

---

1	Ambitos de una instalación	4 - 5
2	Elección de aparatos	5
3	Funciones de una salida	6 - 9
4	Características de la red	9
5	Intensidad de cortocircuito	10 - 13
6	Poder de corte	13 - 16
7	Curvas de disparo	17 - 18
8	Selectividad de protecciones	19 - 22
9	Carac. del lugar de la instalación	23
10	Cálculo de la sec. de conductores	24 - 29
11	Riesgos de contactos eléctricos	30 - 31
12	Protección Diferencial	31 - 35
13	Esquemas de conexión a tierra	35 - 39
14	Cálculo de resist. de puesta a tierra	39 - 41
15	Cálculo de redes asistido por computador	42 - 44

## Catálogo

---

- **Sistema Multi 9** **45 - 76**  
Interruptores termomagnéticos  
riel DIN hasta 125A
- **Enchufes Industriales** **77 - 78**  
Machos y Hembras IEC 309
- **Tableros Estancos** **79 - 80**  
Modelo KAEDRA - IP65
- **Sistema Compact y NS** **81 - 95**  
Interruptores automáticos  
compactos hasta 1000A
- **Interpact** **96 - 98**  
Interruptores manuales
- **Easypact** **99 - 104**  
Interruptores en caja moldeada
- **PowerLogic** **105 - 119**  
Monitor de circuitos

## 1 Ambitos de una instalación

En las instalaciones eléctricas podemos distinguir dos ámbitos que influyen en las características de elección de los aparatos y en su instalación:

### Ambito de características residenciales

Se trata de instalaciones domiciliarias unifamiliares, múltiples y comercios de pequeña envergadura.

**Las características de los aparatos son fijadas por la norma IEC 60898.**

La operación de los sistemas es realizada, generalmente por personal no calificado (usuarios BA1).

La alimentación es siempre en baja tensión, y los consumos de energía son pequeños. El concepto más importante a considerar cuando se realiza un proyecto para este ámbito es el de **seguridad para el operador**.

El instalador tiene la responsabilidad de cumplir con la Reglamentación AEA para ambientes donde se desempeñan y operan la instalación personal no idóneo en electricidad (BA1).

Los aparatos a instalar en los tableros de distribución domiciliarios son modulares, para montaje sobre riel simétrico de 35 mm. El sistema MULTI 9 de Merlin Gerin está basado en los conceptos de seguridad para el usuario, modularidad (todos los productos poseen un ancho que es múltiplo de 9 mm), estética y fijación rápida norma IEC 60439-3. En un mismo tablero, conservando un aspecto armonioso, pueden asociarse interruptores, interruptores diferenciales, contadores, interruptores horarios, automáticos de escalera y muchos otros productos que no se mencionarán en este manual.

En particular, los interruptores termomagnéticos que hemos incluido son los que poseen la curva de disparo tipo B, C y D. Las características de cada una de ellas se mencionan en el punto 7 de este capítulo.

## Ambito de características industriales y comerciales

Se trata de Instalaciones Industriales, comerciales donde las instalaciones son mantenidas y operadas por personal Idóneo en electricidad (BA4-BA5).

**Las características de los aparatos son fijadas por la norma IEC 60947.**

En estos casos los consumos de energía son importantes, y puede haber suministro en alta y/o media tensión.

En el sistema de baja tensión, la instalación comienza en el tablero general de distribución, que contiene los aparatos de corte y seccionamiento que alimentan a los tableros secundarios.

En este ámbito, los aparatos involucrados abarcan desde los interruptores termomagnéticos y diferenciales del sistema Multi 9, hasta los interruptores automáticos de potencia del tipo Masterpact de Merlin Gerin, que permiten maniobrar hasta 6300A e interrumpir cortocircuitos de hasta 150kA en 415 VCA.

## 2 Elección de aparatos

En cualquiera de los dos ámbitos existen las reglas dadas en la Reglamentación AEA partes 1 a 6 y sus específicas correspondientes de las partes 7 como por ejemplo la 771 Viviendas, Oficinas y Locales (Unitarios) y la 701 Cuartos de Baños.

Así se deberá conocer para definir los aparatos:

- Funciones de la salida.
- Características de la red.
- Características de la carga.
- Corriente nominal de consumo.
- Factor de potencia (ver capítulo 2).
- Continuidad de servicio deseada.
- Característica del lugar de la instalación.

### 3 Funciones de una salida

La aptitud para el seccionamiento está definida por la norma IEC 60947-1-3, y los aparatos que la posean deben indicarlo expresamente.

En una salida (o entrada) alojada en un tablero o cuadro de distribución de baja tensión se deberán contemplar diversas funciones que definirán la elección de los aparatos a instalar.

La aptitud para el seccionamiento es una condición esencial de seguridad.

Un aparato de maniobra cumple con esta condición cuando se garantiza la aislación de los contactos abiertos con maneta en posición "O" tanto bajo la tensión nominal como ante las sobretensiones esperables en el sistema.

Un aparato de corte sin aptitud para el seccionamiento pone en riesgo la seguridad de las personas.

Esta aptitud, indicada en los aparatos, forma parte de la garantía de los mismos en cuanto a sus prestaciones.

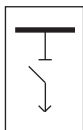
De manera general todos los aparatos de corte **Merlin Gerin** y **Telemecanique** incluyen la aptitud seccionamiento.

Las funciones a cumplir según la necesidad pueden ser:

- Interrupción
- Protección
- Conmutación

#### La función interrupción

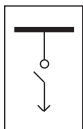
La norma IEC 60947-1 define claramente las características de los aparatos según sus posibilidades de corte.



#### Seccionador

Cierra y abre sin carga, puede soportar un cortocircuito estando cerrado. Apto para el seccionamiento en posición abierto.

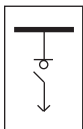




### Interruptor

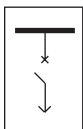
Se lo denomina vulgarmente interruptor manual o seccionador bajo carga.

Cierra y corta en carga y sobrecarga hasta 8 In. Soporta y cierra sobre cortocircuito pero no lo corta.



### Interruptor seccionador

Interruptor que en posición abierto satisface las condiciones especificadas para un seccionador. Es el caso de los interruptores **Interpact** y **Vario**.



### Interruptor automático

Interruptor que satisface las condiciones de un interruptor seccionador e interrumpe un cortocircuito.

Es el caso de los interruptores **Compact**, **Masterpact**, **C60**, **C120**, **NG125**, **GV2**, **GV7**, entre otros.

## La función protección

Una elevación de la corriente normal de carga es un síntoma de anomalía en el circuito. De acuerdo a su magnitud y a la rapidez de su crecimiento, se puede tratar de sobrecargas o cortocircuitos. Esta corriente de falla aguas abajo del aparato de maniobra, si no es cortada rápidamente, puede ocasionar daños irreparables en personas y bienes.

Por ello es indispensable considerar ambos aspectos:

- Protección de personas
- Protección de bienes

El elemento de protección tradicional, tanto para circuitos de distribución de cargas mixtas o circuitos de cargas específicas (motores, capacitores, etc.), era el fusible.

Esta función, común en todos los receptores, en este capítulo está tratada para circuitos de distribución. En el capítulo 3 se ven las características para una salida motor y otros receptores.

Su utilización, en la práctica, presenta desventajas operativas y funcionales:

- Envejecimiento del elemento fusible por el uso (descalibración).
- Diversidad de formas, tamaños y calibres.
- Ante la fusión de un fusible hay que cambiar el juego completo de la salida.
- Disponibilidad del calibre adecuado para el reemplazo.

Frecuentemente los siniestros de origen eléctrico se producen por la falta de coordinación del elemento fusible con los aparatos y cables situados aguas abajo; al ser superado su límite térmico ( $I_2t$ ), se dañan de forma permanente y crean focos de incendio.

- Invariabilidad de sus tiempos y forma de actuación para adaptarlo a nuevas configuraciones.

La reglamentación AEA Edición 2006 prohíbe la utilización de fusibles en ambientes y locales domésticos donde operan no idóneos en electricidad (BA1)

Hoy los interruptores automáticos evitan todos estos inconvenientes aportando una protección de mejor performance, invariable con el tiempo, flexible por su capacidad de adaptación a nuevas cargas y que asegura la continuidad de servicio.

El elemento de protección clásico para detectar fallas a tierra es el interruptor diferencial.

Para la correcta elección de un aparato que proteja sobrecargas y cortocircuitos es necesario contemplar dos aspectos:

- 1-** El nivel de cortocircuito en el punto de su instalación, lo que determinará el poder de corte del interruptor automático.
- 2-** Características que asuma la corriente de falla en función del tiempo, lo que determinará el tipo de curvas de disparo del interruptor automático.

## La función conmutación

Se utiliza cuando se requiere un comando automático y gran cadencia de maniobra. Esta función se desarrolla en el capítulo de Comando y Protección de Potencia y Variación de Velocidad, ya que es una exigencia típica de los accionamientos de máquinas.

## 4 Características de la red

### Tensión

La tensión nominal del interruptor automático debe ser superior o igual a la tensión entre fases de la red.

### Frecuencia

La frecuencia nominal del interruptor automático debe corresponder a la frecuencia de la red.

Los aparatos Merlin Gerin funcionan indistintamente con frecuencias de 50 ó 60 Hz en aplicaciones de uso corriente.

### Cantidad de polos

El número de polos de un aparato de corte se define por las características de la aplicación (receptor mono o trifásico), el tipo de puesta a tierra (corte del neutro con o sin protección) y la función a cumplir.

### Potencia de cortocircuito de la red

Es el aporte de todas las fuentes de generación de la red en el punto de suministro si allí se produjera un cortocircuito. Se expresa en MVA.

Es un dato a ser aportado por la compañía prestataria.

El poder de corte del interruptor debe ser al menos igual a la corriente de cortocircuito susceptible de ser producida en el lugar donde él está instalado. La definición expresada posee una excepción, denominada **Filiación**, la cual se desarrolla más adelante.

## 5 Intensidad de cortocircuito

Los procedimientos de cálculo, han sido simplificados de forma que resultan casi de igual dificultad calcular las  $I_{cc}$  que la  $I_n$  de un sistema.

Conocer el aporte al cortocircuito en un punto de la instalación es una condición excluyente para elegir un interruptor automático.

La magnitud de la  $I_{cc}$  es independiente de la carga, y sólo responde a las características del sistema de alimentación y distribución. En función de los datos disponibles se proponen dos alternativas para la determinación de la  $I_{cc}$ :

- Por cálculo
- Por tabla

En ambos casos, las hipótesis sobre las cuales se basan los cálculos son maximalistas, es decir que la  $I_{cc}$  real estará, normalmente, por debajo de la  $I_{cc}$  calculada.

### Determinación de la ICC por cálculo

El método consiste en:

**1-** Hacer la suma de las resistencias y reactancias situadas aguas arriba del punto considerado.

$$\begin{aligned}R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + \dots \\X_T &= X_1 + X_2 + X_3 + \dots\end{aligned}$$

**2-** Calcular:

$$I_{cc} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \sqrt{R_T^2 + X_T^2}} \quad [KA]$$

donde:

$U_0$  = Tensión entre fases del transformador en vacío, lado secundario de baja tensión, expresada en Voltios (V).

$R_T$  y  $X_T$  = Resistencia y reactancia total expresadas en miliohmios ( $m \Omega$ )

## Determinar resistencias y reactancias en cada parte de la instalación.

Parte de la instalación	Valores a considerar (mΩ)	Reactancias (mΩ)
Red aguas arriba	$R_1 = Z \cos\varphi \cdot 10^{-3}$ $Z_1 = \frac{U^2}{P}$ $P = P_{cc}$ de la red aguas arriba en MVA	$\cos\varphi = 0,15$ $P = P_{cc}$ $X_1 = Z_1 \sin\varphi \cdot 10^{-3}$ $\sin\varphi = 0,98$
Transformador	$R_2 = \frac{W_c U^2 \cdot 10^{-3}}{S^2}$ $W_c =$ Pérdidas en el Cu $S =$ Potencia aparente transformador (kVA)	$X_2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$ $Z_2 = \frac{U_{cc} U^2}{100 S}$ $U_{cc} =$ Tensión de cortocircuito del transform.
En cables	$R_3 = \frac{\rho L}{S}$	$\rho = 22,5$ (Cu) $L =$ m $S =$ mm <sup>2</sup> $X_3 = 0,08L$ (cable trifásico) $X_3 = 0,12L$ (cable unipolar) $L$ en m
En barras	$R_3 = \frac{\rho L}{S}$	$\rho = 36$ (AL) $L =$ m $S =$ mm <sup>2</sup> $X_3 = 0,15L$ $L$ en m

La Pcc es un dato de la compañía prestataria.

Si no es posible conocerla, una buena aproximación sería considerar  $P_{cc} = \infty$ . Entonces la Icc queda sólo limitada por la  $Z_2$ , que en porcentaje, es igual a la  $U_{cc}$ .

La  $U_{cc}$  del transformador es un dato que está fijado por la norma IRAM 2250 y los constructores deben ceñirse a ésta. Como ejemplo, la norma establece que para transformadores de distribución en baño de aceite entre 25 y 630 kVA, la  $U_{cc}$  es igual a 4%.

Para potencias normalizadas de 800 y 1000 kVA, la  $U_{cc}$  es igual a 5%.

$$I_{cc} [KA] = \frac{1}{Z_2[\%]} I_n (\text{transformador}) [KA]$$

### Ejemplo:

Esquema	Parte de la instalación	Resistencias (mΩ)	Reactancias (mΩ)
	Red aguas arriba Pcc = 500MVA	$R_1 = \frac{410^2}{500} \cdot 0,15 \cdot 10^{-3}$ $R_1 = 0,05$	$X_1 = \frac{410^2}{500} \cdot 0,98 \cdot 10^{-3}$ $X_1 = 0,33$
	Transformador S = 630 KVA Ucc = 4% U = 410V W <sub>c</sub> = 6500	$R_2 = \frac{6500}{630^2} \cdot 410^2 \cdot 10^{-3}$ $R_2 = 2,75$	$X_2 = \sqrt{\frac{4}{100} \cdot 630}$ $X_2 = 10,31$
	Unión T - M1 Cable Cu por fase 3 (1 x 150mm <sup>2</sup> ) L = 3m	$R_3 = \frac{22,5 \times 3}{150 \times 3}$ $R_3 = 0,15$	$X_3 = 0,12 \times 3/3$ $X_3 = 0,12$
	Interruptor rápido M1	$R_4 = 0$	$X_4 = 0$
	Unión M1 - M2 1 barra (AL) 1 (100 x 5) mm <sup>2</sup> por fase L = 2m	$R_5 = \frac{36 \times 2}{500}$ $R_5 = 0,14$	$X_5 = 0,15 \cdot 2$ $X_5 = 0,30$
	Interruptor rápido M2	$R_6 = 0$	$X_6 = 0$
	Unión TGBT - CS Cable Cu por fase 1 (1 x 185mm <sup>2</sup> ) L = 70m	$R_7 = \frac{22,5 \times 70}{185}$ $R_7 = 8,51$	$X_7 = 0,12 \times 70$ $X_7 = 8,40$

### Cálculo de los Icc en kA

	Resistencias (mΩ)	Reactancias (mΩ)	Icc (kA)
<b>M1</b>	$R_{t1} = R_1 + R_2 + R_3$ $R_{t1} = 2,95$	$X_{t1} = X_1 + X_2 + X_3$ $X_{t1} = 10,76$	$\frac{410}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(2,95)^2 + (10,76)^2}} = 21,22 \text{ kA}$
<b>M2</b>	$R_{t2} = R_{t1} + R_4 + R_5$ $R_{t2} = 3,09$	$X_{t2} = X_{t1} + X_4 + X_5$ $X_{t2} = 11,06$	$\frac{410}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(3,09)^2 + (11,06)^2}} = 20,61 \text{ kA}$
<b>M3</b>	$R_{t3} = R_{t2} + R_6 + R_7$ $R_{t3} = 11,6$	$X_{t3} = X_{t2} + X_6 + X_7$ $X_{t3} = 19,46$	$\frac{410}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(11,6)^2 + (19,46)^2}} = 10,45 \text{ kA}$

El Anexo “ E” de la Reglamentación AEA secciones 771-701, contiene tablas de doble entrada donde se puede calcular las corrientes de cortocircuito en el punto Terminal de un conductor. Se deberá tener

como datos : el valor de la corriente en el origen, la sección del conductor y su material Cu o Al y la longitud del tramo de cable considerado.

A partir del último punto, se puede, por iteraciones sucesivas y ante cambios de secciones de conductor, seguir calculando los niveles de cortocircuito aguas abajo.

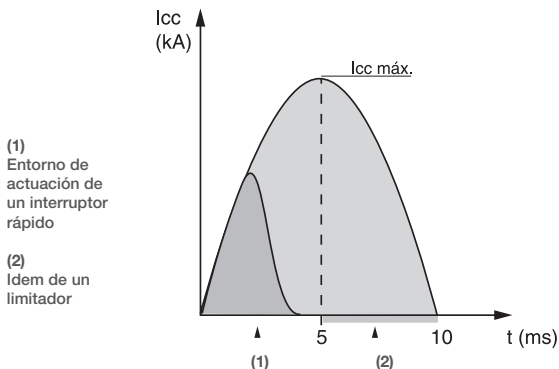
## 6 Poder de corte

### Características de corte de un interruptor automático

El poder de corte de un interruptor automático, define la capacidad de éste para abrir un circuito automáticamente al establecerse una corriente de cortocircuito, manteniendo el aparato su aptitud de seccionamiento y capacidad funcional de restablecer el circuito. De acuerdo a la tecnología de fabricación, existen dos tipos de interruptores automáticos:

- Rápidos
- Limitadores

La diferencia entre un interruptor rápido y un limitador está dada por la capacidad de este último a dejar pasar en un cortocircuito una corriente inferior a la corriente de defecto presunta.



La velocidad de apertura de un limitador es siempre inferior a 5ms (en una red de 50Hz). El interruptor automático según IEC 60947-2 tiene definidos dos poderes de corte:

- Poder de ruptura último (Icu)
- Poder de ruptura de servicio (Ics)

### Poder de ruptura último (Icu)

La Icu del interruptor es la máxima corriente de cortocircuito que puede interrumpir dos veces en la secuencia Normalizada C-t-CO. Luego de la apertura de esta corriente máxima dos veces, especificada a la tensión nominal del interruptor el arco se debe cortar en forma segura sin ningún daño para la instalación u operadores. Puede ser necesario revisar contactos del interruptor.

### Poder de ruptura de servicio (Ics)

La Ics se expresa en % de la Icu (cada fabricante elije un valor entre 25, 50, 75 y 100 % de la Icu).

El calculo de la Icc presunta, como lo hemos visto, se realiza siempre bajo hipótesis maximalistas encaminadas hacia la seguridad, pero de hecho, cuando se produce un cortocircuito, el valor de la corriente es inferior a la Icc de cálculo. Son estas corrientes, de mayor probabilidad de ocurrencia, las que deben ser interrumpidas en condiciones de asegurar el retorno al servicio, de manera inmediata y segura, una vez eliminada la causa del defecto.

La Ics es la que garantiza que un interruptor automático, luego de realizar tres aperturas sucesivas a esa corriente, mantiene sus características principales y puede continuar en servicio.

Los criterios para elegir un interruptor en base a su capacidad o poder de ruptura son:

**Icu = Icc**

Seguridad del operador y la instalación.

**Ics = Icc**

Seguridad del operador y de la instalación y continuidad operativa del interruptor.



Un interruptor que tenga una  $I_{cs} = 100\%$  de  $I_{cu}$  tiene ventajas operativas desde el punto de vista de la continuidad del servicio.

## Corte Roto-activo

Con cortocircuitos elevados el aumento de la presión dentro de las unidades de corte accionan directamente el mecanismo de disparo del **Compact NS**. Esta técnica le confiere un disparo muy rápido: el tiempo de reacción es del orden del milisegundo.



En los interruptores **Compact C** y **Masterpact**, según sea su poder de corte, la  $I_{cs}$  puede alcanzar valores entre el 50 y el 100% de la  $I_{cu}$ .

Los Interruptores **Compact NS** poseen un dispositivo de corte denominado **rotoactivo**. Durante un cortocircuito, su arquitectura interna, en particular el movimiento rotativo de los contactos que provoca una rapidísima repulsión, consigue una limitación excepcional de los cortocircuitos.

En todos los modelos de **Compact NS**, sea cual fuere su poder de corte, la  **$I_{cs}$  es igual a 100%  $I_{cu}$** .

Este poder de corte en servicio está certificado mediante los ensayos normativos, que consisten en:

- Hacer disparar tres veces consecutivas el interruptor automático a 100%  $I_{cu}$
- Verificar seguidamente que:
  - Conduce su intensidad nominal sin calentamiento anormal.
  - El disparo funciona normalmente ( $1,45 I_n$ ).
  - Se conserva la aptitud de seccionamiento.

Todo lo expresado responde a la definición de poderes de corte de la norma IEC 60947-2.

En general un interruptor automático para este uso indica ambos poderes de corte. La IEC 898 es de aplicación a aparatos de protección destinados a ser manipulados por personal no idóneo, razón por la cual esta norma es más exigente en cuanto a los ensayos de poder de corte.

## Filiación o protección de acompañamiento

Utilizar el concepto de filiación en la realización de un proyecto con varios interruptores automáticos en cascada, puede redundar en una apreciable economía por la reducción de los poderes de corte de los interruptores aguas abajo, sin perjuicio de descalificación de las protecciones.

La filiación es la utilización del poder de limitación de los interruptores. Esta limitación ofrece la posibilidad de instalar aguas abajo aparatos de menor poder de corte.

Los interruptores limitadores instalados aguas arriba asumen un rol de barrera para las fuertes corrientes de cortocircuito.

Ellos permiten a los interruptores de poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de la instalación, ser solicitados dentro de sus condiciones normales de corte.

La limitación de la corriente se hace a todo lo largo del circuito controlada por el interruptor limitador situado aguas arriba, y la filiación concierne a todos los aparatos ubicados aguas abajo de ese interruptor, estén o no ubicados dentro del mismo tablero.

Desde luego, el poder de corte del interruptor de aguas arriba debe ser superior o igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto donde él está instalado.

La filiación debe ser verificada por ensayos en laboratorio y las asociaciones posibles entre interruptores deberán ser dadas por los constructores.

En la documentación específica de **Merlin Gerin** se indican todas las posibilidades de asociación entre diferentes interruptores para obtener una filiación.

## 7 Curvas de disparo

Una sobrecarga, caracterizada por un incremento paulatino de la corriente por encima de la  $I_n$ , puede deberse a una anomalía permanente que se empieza a manifestar (falla de aislación), también pueden ser transitorias (por ejemplo, corriente de arranque de motores).

Tanto cables como receptores están dimensionados para admitir una carga superior a la normal durante un tiempo determinado sin poner en riesgo sus características aislantes.

Cuando la sobrecarga se manifiesta de manera violenta (varias veces la  $I_n$ ) de manera instantánea estamos frente a un cortocircuito, el cual deberá aislarse rápidamente para salvaguardar los bienes.

Un interruptor automático contiene dos protecciones independientes para garantizar:

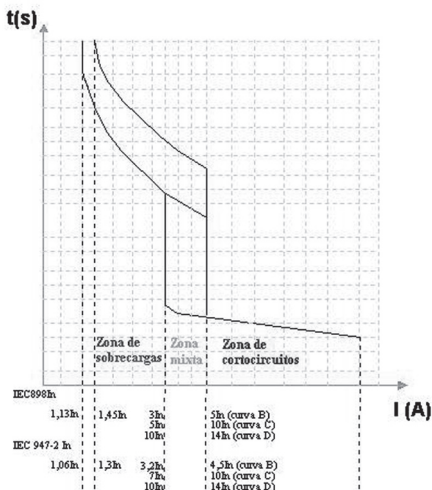
- Protección contra sobrecargas

Su característica de disparo es a **tiempo dependiente o inverso**, es decir que a mayor valor de corriente es menor el tiempo de actuación.

- Protección contra cortocircuitos

Su característica de disparo es a **tiempo independiente**, es decir que a partir de cierto valor de corriente de falla la protección actúa, siempre en el mismo tiempo.

Las normas IEC 60947-2 y 60898 fijan las características de disparo de las protecciones de los interruptores automáticos.



- Curva B** | Circuitos resistivos (para influencia de transitorios de arranque) o con gran longitud de cables hasta el receptor.
- Curva C** | Cargas mixtas y motores normales en categoría AC3 (protección típica en el ámbito residencial)
- Curva D** | Circuitos con transitorios fuertes, transformadores, capacitores, etc.

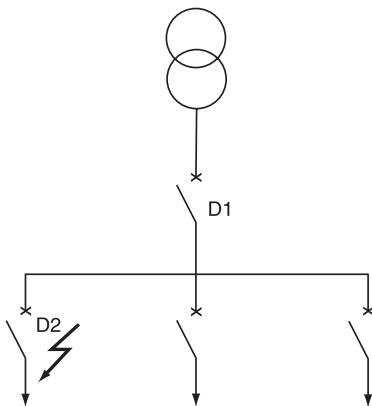
La correcta elección de una curva de protección debe contemplar que a la corriente nominal y a las posibles corrientes transitorias de arranque, el interruptor no dispare y al mismo tiempo la curva de disparo del mismo esté siempre por debajo de la curva límite térmica (Z) de las cargas a proteger en el gráfico Tiempo – Corriente.

## 8 Selectividad de protecciones

La continuidad de servicio es una exigencia en una instalación moderna. La falta de una adecuada selectividad puede provocar la apertura simultánea de más de un elemento de protección situado aguas arriba de la falla, por lo que la selectividad es un concepto esencial que debe ser tenido en cuenta desde su concepción.

### Concepto de selectividad

Es la coordinación de los dispositivos de corte, para que un defecto proveniente de un punto cualquiera de la red sea eliminado por la protección ubicada inmediatamente aguas arriba del defecto, y sólo por ella. Para todos los valores de defecto, desde la sobrecarga hasta el cortocircuito franco, la coordinación es totalmente selectiva si D2 abre y D1 permanece cerrado. Si la condición anterior no es respetada la selectividad es parcial, o es nula.



## Técnicas de selectividad

Las técnicas de selectividad están basadas en la utilización de dos parámetros de funcionamiento de los aparatos:

- El valor de la corriente de disparo  $I_m$  (selectividad amperométrica)
- El tiempo de disparo  $T_d$  (selectividad cronométrica)

Sin embargo, el avance de las técnicas de disparo y la tecnología de los materiales posibilitan realizar otros tipos de selectividad.

### Selectividad amperométrica



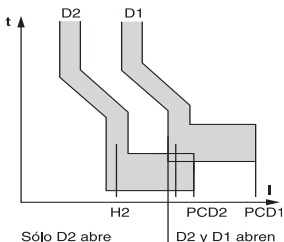
Es el resultado de la separación entre los umbrales de los relés instantáneos (o de corto retardo) de los interruptores automáticos sucesivos.

La zona de selectividad es tanto más importante cuanto mayor es la separación entre los umbrales de los relés instantáneos  $D_1$  y  $D_2$  y cuanto mayor sea la distancia entre el punto de defecto y  $D_2$  (fig. 1).

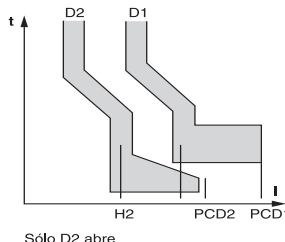
Mediante la utilización de interruptores limitadores se puede obtener una selectividad total (fig. 2).

Se usa, sobre todo, en distribución terminal. Se aplica a los casos de cortocircuito y conduce generalmente a una selectividad parcial.

■ Fig. 1



■ Fig. 2



## Selectividad cronométrica

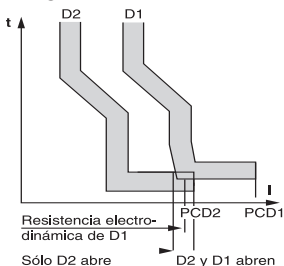


Para garantizar una selectividad total, las curvas de disparo de los dos interruptores automáticos no deben superponerse en ningún punto, cualquiera que sea el valor de la corriente presunta.

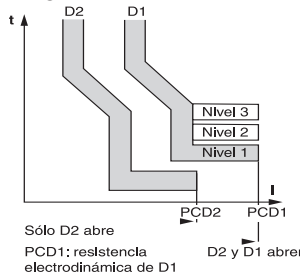
Esto se obtiene por el escalonamiento de tiempos de funcionamiento de los interruptores equipados con relés de disparo de corto retardo. Esta selectividad le impone al disyuntor D1, una resistencia electrodinámica compatible con la corriente de corta duración admisible que él debe soportar durante la temporización del corto retardo. Esta temporización puede ser:

- A tiempo inverso (fig. 3)
- A tiempo constante (fig. 4 - nivel 1)
- A una o varias etapas selectivas entre ellas (fig. 4 - niveles 1, 2, y 3)
- Utilizable a un valor inferior a la resistencia electrodinámica de los contactos (fig 1) en el cual la selectividad es entonces parcial, salvo que se utilice un interruptor limitador. A esta selectividad se la puede calificar de mixta o pseudocronométrica, ya que es cronométrica para los valores débiles de cortocircuito, y amperométrica para los fuertes. Esto da lugar a un nuevo concepto: **La selectividad energética.**

■ Fig. 3



■ Fig. 4



## Selectividad energética

Información detallada sobre este tema se desarrolla en los catálogos específicos.

Es una mejora y una generalización de la selectividad "Pseudocronométrica": La selectividad es total si, para cualquier valor de la corriente presunta de cortocircuito, la energía que deja pasar el interruptor situado aguas abajo es inferior a la energía necesaria para hacer entrar en acción al relé del interruptor situado aguas arriba.

La tecnología del principio de selectividad energética ha sido objeto de una patente internacional por parte de **Merlin Gerin** con la creación de los interruptores **Compact NS**.

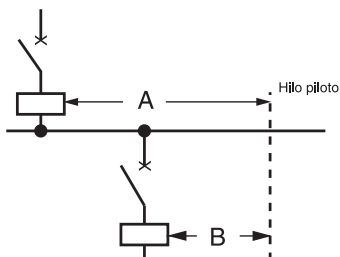
## Selectividad lógica

La selectividad lógica se aplica a los interruptores automáticos de baja tensión selectivos de alta intensidad, tales como los **Compact NS6305** y **Masterpact**.

Este sistema necesita de una transferencia de información entre los relés de los interruptores automáticos de los diferentes niveles de la distribución radial.

Su principio es simple:

- Todos los relés que ven una corriente superior a su umbral de funcionamiento, envían una orden de espera lógica al que está justamente aguas arriba.
- El relé del interruptor situado aguas arriba, que normalmente es instantáneo, recibe una orden de espera que le significa: prepararse para intervenir. El relé del interruptor A constituye una seguridad en el caso de que el B no actúe.





## 9 Característica del lugar de la instalación

Tener en cuenta estas condiciones evitará en algunos casos el mal funcionamiento de los aparatos.

Un aparato de maniobra y/o protección (interruptor, contactor, relé de protección, etc), está concebido, fabricado y ensayado de acuerdo a la norma de producto que corresponde, la cual enmarca su performance según ciertos patrones eléctricos, dieléctricos y de entorno.

En estos dos últimos casos, las condiciones de la instalación pueden influir en la sobre o sub-clasificación de ciertas características de los aparatos, que se reflejan en la capacidad nominal de los mismos (In).

### La polución ambiental

Determinará el grado de protección de la envoltura en la cual se instalarán los aparatos (ver cap. 10).

### La temperatura ambiente

El cálculo del volumen del recinto en función del tipo de aparato, la temperatura exterior, el grado de protección y el material del envolvente, está dado por fórmulas con coeficientes empíricos que algunos fabricantes, como es el caso de Merlin Gerin, suministran.

La corriente nominal In de los interruptores está determinada por ensayos para una temperatura, generalmente 40°C (según la norma que corresponda), y poseen límites de funcionamiento para temperaturas extremas que pueden impedir el normal funcionamiento de ciertos mecanismos. Dentro de sus rangos de temperaturas límites, cuando ésta es superior a 40°C, se aplica una desclasificación de la In del interruptor, según los valores dados por el fabricante.

En ciertos casos, para obtener funcionamientos correctos deberá calefaccionarse o ventilarse el recinto donde se alojan los aparatos.

### La altura

Generalmente los aparatos no sufren desclasificación en instalaciones de hasta 1.000 metros de altura. Más allá de ésta, es necesario acudir a tablas de corrección de In que contemplan la variación de densidad del aire.

## 10 Cálculo de la sección de conductores

Los conductores que unen la salida de un circuito de distribución con el receptor son uno de los elementos que deben ser protegidos en caso de cortocircuito.

Los criterios a tener en cuenta para su dimensionado son:

- Tensión nominal
- Cálculo térmico
- Verificación de la caída de tensión
- Verificación al cortocircuito

### Tensión nominal o asignada

Es la que define la aislación. Se deberá cumplir en todo momento que su tensión nominal sea superior, o a lo sumo igual, a la tensión de servicio existente en la instalación ( $U_n \geq U_s$ ).

Los conductores para las instalaciones eléctricas de baja tensión son diseñados para tensiones de servicio de 1,1 kV.

En caso de tener que constatar el estado de elementos existentes, el nivel de aislación a alcanzar no deberá ser inferior a los 1000 $\Omega$  por cada Volt de tensión aplicada por el instrumento de medición.

### Cálculo térmico

Será el que determine en principio la sección del conductor. El valor eficaz de la intensidad de la corriente nominal del circuito no tendrá que ocasionar un incremento de temperatura superior a la especificada para cada tipo de cable.

Para los conductores aislados y sin envoltura de protección, la norma IRAM 2183 refiere las intensidades máximas admisibles para cables instalados en cañerías, servicio continuo, con temperaturas límites de 40°C para el ambiente, 70°C en el conductor y 160°C en caso de cortocircuito, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Sección del conductor del cobre según norma IRAM 2183	Corriente máxima admisible
S (mm <sup>2</sup> )	I (A)
1	9,6
1,5	13
2,5	18
4	24
6	31
10	43
16	59
25	77
35	96
50	116
70	148
95	180

De acuerdo con las condiciones de la instalación, estos valores son susceptibles a modificaciones. Si se colocasen de 4 a 6 conductores activos dentro de una misma canalización, los valores indicados en la tabla deberán multiplicarse por 0,8; mientras que si son instalados entre 7 y 9 conductores activos el factor de corrección será de 0,7.

En caso que la temperatura ambiente no coincida con los 40°C especificados en la norma, las intensidades máximas admisibles se verán afectadas mediante factores de corrección por temperatura, tal como a continuación se señala:

Temperatura ambiente hasta	Factor de corrección
T (°C)	I (Fc)
25	1,33
30	1,22
35	1,13
40	1
45	0,86
50	0,72
55	0,5

Cuando se trabaje con cables aislados y con envoltura de protección (llamados comúnmente "subterráneos"), es de aplicación

la norma IRAM 2220, que determina las intensidades máximas admisibles en servicio permanente.

Sección nominal de los conductores	Colocación al aire libre Para 3 cables unipolares separados un diámetro o un cable multipolar, colocados sobre bandejas perforadas. Temperatura amb. 40°C			Colocación directamente enterrada Terreno normal seco con temperatura de 25°C Profundidad de instalación de 70 cm.		
	Unipolar	Bipolar	Tetra y tripolar	Unipolar	Bipolar	Tetra y tripolar
mm <sup>2</sup>	A	A	A	A	A	A
1,5	25	22	17	32	32	27
2,5	35	32	24	45	45	38
4	47	40	32	58	58	48
6	61	52	43	73	73	62
10	79	65	56	93	93	79
16	112	85	74	124	124	103
25	139	109	97	158	158	132
35	171	134	117	189		158
50	208	166	147	230		193
70	252	204	185	276		235
95	308	248	223	329		279

Si las instalaciones difieren de las consideraciones especificadas en la tabla precedente, deberán aplicarse las modificaciones a los valores de intensidades de servicio en correspondencia con las condiciones en que se ejecutarán los trabajos.

Para conductores en cañerías aislados tanto en PVC como de aislación libre de halógenos (Normas IRAM 2183 e 62267 se puede consultar la tabla de la Reglamentación AEA Sección 771 : Tabla 771.16.I

Tener en cuenta además los coeficientes de reducción por método de cableado y agrupamiento de conductores.

De utilizarse cables con aislación de goma etilén-propilénica tipo EPR (IRAM 2262) o polietileno reticulado tipo XLP (IRAM 2261), los que permiten desarrollar temperaturas de 90°C en servicio y de 250°C en caso de cortocircuito, los valores de las intensidades de corriente admisible resultarán hasta un 15% superior a los precedentes.

La reglamentación AEA, las normas IRAM y los fabricantes indican claramente todas las consideraciones a tener en cuenta para la determinación de la sección del cable en cualquier tipo de instalación.

## Verificación de la caída de tensión

Elegido el tipo y sección (SC) de los conductores por la corriente de la carga, su modo de instalación y temperatura ambiente, es necesario realizar dos verificaciones. De no cumplirse alguna de ellas, se optará por la sección inmediata superior y se vuelve a verificar hasta que ambas cumplan. La verificación de la caída de tensión considera la diferencia de tensión entre los extremos del conductor, calculada en base a la corriente absorbida por todos los elementos conectados al mismo y susceptibles de funcionar simultáneamente. Se deberá cumplir que no supere la máxima admisible determinada por la carga, de acuerdo con:

$$\Delta U \leq \Delta U_{adm}$$

Como valores de caída de tensión admisible se deben tomar:

<b>Circuitos de iluminación:</b>	$\Delta U_{adm}$ 3%
<b>Circuito de fuerza motriz:</b>	$\Delta U_{adm}$ 5%
	(en régimen)
	$\Delta U_{adm}$ 15%
	(en arranque)

Cabe señalar la conveniencia de consultar con los fabricantes de los equipos a instalar, con el fin de determinar exactamente los valores límites de la caída de tensión para su correcto funcionamiento.

Para su cálculo debe aplicarse la expresión que se indica seguidamente:

$$\Delta U = K \ln L (R \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi)$$

Los valores de caída de tensión admisibles son desde el TPBT hasta la carga más alejada de cada circuito terminal.

Donde:

$\Delta U$ = Caída de tensión en Volt

**K**= Constante referida al tipo de alimentación (De valor igual a 2 para sistemas monofásicos y  $\sqrt{3}$  para trifásicos).

**In**= Corriente nominal de la instalación.

**L**= Longitud del conductor en Km.

**R**= Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$ .

**X**= Reactancia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$ .

$\varphi$ = Angulo de desplazamiento de fase de la carga.

Para el caso de motores deberá considerarse la ingerencia de éstos sobre los circuitos de iluminación asociados a la misma barra de alimentación.

Durante el arranque, la caída de tensión puede ocasionar molestias en la iluminación, por lo cual deberá aumentarse la sección de los conductores o cambiarse el tipo de arranque.

Los arrancadores estrella-triángulo y **Altistart** (entre otros) contribuyen a evitar el aumento de la sección del conductor limitando la corriente de arranque a valores compatibles con la caída de tensión deseada.

## Verificación al cortocircuito

Se realiza para determinar la máxima sollicitación térmica a que se ve expuesto un conductor durante la evolución de corrientes de breve duración o cortocircuitos. Existirá, entonces, una sección mínima  $S$  que será función del valor de la potencia de cortocircuito en el punto de alimentación, el tipo de conductor evaluado y su protección automática asociada. En esta verificación se deberá cumplir con:

$$S \leq SC$$

siendo  $SC$  la sección calculada térmicamente y verificada por caída de tensión.

El cálculo de esta sección mínima está dado por:

$$S \geq \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K}$$

Fórmula válida para  $100 \text{ ms} \leq t \leq 5 \text{ seg}$

siendo:

**S**= Sección mínima del conductor en  $\text{mm}^2$  que soporta el cortocircuito.

**I<sub>cc</sub>**= Valor eficaz de la corriente de cortocircuito en Amperes.

**t**= Tiempo de actuación de la protección en segundos.

**K**= Constante propia del conductor, que contempla las temperaturas máximas de servicio y la alcanzada al finalizar el cortocircuito previstas por las normas:

**K: 115**

conductores de cobre aislados en PVC.

**K: 76**

conductores de aluminio aislados en PVC

**K: 143**

conductores de cobre tipo XLP y EPR

**K: 94**

idem para aluminio

Si la S que verifica el cortocircuito es menor que la SC, se adopta ésta última.

En caso contrario, se deberá incrementar la sección del cable y volver a realizar la verificación hasta que se compruebe  $S \leq SC$

Otra posibilidad, ventajosa en muchos casos, es poner en valor el tiempo de disparo de los relés de cortocircuito de los interruptores automáticos.

En estos casos, los interruptores automáticos del tipo **Compact NS** contribuyen en gran manera a evitar el aumento de la sección del conductor, reduciendo el tiempo de exposición de éste a la corriente de falla.

## 1.1 Riesgos de contactos eléctricos

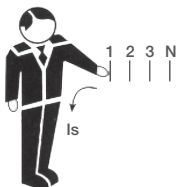
Cuando una corriente que excede los 30mA atraviesa una parte del cuerpo humano, la persona está en serio peligro si esa corriente no es interrumpida en un tiempo muy corto (menor a 500 ms).

El grado de peligro de la víctima es función de la magnitud de la corriente, las partes del cuerpo atravesadas por ella y la duración del pasaje de corriente

La norma IEC 60479-1 distingue dos tipos de contactos peligrosos:

### Contacto directo

La persona entra en contacto directo con un conductor activo, el cual está funcionando normalmente.

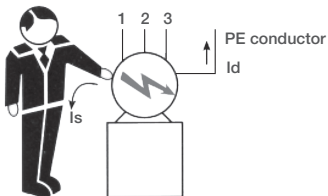


#### Contacto directo

Toda la corriente de falla pasa por el contacto directo  
 $I_s$  = corriente que circula por el cuerpo

### Contacto indirecto

La persona entra en contacto con una parte conductora, que normalmente no lo es, pero que accedió a esta condición accidentalmente (por ejemplo, una falla de aislación).



#### Contacto indirecto

Solo una fracción de toda la corriente de falla pasa por el cuerpo  
 $I_d$  = corriente de falla de aislación  
 $I_s$  = corriente que circula por el cuerpo



Ambos riesgos pueden ser evitados o limitados mediante protecciones mecánicas (no acceso a contactos directos), y protecciones eléctricas, a través de dispositivos de corriente residual de alta sensibilidad que operan con 30mA o menos.

Las medidas de protección eléctrica dependen de dos requerimientos fundamentales:

■ La puesta a tierra de todas las partes expuestas que pueden ser conductoras del equipamiento en la instalación, constituyendo una red equipotencial.

La desconexión automática de la sección de la instalación involucrada, de manera tal que los requerimientos de tensión de contacto ( $U_c$ ) y el tiempo de seguridad sean respetados.

La  $U_c$  es la tensión (V) que existe (como resultado de una falla de aislación) entre una parte conductora de la instalación y un elemento conductor (la persona) que está a un potencial diferente (generalmente a tierra). En la práctica, los tiempos de desconexión y el tipo de protecciones a usar depende del sistema de puesta a tierra que posee la instalación.

## 12 Protección diferencial

### Principio de funcionamiento:

Hoy en día, los Interruptores Diferenciales están reconocidos en el mundo entero como un medio eficaz para asegurar protección de personas contra los riesgos de la corriente eléctrica en baja tensión, como consecuencia de un contacto indirecto o directo. Estos dispositivos están constituidos por varios elementos: El captador, el bloque

de tratamiento de la señal, el relé de medida y disparo y el dispositivo de maniobra. En el caso del captador el más comúnmente usado es el **transformador toroidal**. Los relés de medida y disparo son clasificados en 3 categorías tanto según su modo de alimentación como su tecnología:

#### «A propia corriente»

Está considerado por los especialistas como el más seguro. Es un aparato en donde la energía de disparo la suministra la propia corriente de defecto. Dentro de este tipo se encuentran toda nuestra **gama ID Multi 9 de Merlin Gerin**.

#### «Con alimentación auxiliar»

Es un aparato (tipo electrónico) en donde la energía de disparo necesita de un aporte de energía independiente de la corriente de defecto, o sea no provocará disparo si la alimentación auxiliar no está presente. Dentro de este tipo se incluyen los relés diferenciales **Vigirex** con toroide separado.

#### «A propia tensión»

Este es un aparato con alimentación auxiliar, pero donde la fuente es el circuito controlado. De este modo cuando el circuito está bajo tensión, el diferencial está alimentado, y en ausencia de tensión, el equipo no está activo pero tampoco existe peligro. Es el caso de los bloques Vigi asociados a los interruptores **Compact NS de Merlin Gerin**.

A continuación se presenta la nueva tecnología «superinmunizada» para los dispositivos a propia corriente que mejora ampliamente la calidad de respuesta de los interruptores diferenciales tradicionales.  
La **Nueva Tecnología «Superinmunizada»**

## La nueva tecnología «Superinmunizada»

En la figura adjunta se observa que existen 3 tipos de interruptores diferenciales. Las diferencias entre ellos son básicamente las siguientes:

### Clase AC

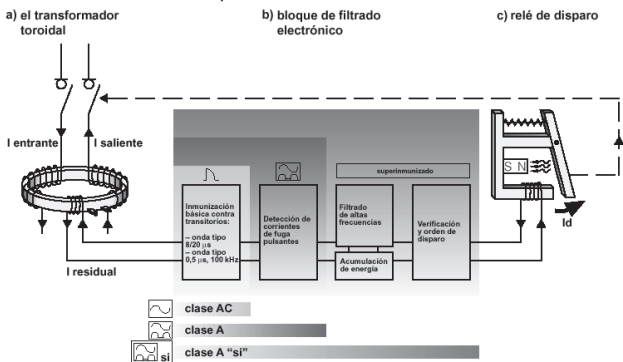
Son los dispositivos estándar y los más habitualmente utilizados

### Clase A

Se diferencian de los AC en que utilizan un toroidal mejorado, más energético, e incluye un bloque electrónico de detección de corrientes rectificadas o pulsantes

### Clase A superinmunizados

Se diferencian de los clase A estándar en que poseen un toroide aún más mejorado y un bloque de filtrado electrónico muy enriquecido.



## Disparos intempestivos en redes BT

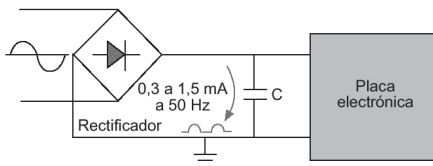
Son fenómenos anómalos que presentan los diferenciales de tipo estándar (clase AC) instalados en redes con alto contenido armónico y debido a las corrientes de fuga capacitivas permanentes (alta frecuencia) que estos armónicos producen en toda la red. La atenuación de estas corrientes de fuga a frecuencias superiores a los 50 Hz pero menores a los kHz, hacen que el ID «si» se comporte mejor que un diferencial clase AC o A estándar. En todo caso no es posible evitar al 100% que el diferencial dispare intempestivamente debido a que corrientes de fuga con armónicos de orden 3 (150Hz) o 5 (250Hz) todavía son corrientes peligrosas para las personas, según la norma IEC 61008 e IEC 60479-2.

## Riesgo de no disparo o cegado del diferencial

En el otro extremo de frecuencia la capacidad de disparo del relé de un diferencial estándar se ve influida por la frecuencia de la corriente de fuga detectada por el toroide. Al aumentar la frecuencia de esta corriente se intensifica el fenómeno de bloqueo o cegado del relé de disparo, ya que la fuerza magnética creada por esta corriente de alta frecuencia varía de sentido con una rapidez tan alta que el mecanismo de disparo no lo puede seguir, debido a su propia inercia mecánica e histéresis magnética, quedando entonces «pegada» la paleta. De esta forma el equipo no puede responder ante defectos de alta frecuencia y tampoco a fallas simultáneas de corrientes de 50Hz que son las peligrosas. En la gama superimnuniada hemos intercalado un filtro de altas frecuencias de modo de evitar que lleguen al mecanismo de disparo.

## Aplicaciones de la tecnología Superinmunizada

- Iluminación fluorescente con ballast tradicionales
- Iluminación fluorescente con ballast electrónico
- Iluminación con variación electrónica o dimmers,
- Instalaciones con receptores electrónicos , informática y otros.



Principio de funcionamiento básico de la alimentación para placa electrónica.

## 13 Esquemas de conexión a tierra

Existen 3 tipos de sistemas de puesta a tierra del centro de estrella del transformador de la compañía distribuidora de energía eléctrica en instalaciones de Baja Tensión:

**TN puesta al neutro.**

**IT neutro aislado.**

**TT puesta a tierra.**

La primera letra indica la condición de puesta a tierra de la fuente de energía (el centro de estrella de los transformadores). La segunda letra indica las condiciones de la puesta a tierra de las masas de la instalación eléctrica (en el usuario).

**T:** puesta a tierra directa.

**I:** aislación de las partes activas con respecto a tierra o puesta a tierra en un punto de la red a través de una impedancia.

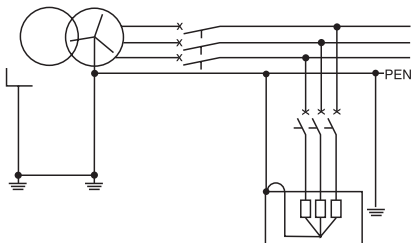
## Sistema TN

Por motivos técnicos (garantizar que el conductor neutro posea un potencial 0), y económicos (la distribución se debe hacer con 4 ó 5 conductores), este sistema es muy poco utilizado, por lo cual no abundaremos en sus detalles

**N:** masas unidas directamente a la puesta a tierra funcional (provisto por la compañía distribuidora).

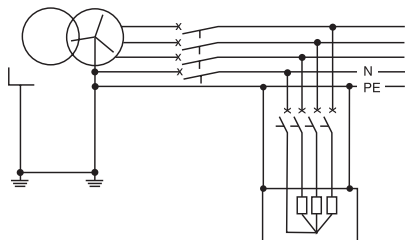
Este sistema utiliza al neutro conectado a tierra. Existen dos esquemas, el TNC donde el conductor neutro y protección son uno solo (conductor PEN), y el TNS en el que ambos conductores están separados (conductor PE y N). Se pueden usar en instalaciones aisladas de la red (SET privada o central generadora autónoma). La figura muestra los esquemas de los dos sistemas.

### ■ TNC



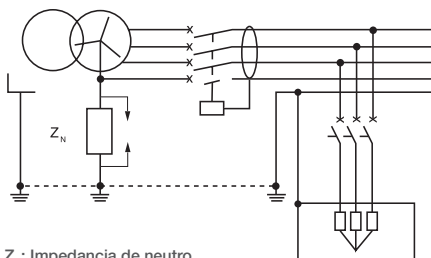
Sistema prohibido para toda instalación inmueble según reglamentación AEA.

### ■ TNS



## Sistema IT

En este sistema el neutro no está conectado sólidamente a tierra. El neutro puede estar totalmente aislado o unido por medio de una impedancia de alto valor (neutro impedante). Se encuentra en algunas instalaciones industriales y hospitales, que disponen de transformadores de aislación o una SET privada; donde una interrupción de la alimentación pueda tener consecuencias graves, debiéndose garantizar la continuidad del servicio. La figura muestra el esquema de instalación de un sistema IT.



$Z_N$ : Impedancia de neutro

Las masas deben interconectarse y ponerlas a tierra en un solo punto.

La corriente de la primera falla adquiere valores despreciables, por lo tanto la tensión de contacto adquiere valores no peligrosos para las personas.

La corriente de una segunda falla (estando la primera) puede adquirir valores de corriente elevados según la puesta a tierra de las masas, estén interconectadas (condición similar a TN) o separadas (condición similar a TT).

Debe darse alarma cuando ocurre la primera falla, la cual debe ser localizada y reparada. Debe monitorearse continuamente la instalación por **Controlador Permanente de Aislamiento**.

El disparo debe ocurrir a la segunda falla por los **Dispositivos de Protección contra Sobrecorriente o Diferenciales**.

Requiere personal especializado para el monitoreo y mantenimiento de la red y para la localización y reparación de la falla.

Se necesita un elevado nivel de aislación de la red, debido a la sobretensión a la que están sometidos los aparatos al ponerse una fase a tierra, ya que las fases sanas adquieren el valor de la tensión de línea.

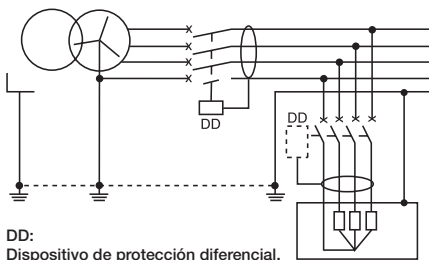
El disparo de una segunda falla debe ser considerado durante el proyecto de la instalación y verificarse indefectiblemente su actuación durante la puesta en servicio.

Si la puesta a tierra de la subestación está separada de la instalación de las masas, debe instalarse un dispositivo diferencial en la cabeza de la instalación.

## Sistema TT

Es el sistema de puesta a tierra más utilizado en las redes públicas y privadas de Baja Tensión.

La figura siguiente muestra el esquema de la instalación



Las masas de la instalación deben estar interconectadas y puestas a tierra en un solo punto.



El **dispositivo diferencial** instalado en el comienzo de la instalación (puede existir otro dispositivo diferencial en otro punto de la misma), provocará la apertura del circuito en el caso de un contacto directo.

Ante una falla de aislación en un equipo cualquiera, se corre el riesgo de efectuar un contacto indirecto; en este caso actuará el dispositivo diferencial al tener el apoyo de sistema de puesta a tierra en la masa de la instalación.

Para que esto sea efectivo se deberá ejecutar tratando de obtener la menor resistencia a tierra posible (como máximo  $40\Omega$ ) para instalaciones domésticas.

Se podrán conectar diferenciales para prevenir riesgo de contacto indirecto o incendio de hasta 300 ms.

La forma mas simple de acceder a esos valores se logra enterrando un electrodo o jabalina, en terreno natural.

## 14 Cálculo de resistencia de puesta a tierra

El método que presentamos se basa en la interpretación de un ábaco de simple lectura, y la posterior verificación con instrumental, para el caso de realización de puesta a tierra con electrodos con alma de acero y superficie de cobre electrolítico.

El ábaco ha sido perfeccionado por el Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires, quien nos lo ha suministrado.

Al ser la resistividad del terreno (valor conocido), un factor preponderante en el resultado final, pudiendo ésta variar en cada lugar de posición del electrodo, el método es aproximado.

Se comienza seleccionando el electrodo por su diámetro (en pulgadas), y longitud (en metros), ejemplo:  $d = 5/8"$ ,  $L = 3\text{mts.}$ .  
Uniendo ambas características, al cortar la recta "q" se determina el punto A.  
Consideremos un terreno con una resistividad de  $20\Omega/\text{m}$ .

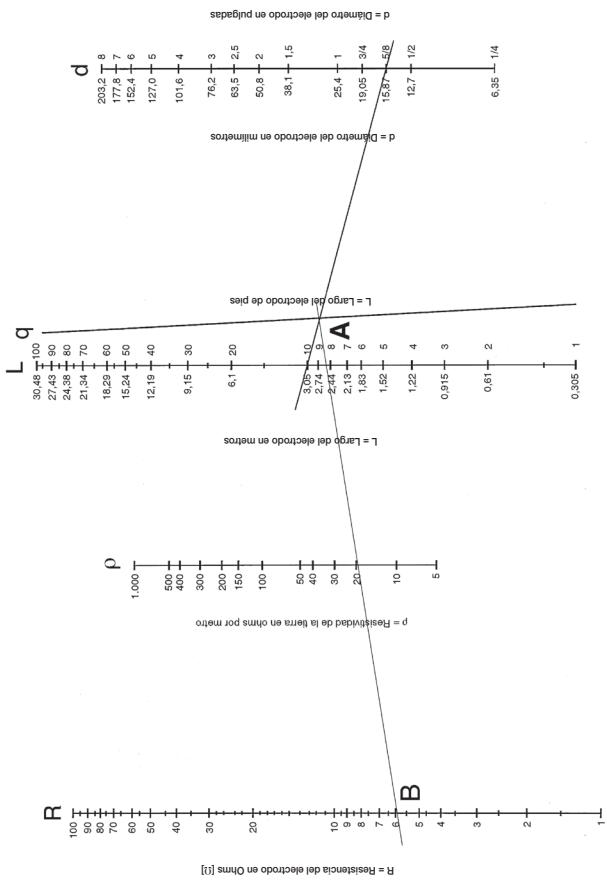
Trazando una semirecta que comience en A y corte a la recta  $\rho$  en  $20\Omega/\text{m}$ , finalizando en el punto B al cortar la recta R, obtendremos el valor teórico aproximado de la resistencia de puesta a tierra del electrodo en Ohm ( $\Omega$ ).  
Si el valor de resistencia leído (con un Telurímetro) supera al teórico determinado, y sea necesario bajarlo a los niveles sugeridos por los reglamentos locales, será necesario enterrar otro electrodo y conectarlos en paralelo, a no más de 3 metros de separación entre sí.

La resistencia final de puesta a tierra en este caso será:

$$R(\Omega) = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2}$$

Siendo  $R_1$  y  $R_2$  las resistencias individuales de ambos electrodos.

# Abaco



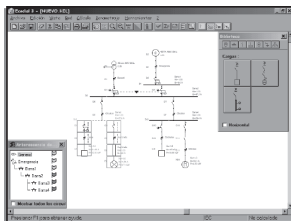
## 15 Cálculo de redes asistido por computador

### ECO<sub>dial</sub>

El software ECO<sub>dial</sub> permite diseñar una instalación de baja tensión de manera que los elementos especificados permitan al proyectista optimizar el proyecto asegurando economía y seguridad en la protección de equipos y personas.

#### Características generales del programa:

- Reducción de un 75% en el tiempo de cálculo del proyecto.
- Cálculos automáticos conforme a la norma de cálculo CENELEC e IEC.
- Selección automática de productos.
- Ingreso rápido de las características principales.
- Elección de variables a considerar para los distintos componentes del sistema.
- Visualización y resumen de resultados.
- Estado del proyecto (Calculado / no calculado).
- Despliegue de las curvas de los disyuntores.
- Permite actualizar los resultados luego de realizadas las modificaciones.
- Permite exportar a cualquier programa de CAD (en formato DXF).
- Considera el contenido armónico de 3° orden para dimensionar la sección del conductor neutro.



**En las características globales del sistema, se requiere:**

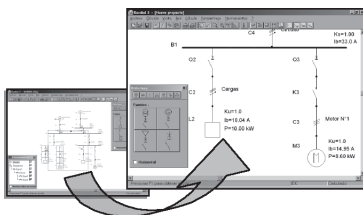
- Tensión entre fases en kV.
- Tipo de puesta a tierra (TT, TNC, TNS, IT)
- Filiación solicitada.
- Selectividad solicitada.
- Sección máxima permitida en mm<sup>2</sup>.
- Sección del neutro respecto de las fases.
- Factor de potencia.

**La descripción de las cargas incluye como mínimo las siguientes variables a considerar:**

- Longitudes de los cables y canalizaciones en metros.
- Corriente nominal de la carga.
- Tipo de puesta a tierra.
- Potencia en kW.
- Opción de agregar protección diferencial, telemando o equipo extraíble.
- Si es alumbrado se agrega, desde una tabla de selección predeterminada, el tipo, N° de equipos y potencia unitaria en W.
- Si es motor, se agrega desde una tabla de selección predeterminada, la potencia mecánica en kW, rendimiento, corriente de partida y tipo de coordinación.
- Salvo en circuitos de tomas donde es mandatorio.

## Permite aplicar las siguientes funciones:

- Arrastrar y pegar los componentes del diagrama unilineal del sistema.
- Seleccionar circuitos que se encuentren conectados o no.
- Jerarquizar el diagrama del circuito a través de subniveles.
- Copiar circuitos o componentes de él con un límite máximo de 20.
- Desplazar circuitos.
- Alargar juegos de barras, extender las uniones eléctricas.
- Agregar información al esquema.
- Buscar circuitos o símbolos a través de la función «Buscar».
- Selección del tamaño de formato y fondo de los planos.
- Utilizar la herramienta Zoom.



**NOTA:** Consultar a su agencia Schneider más cercana por los requerimientos mínimos del sistema, para la instalación y ejecución del software.



**Principal**

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Nombre corto del dispositivo	Compact NSX100F
Aplicación de dispositivo	Distribución
Número de polos	3P
Descripción de polos protegidos	3t
Tipo de red	CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Intensidad nominal (In)	100 A ( 40 °C )
[Ui] tensión nominal de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz
[Uimp] tensión nominal soportada al impulso	8 kV
[Ue] tensión de funcionamiento nominal	690 V CA 50/60 Hz
Código de poder de corte	F
Poder de corte	10 kA en 600 V CA 50/60 Hz de acuerdo con UL 508 25 kA en 480 V CA 50/60 Hz de acuerdo con UL 508 En 480 V CA 50/60 Hz de acuerdo con NEMA AB1 En 600 V CA 50/60 Hz de acuerdo con NEMA AB1 En 240 V CA 50/60 Hz de acuerdo con NEMA AB1 85 kA en 240 V CA 50/60 Hz de acuerdo con UL 508 8 kA Icu en 660/690 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 22 kA Icu en 525 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 25 kA Icu en 500 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 35 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 36 kA Icu en 380/415 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 85 kA Icu en 220/240 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
[Ics] poder de corte de servicio nominal	Ics 11 kA 525 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 Ics 35 kA 440 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 Ics 36 kA 380/415 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 Ics 4 kA 660/690 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 Ics 85 kA 220/240 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 500 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Sí de acuerdo con EN 60947-2 Sí de acuerdo con IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
Unidad de control	TM-D
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de control	LI

La información incluida en esta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de los productos. Esta documentación no pretende sustituir ni ser utilizada como herramienta garantizada de creación de especificaciones específicas para usuarios finales. Es responsabilidad del usuario final o integrador de realizar un apropiado análisis de riesgos, evaluación y testeo de los productos con respecto a una aplicación específica. Schneider Electric Industries SAS o cualquiera de sus empresas subsidiarias o comercializadoras no se hacen responsables de una posible mala interpretación o uso de la documentación incluida en este documento

Calibre de la unidad de disparo	50 A ( 40 °C )
Tipo	Protección contra sobrecarga (térmica) Protección contra cortocircuitos (magnética)
Grado de contaminación	3 de acuerdo con IEC 60664-1

## Complementario

Tipo de control	Maneta
Modo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
Endurancia mecánica	50000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos 690 V In de acuerdo con IEC 60947-2 20000 ciclos 690 V In/2 de acuerdo con IEC 60947-2 30000 ciclos 440 V In de acuerdo con IEC 60947-2 50000 ciclos 440 V In/2 de acuerdo con IEC 60947-2
Paso de conexión	35 mm
Señalizaciones en local	Indicación de contacto positivo
Tipo de ajuste de detección a largo plazo Ir	Ajustable
Intervalo de ajuste de detección a largo plazo	0,7...1 x In
Tipo de ajuste de retardo de larga duración	Fijo
[tr] ajuste de retardo de larga duración	15 s 6 x Ir 120...400 s 1,5 x In
Tipo de ajuste de detección de Isd de corto retardo	Fijo
[Isd] intervalo de ajuste de detección a corto plazo	500 A
Tipo de ajuste de retardo de corta duración	Fijo
Altura	161 mm
Anchura	105 mm
Profundidad	86 mm
Peso del producto	2.05 kg

## Medioambiente

clase de protección frente a descargas eléctricas	Clase II
normas	EN 60947-2 IEC 60947-2 NEMA AB1 UL 508
certificaciones	CSA UL
grado de protección IP	IP40 de acuerdo con IEC 60529
grado de protección IK	IK07 de acuerdo con IEC 62262
temperatura ambiente de trabajo	-35...70 °C
temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C

## Sostenibilidad de la oferta

estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Compliant - since 0819 - Schneider Electric declaration of conformity
REACH	La referencia no contiene SVHC sobre el umbral
perfil ambiental del producto	Disponible
instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	DISPONIBLE

## Contractual warranty

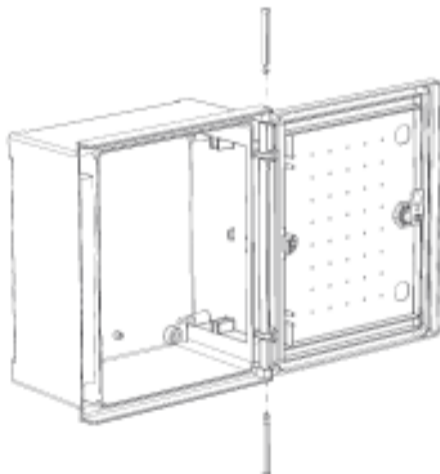
Warranty period	18 months
-----------------	-----------



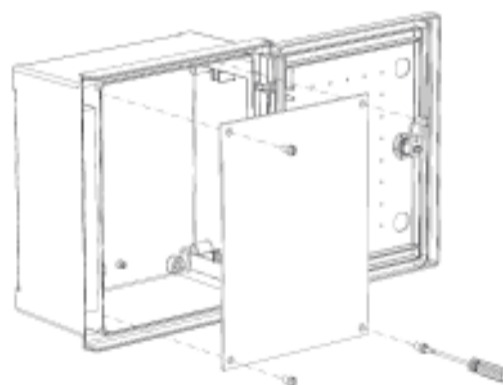


## Instrucciones de **montaje**

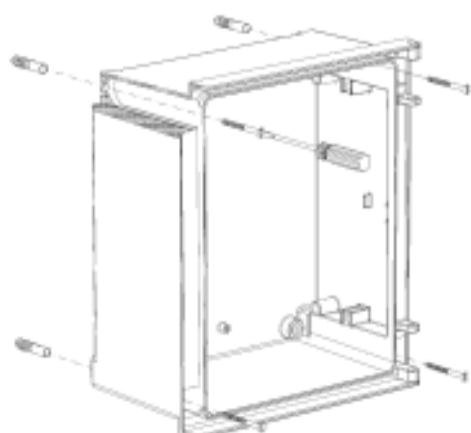
BISAGRAS



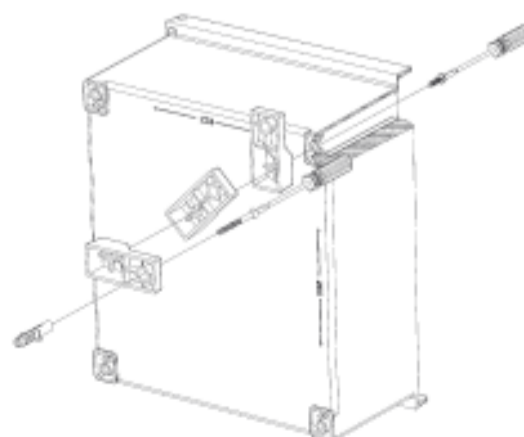
PLACA BASE DE MONTAJE



MONTAJE DIRECTO A PARED  
CON DOBLE AISLAMIENTO

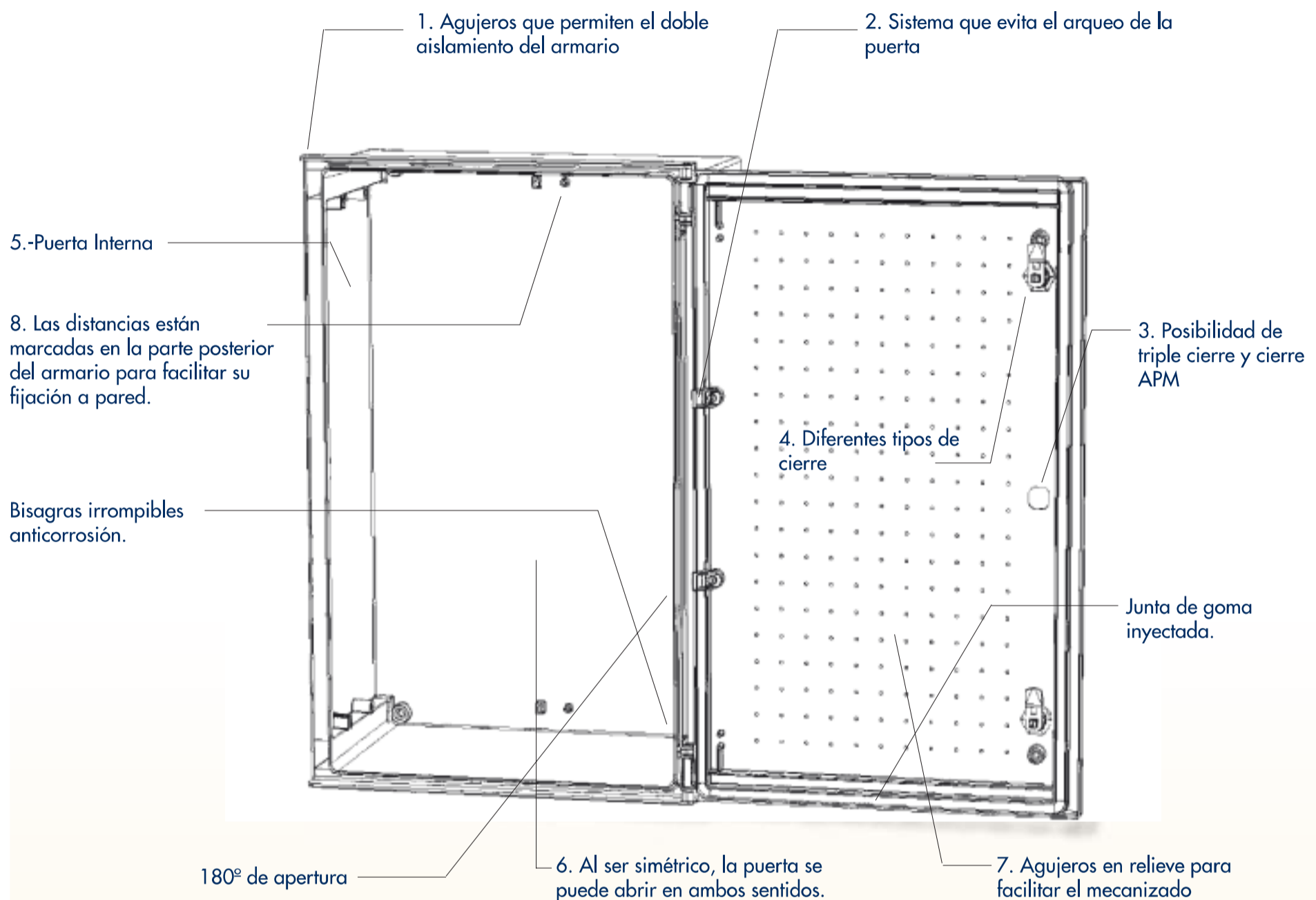


FIJACIÓN OREJETAS



# safybox BRES

## armario de polyester



1. Envoltorio de doble aislamiento con agujeros para fijación directa a pared que dejan el interior del armario totalmente aislado.  
Sistemas de fijación para doble aislamiento:  
A) Fijación directa usando los agujeros de doble aislamiento.  
B) Fijación indirecta con orejeta de fijación con diferentes ángulos.
2. Sistema patentado que evita el arqueado de la puerta y mejora el sistema de tercera bisagra y facilita el montaje y desmontaje de la puerta.
3. Posibilidad de instalar nuestro cierre patentado con posibilidad de candado Safybox APM.
4. Existen muchos tipos de cierre a su disposición, triple cierre con accionamiento individual, triple cierre con maneta y un solo accionamiento,...
5. Posibilidad de instalar puerta interna.
6. El armario es simétrico, por lo que permite la apertura de la puerta de derecha a izquierda o viceversa, tan solo dando la vuelta al armario
7. La puerta dispone de unas pequeñas guías en su cara interna para facilitar el taladro y la instalación de instrumentación.
8. La distancia entre los agujeros de fijación a pared está marcada en la parte trasera del cuerpo del armario para facilitar su instalación.

Nota: Todos los armarios Safybox Bres, se suministrarán con la puerta desmontada y los ejes pasantes de la bisagra pegados en la puerta. Así se facilita el trabajo previo en el interior del armario y además es más fácil fijarlo a la pared utilizando los agujeros de doble aislamiento. De esta manera el instalador comprobará la facilidad de quitar y poner la puerta con nuestro patentado sistema de bisagras.

**NOTA : Uriarte Safybox recomienda usar los agujeros de doble aislamiento para garantizar el grado de estanqueidad y en definitiva la durabilidad del equipo instalado en la envoltorio.**

**El uso de orejetas de fijación queda a la elección del instalador ya que el Safybox-BRES ha sido especialmente diseñado para ser montado a la pared sin ellas.**

## Armarios de Polyester

### ARMARIO VACÍO STANDARD

Incluye: Armario vacío • Tirafondos para fijación mural • Cierre de doble barra.

Código ref.	Descripción	P.V.P. Euro	Und. embal.	Peso/ud.
BRES-325	Armario de 300 x 250 x 140 mm.	75,90	2	1,93
BRES-43	Armario de 400 x 300 x 200 mm.	102,04	1	3,60
BRES-44	Armario de 400 x 400 x 200 mm.	110,25	1	4,35
BRES-54	Armario de 500 x 400 x 200 mm.	145,60	1	5,25
BRES-64	Armario de 600 x 400 x 230 mm.	161,32	1	7,13
BRES-65	Armario de 600 x 500 x 230 mm.	171,18	1	7,93
BRES-86	Armario de 800 x 600 x 300 mm.	291,55	1	12,65



### ARMARIO VACÍO CON PUERTA TRANSPARENTE

Incluye: Armario vacío • Tirafondos para fijación mural • Cierre de doble barra

Código ref.	Descripción	P.V.P. Euro	Und. embal.	Peso/ud.
BRES-325P	Armario de 300 x 250 x 140 mm.	102,26	2	2,00
BRES-43P	Armario de 400 x 300 x 200 mm.	140,31	1	3,57
BRES-44P	Armario de 400 x 400 x 200 mm.	156,78	1	4,30
BRES-54P	Armario de 500 x 400 x 200 mm.	187,14	1	5,21
BRES-64P	Armario de 600 x 400 x 230 mm.	210,33	1	7,05
BRES-65P	Armario de 600 x 500 x 230 mm.	238,90	1	7,56
BRES-86P	Armario de 800 x 600 x 300 mm.	390,73	1	12,15



### PUERTAS INTERIORES DE POLYESTER (Incluye cierre con llave)

Código ref.	Descripción	P.V.P. Euro	Und. embal.	Peso/ud.
PUI-43	Puerta interior de polyester para BRES-43	86,88	1	1,18
PUI-44	Puerta interior de polyester para BRES-44	95,56	1	1,74
PUI-54	Puerta interior de polyester para BRES-54	109,03	1	2,18
PUI-64	Puerta interior de polyester para BRES-64	116,44	1	2,60
PUI-65	Puerta interior de polyester para BRES-65	149,49	1	3,50
PUI-86	Puerta interior de polyester para BRES-86	170,07	1	5,56