

**“UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA”**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA  
Y MECATRÓNICA**



**“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS PARA LA PISCINA OLÍMPICA  
CON CALENTAMIENTO SOLAR Y GLP ALTERNATIVO EN EL COMPLEJO  
RECREACIONAL DE LA COLINA EN EL PEDREGAL-AREQUIPA”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**CÉSAR FREDY, LUQUE SALAZAR**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AREQUIPA - PERÚ

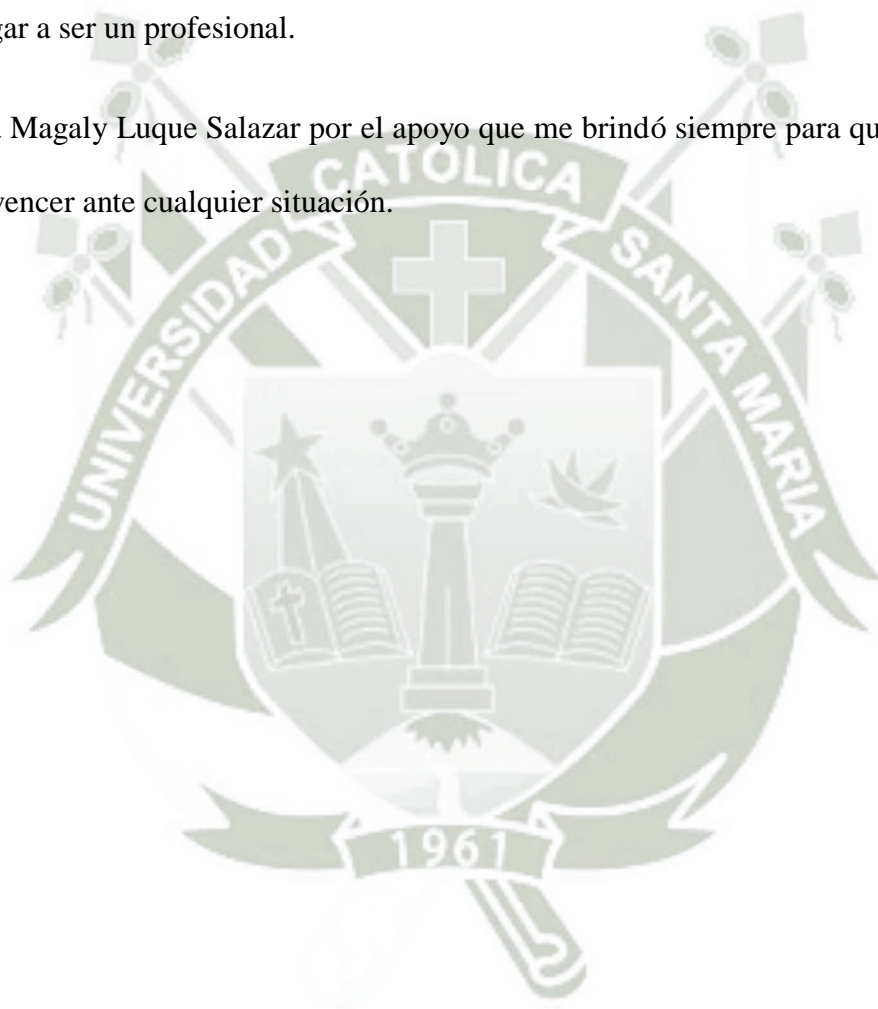
2016

## Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado principalmente a Dios, que me ha dado fortaleza para continuar cuando más lo he necesitado.

A mis padres Fredy Luque Barriga y Milagros Salazar Quintana que siempre me han apoyado incondicionalmente para culminar esta etapa de mi vida tanto en la parte moral y económica para que pueda llegar a ser un profesional.

A mi hermana Magaly Luque Salazar por el apoyo que me brindó siempre para que siga adelante y no me deje vencer ante cualquier situación.



## Resumen

En el presente estudio se ha desarrollado el dimensionamiento de la potencial necesidad para introducir la energía solar y el diseño de las instalaciones térmicas para la climatización de una piscina cubierta de  $1250\text{ m}^2$  con capacidad para 2,500,000 litros de agua a  $25^{\circ}\text{C}$  y 65% de humedad, la producción de ACS a  $40^{\circ}\text{C}$  para 250 personas al día, en base a un análisis exergético y ecológico, para determinar todos los aspectos, equipos y condiciones que debemos considerar en un proyecto de esta envergadura, el cual favorecerá tanto en el aspecto deportivo como en lo colectivo para el desarrollo de la población de La Colina en el Pedregal.

La información fue obtenida a través de investigación de campo y bibliográfica y de la visita técnica que se realizó a la piscina olímpica con la que cuenta el distrito de José Luis Bustamante y Rivero. Se logró acceder a las instalaciones como el cuarto de máquinas, SS.HH., gimnasio y además subimos a la parte superior donde se encuentran los colectores solares.

Se concluyó los siguientes puntos:

- ✓ En base al análisis exergético de la piscina, debemos puntualizar que las pérdidas por evaporación son las que acarrearán el porcentaje mayor de pérdidas (alrededor de un 60 a 70%), para esto se determinó que se utilizarán mantas térmicas de la marca TERMISOLAR durante las horas de no utilización de la piscina. Dicha manta térmica nos ayudará a recuperar las pérdidas de calor en un 50%.
- ✓ En cuanto al sistema hidráulico de la piscina (sistema de bombeo y filtración) se ha seleccionado 04 electrobombas marca HAYWARD modelo HCP100 de 10 HP cada una para un caudal de 300GPM y una presión de 71 pies de  $H_2O$ . Se seleccionaron 11 filtros

marca HAYWARD modelo S360SX para la capacidad total de la piscina en un tiempo de renovación de 8 horas.

- ✓ En tanto a los colectores solares, se estimó que para nuestro diseño se necesitan 212 colectores solares, cada colector tendrá un área de  $6 m^2$  de la marca FUJISOL SOLAR.
- ✓ En lo que respecta al calentamiento alternativo, Para nuestro diseño, se ha decidido utilizar 5 calentadores de agua marca HAYWARD modelo H400FDP de una capacidad de 400000 BTU/h, que funcionará con GLP y a futuro con gas natural.
- ✓ En lo que concierne al tratamiento de desinfección para la piscina, se determinó que se realizará mediante 03 métodos para que el tratamiento sea eficiente y cumpla con la normativa de salubridad que exige el ministerio de salud. Estos métodos son: el sistema de GAS CLORO, PASTILLAS DE CLORO y el denominado BOMBAS DE CLORACION.

Se realizó la estimación de costos de todos los equipos seleccionados para nuestra piscina olímpica, en el cual obtuvimos el total de 326,050.00 soles, dejando en claro que solo respecta a los equipos y accesorios que se necesitarán.

Para finalizar nuestro proyecto, presentaremos las conclusiones del caso, además de la bibliografía de la cual obtuve información para el desarrollo del presente trabajo, los anexos donde presentamos los diferentes componentes de la piscina que fueron obtenidos del respectivo catalogo y los planos.

### Abstract

In the present study we have developed sizing the potential need to introduce solar energy and design of thermal installations for air conditioning an indoor pool 1250 m<sup>2</sup> with a capacity of 2,500,000 liters of water at 25 ° C and 65 % humidity , DHW heating at 40 ° C to 250 people a day , based on an exergy and ecological analysis to determine all aspects , equipment and conditions that must be considered in a project of this magnitude , which will favor both the sporty look and collectively for the development of the population of La Colina in Pedregal

The information was gathered through field research and literature and technical visit was made to the Olympic pool that counts the district of José Bustamante y Rivero. We gained access to the facility as the engine room, restrooms, gym and also climbed to the top where the solar collectors.

We started with the development of the necessary calculations for equipment selection, environmental and security for the Olympic pool:

The following was concluded:

- ✓ Based on Exergy analysis of the pool, we must point out that evaporation losses are those that carry the highest percentage of losses (about 60 to 70%), for this it was determined that thermal blankets were used during the hours of non-use from the pool. This thermal blanket help us recover heat losses by 50%.
- ✓ As for the pool hydraulic system (pump and filtration system) was selected 04 pumps HAYWARD brand, model HCP100, 10 HP for a 300GPM flow and a pressure of 71 feet of  $H_2O$ . 11 Filters were selected, brand HAYWARD, S360SX model for the total capacity of the pool at a time of renewal for 8 hours.

- ✓ Regarding to solar collectors, it was estimated that for our design 212 solar collectors of FUJISOL SOLAR enterprise are needed, each collector will have an area of  $6 m^2$ .
- ✓ With respect to the alternative heating, for our design, it was decided to use 5 HAYWARD brand water heaters H400FDP model with a capacity of 400,000 BTU / h, which run on LPG and natural gas futures.
- ✓ With regard to treatment for pool disinfection, it was determined to be made from 03 treatment methods for efficient and comply with health regulations required by the health ministry. These methods are: the system of chlorine gas, chlorine tablets and the last method is called electrochlorination salt.

the estimated cost were performed of all selected equipment for our Olympic pool, where we obtained the total of 326,050.00 soles , making it clear that only regards equipment and accessories that will be needed.

To finish our project, we will present the conclusions of the case, in addition to the bibliography of which I obtained information for the development of this work, the annexes of the different components of the pool which were obtained from the respective catalog and drawings.

Capítulo I Introducción .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Identificación del problema.....	1
1.3 Objetivos generales .....	2
1.4 Objetivos específicos.....	2
1.5 Alcances .....	2
1.6 Justificación social .....	3
Capitulo II Fundamento teórico .....	4
2.1 Energías renovables.....	4
2.2 Energía solar.....	13
2.2.1 Energía proveniente del sol. ....	14
2.2.2 Sistema Sol-Tierra. ....	25
2.2.3 Ventajas y desventajas de la Energía solar. ....	27
2.2.4 Tecnología y usos de la energía solar. ....	29
2.2.5 Energía Solar Térmica. ....	35
2.2.6 Energía Solar Térmica en Perú.....	37
2.2.7 Captadores solares. ....	39
2.2.8 Calentamiento de agua para piscinas.....	51
2.3 Clases de piscinas.....	53
2.3.1 En función de su dedicación.....	53
2.3.2 En función del uso. ....	53
2.3.3 En función de la ubicación .....	54
2.4 Dimensiones.....	54
2.5 Profundidades.....	56
2.6 Calefacción y climatización de piscinas techadas.....	58
2.6.1 Duchas. ....	59
2.6.2 Paseo y entorno del vaso. ....	60
2.6.3 Vestuarios de piscinas. ....	60
2.6.4 Estanqueidad.....	63
2.6.5 Bombas. ....	64
2.6.6 Filtración.....	65
2.6.7 Filtro. ....	67
2.6.8 Mantas térmicas.....	69
2.6.9 Instalación de Caldera y Climatización. ....	71
2.6.10 Confort Térmico. ....	72
2.6.11 El Ahorro Energético.....	73
2.6.12 Tratamiento de Desinfección.....	75
2.6.13 Calderos y Calentadores de agua.....	75
2.6.14 Transferencia de calor y termodinámica.....	82
Capitulo III Ingeniería del proyecto (cálculos térmicos e hidráulicos).....	87
3.1 Condiciones generales de cálculo.....	87
3.2 Demanda referida al agua de la piscina.....	87
3.3 Cálculos y selección de equipos.....	89
3.3.1 Cálculo del volumen de agua de la piscina.....	89

3.3.2	Selección de la bomba de filtración.....	89
3.3.3	Caudal total de succión por los skimmers. ....	90
3.3.4	Caudal de cada inyector.....	92
3.3.5	Selección de Manifold. ....	92
3.3.6	Selección del diámetro de las tuberías.....	93
3.3.7	Calculo de Rebosadero. ....	96
3.3.8	Selección del Tanque de Compensación. ....	96
3.3.9	Selección del filtro de arena. ....	97
3.3.10	Parámetros de selección de la bomba de agua.....	97
3.3.11	Masa de evaporación. ....	103
3.3.12	Pérdidas de calor del agua del vaso de la piscina. ....	105
3.3.13	Potencia necesaria para la puesta en marcha. ....	111
3.3.14	Potencia total requerida. ....	112
3.3.15	Calentamiento de agua.....	113
3.3.16	Calentadores de agua vs Calderos. ....	115
3.3.17	Agua Caliente Sanitaria (ACS).....	119
	Capítulo IV ingeniería de proyecto (cálculos eléctricos).....	124
4.1	Preliminar.....	124
4.1.1	Ubicación geográfica.....	124
4.1.2	Alcances.....	124
4.1.3	Descripción de los ambientes. ....	124
4.1.4	Descripción de suministro. ....	125
4.1.5	Aspectos a tener en cuenta.....	127
4.1.6	Bases de cálculos.....	127
4.1.7	Planos.....	129
4.2	Especificaciones técnicas de los materiales.....	129
4.2.1	Generalidades. ....	129
4.2.2	Alcances.....	129
4.2.3	Conductos. ....	129
4.2.4	Conductores.....	131
4.2.5	Cajas de conexión y paso.....	136
4.2.6	Tomacorrientes. ....	137
4.2.7	Interruptores.....	137
4.2.8	Posición de salidas.....	137
4.2.9	Tableros de distribución. ....	138
4.2.10	Artefactos de alumbrado.....	139
4.2.11	Pozo de tierra. ....	142
4.2.12	Tuberías. ....	143
4.2.13	Cajas de paso cuadrada.....	143
4.2.14	Luces de emergencia de 12 v.....	143
4.3	Especificaciones técnicas de montaje.....	143
4.3.1	Generalidades. ....	143
4.3.2	Preparación para el entubado de las instalaciones empotradas. ....	144
4.3.3	Preparación del alambrado y colocación de accesorios.....	144

4.3.4	Preparación para la colocación de tableros.....	144
4.3.5	Normas y procedimientos que regirán en el trabajo.....	144
4.3.6	Posiciones de las salidas.....	145
4.3.7	Otras indicaciones de carácter general.....	146
4.3.8	Pruebas de las instalaciones eléctricas.....	146
4.3.10	Construcción y mantenimiento del pozo a tierra.....	147
4.4	Cálculos justificativos.....	149
4.4.1	Cuadro de cargas tablero general (TG).....	149
4.4.2	Cuadro de cargas tablero distribución (TD-1) (C-3).....	151
4.4.3	Cuadro de cargas tablero control (TC-1).....	152
4.4.4	Cuadro de cargas tablero control (TC-2).....	154
4.4.5	Cuadro de cargas tablero distribución (TD-2) (C-4).....	157
4.4.6	Cuadro de cargas tablero distribución (TD-3) (C-5).....	159
4.5	Cálculo de la caída de tensión.....	164
4.5.1	Cuadros de caída de tensión.....	164
4.6	Selección de la protección.....	165
4.7	Sección del conductor de puesta a tierra.....	165
4.8	Cálculos del pozo a tierra.....	166
4.8.1	Calculo de la resistencia por la fórmula de Rudemberg.....	166
4.9	Conductor de pozo a tierra.....	167
4.10	Selección del Grupo Electrógeno.....	167
Capítulo V Aspectos de mantenimiento de piscinas temperadas.....		170
5.1	Desinfección y filtración del agua.....	170
5.1.1	Métodos de desinfección del agua de la piscina.....	170
5.2	Puesta en marcha de la piscina.....	172
5.3	PH del agua.....	174
5.4	Prevención contra las algas.....	175
5.5	Programa de mantenimiento.....	180
5.6	Hibernación de la piscina.....	181
5.7	Tratamiento del agua.....	182
5.9	Problemas y soluciones.....	183
5.10	Riesgos sanitarios por contaminación biológica.....	183
5.10.1	Tipos de microorganismos.....	184
5.10.2	Factores que Favorecen la contaminación Microbiológica.....	186
5.11	Origen y tipo de contaminación.....	187
5.11.1	Riesgo sanitario para contaminación biológica.....	188
5.11.2	Riesgos sanitarios por contaminación química.....	189
5.12	Medidas preventivas.....	190
5.13	Condiciones de funcionamiento.....	193
5.14	Seguridad en la piscina.....	195
5.14.1	Precauciones necesarias.....	196
5.14.2	Decálogo de consejos de seguridad en la piscina para niños.....	196
Capítulo VI estimación de costos relacionados con el diseño integral de la obra – electromecánica		

Conclusiones .....	201
Referencia Bibliografica.....	202



## Capítulo I Introducción

### 1.1 Antecedentes

El uso de piscinas temperadas es un requisito de confort muy importante en los centros de recreación, sobre todo porque representa una forma de hacer deporte saludable. Los sistemas de preparación y distribución de agua caliente evolucionaron de la mano de la ingeniería hidráulica y energética hasta el punto de poder convertirse en un bien común al alcance de la mayoría de la población.

El desarrollo de la industria electrónica permitió la evolución de técnicas de regulación automática capaces de garantizar una distribución de agua adecuada a las necesidades de confort de cada usuario.

### 1.2 Identificación del problema

La población del Pedregal no tiene un sitio de esparcimiento para la práctica del deporte de la natación, disciplina completa que permite desarrollarnos de manera sana y complementar las tareas diarias propias del trabajo en la zona que es preferentemente la agricultura. Los pobladores de dicha zona tienen que desplazarse hasta la piscina con la que cuenta el distrito de San Juan de Sigwas colindante con esta zona, que por otro lado cuenta con una población de más de 130,000 habitantes.



*Figura 1.* Ubicación geográfica.  
Fuente: Googlemaps.

### 1.3 Objetivos generales

El objetivo general del trabajo es generar un diseño y una metodología en base a un análisis exergético y ecológico que permita determinar cuántos colectores solares utilizar, además de todo el sistema necesario para el funcionamiento del mismo como tuberías y accesorios necesarios para la piscina olímpica en el complejo recreacional de la Colina del Pedregal.

### 1.4 Objetivos específicos

1. Conocer las necesidades energéticas de una piscina olímpica, así como también todos los aspectos para el diseño óptimo de la misma.
2. Investigar sobre todos los elementos indispensables para el diseño de nuestra piscina, para así, seleccionar de manera adecuada cada accesorio que cumpla con los requisitos que se le exige.
3. Diseñar la parte térmica que comprende cálculos de los paneles solares y de la utilización de GLP como combustible alternativo.
4. Diagramar un sistema que incluya la tecnología solar.
5. Distribuir los paneles solares sobre el techo cobertor de la piscina olímpica.
6. Diseñar de las instalaciones eléctricas que comprende iluminación de las instalaciones y planta de fuerza del sistema de bombeo de agua de la piscina.

### 1.5 Alcances

La presente tesis se orienta al desarrollo del proyecto de calentamiento de una piscina olímpica aplicando la energía solar y un sistema alternativo de GLP en caso se tenga inconvenientes con el calentamiento solar. Para esto consideraremos métodos técnicos y analíticos para poder llevar a cabo dicho proyecto y de esta manera promover el desarrollo del distrito de El Pedregal tanto en lo deportivo como en lo colectivo.

## 1.6 Justificación social

Está plenamente justificado ya que como se indicó una población del tamaño del Pedregal deja en gran desventaja su desarrollo deportivo y recreacional respecto a otros distritos si no cuenta con una piscina de esta envergadura, servirá además para albergar competencias nacionales e internacionales y así colabora con el desarrollo del deporte y cultivo de la salud en esta región.



*Figura 2.* Piscina olímpica de José Luis Bustamante y Rivero.  
Fuente: propia.

## Capítulo II Fundamento teórico

### 2.1 Energías renovables

A nivel mundial hay una concientización cada vez mayor sobre la importancia de la energía renovable y la eficiencia energética, las cuales son críticas no sólo para atender el cambio climático, sino para crear nuevas oportunidades económicas y proporcionar acceso a la energía a miles de millones de personas que aún no cuentan con servicios modernos para el suministro de energía. Durante la década pasada, y particularmente en años recientes, han sido posibles avances en tecnologías de energía renovable, incrementos en la capacidad de generación a nivel mundial, así como rápidas reducciones de costos gracias al apoyo brindado por las políticas económicas, mismas que han atraído una cantidad significativa de inversiones e impulsado la baja de costos, por medio de economías de escala.

En 2014 la energía renovable siguió desarrollándose, aún con el creciente consumo de energía a nivel mundial y el dramático declive en los precios del petróleo durante la segunda mitad del año como telón de fondo. También en el 2014, la energía renovable se extendió significativamente en términos de capacidad instalada y energía producida; mientras que las inversiones en energía renovable en el sector energético superaron las inversiones netas para plantas de energía de combustibles fósiles. El crecimiento más rápido y el incremento más sustancial en la capacidad renovable se vieron en el sector eléctrico, las tecnologías dominantes fueron: eólica, solar fotovoltaica (FV) y energía hidráulica.

Por otro lado, el desarrollo de la calefacción, el enfriamiento y el transporte basado en tecnologías renovables aún se queda atrás con respecto a la energía renovable. Los precios bajos de combustibles fósiles, los subsidios a éstos y la competencia con otras posibles

inversiones (como mejoras en la eficiencia energética u otros sistemas de energía renovable), desaceleraron el potencial del sector de climatización con energía renovable.

A pesar de que hay mucho potencial y puntos de entrada para la energía renovable en el sector transporte, su desarrollo se ha visto limitado; mientras que la prioridad de las políticas, los mercados y las industrias se ha centrado en los biocombustibles líquidos.

El apoyo a las políticas para energías renovables ha contribuido al crecimiento del volumen del mercado y a una competencia mundial alta. Las significativas reducciones en los costos, especialmente para la energía solar FV y la eólica, han jugado un papel en la creciente electrificación del transporte y de los aparatos de calefacción. Este hecho también ha resaltado el potencial para una mayor superposición entre los sectores en un futuro cercano. En muchos países las energías renovables son altamente competitivas con los combustibles convencionales, particularmente en el sector eléctrico.

En países en desarrollo, los sistemas de generación distribuida de energía ofrecen la oportunidad sin precedentes de acelerar la transición a servicios modernos de energía y de incrementar el acceso. Aunque los costos bajos del sistema solar FV le han proporcionado a la tecnología la fuente de energía más económica para la electrificación no conectada a la red, las mayores barreras del 2014 fueron contar con el financiamiento o con el equipo necesario para el uso de este tipo de energía.

Está claro que las energías renovables se han convertido en unos de los recursos principales de energía. La experiencia del 2014 demostró que la penetración y el uso de fuentes de energía tanto variables como no variables se encuentran en franco crecimiento y, por lo tanto, contribuyen a la diversificación de la mezcla de energía. A pesar de que muchas tecnologías de energía renovable han experimentado una expansión rápida, el crecimiento de la capacidad

de generación, así como las mejoras en la eficiencia energética se encuentran debajo del porcentaje necesario para alcanzar las metas de la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL por sus siglas en inglés), las cuales consisten en duplicar el nivel de uso de energía renovable, duplicar las mejoras mundiales en eficiencia energética, y proporcionar acceso universal a la energía para el año 2030.

La energía renovable proporcionó un estimado del 19,1% del consumo mundial total de energía en el 2013, mientras que el crecimiento en la capacidad y generación continuaron su expansión durante el 2014. La capacidad de calentamiento creció con un paso constante, y la producción de biocombustibles para transporte aumentó por segundo año consecutivo, después de su disminución en el período 2011-2012. El crecimiento más rápido, así como el incremento más sustancial en capacidad de generación se dieron en el sector eléctrico, encabezados por las energías hidráulica, eólica y solar FV.

Las políticas de climatización renovable poco a poco están llamando la atención de los hacedores de políticas nacionales. A inicios del 2015, un estimado de 45 países alrededor del mundo ya contaba con objetivos de climatización renovable. Los incentivos financieros continuaron siendo el tipo de política de apoyo más promulgada para sistemas de climatización. También se reintrodujeron varios esquemas y se reforzaron varios programas existentes. Otras herramientas de políticas incluyen los mandatos específicos para la energía solar renovable, los cuales ya existen a nivel nacional/estatal y de provincia en 11 países, así como los mandatos de neutralidad tecnológica, los cuales ya están en vigor en 10 países más desde el principio del 2015.

El empleo de tecnología solar térmica continuó su lento progreso, en gran parte, debido a los mercados en baja en Europa y China. La capacidad acumulativa de captadores de agua











alcanzó un estimado de 406 GWth al final del 2014 (los captadores de aire agregaron otros 2 GWth), proporcionando aproximadamente 341 TWth de calor al año. Una vez más, China reportó cerca del 80% del mercado mundial para captadores solares de agua, seguido por Turquía, Brasil, India y Alemania. La tendencia se dirige hacia un calentamiento doméstico de agua mayor en hoteles, escuelas y otros complejos de gran tamaño. También está creciendo el interés por el enfriamiento solar, por usar captadores más avanzados para sistemas de calefacción distritales y para aplicaciones industriales. Sin embargo, hay que recordar que los sistemas avanzados representan una pequeña fracción del mercado mundial.

Las ventas domésticas se expandieron en muchos lugares de Asia, partes de África y en América Latina; también lo hicieron los canales de distribución, en respuesta al gran crecimiento del mercado en algunos segmentos.

El mercado CSP (por sus siglas en inglés) sigue siendo el menos establecido en comparación con los mercados de otras energías renovables. No obstante, el sector continuó, como lo hace desde casi una década, con su sólido crecimiento, el cual tuvo un incremento de capacidad del 27%, a 4,4 GW. Aunque las plantas cilindro-parabólicas siguieron representando el volumen de la capacidad existente, el año 2014 fue notable debido a la diversificación de tecnologías en operación, y a la entrada en operación de las plantas con tecnología de torre y tecnología lineal Fresnel más grandes del mundo.

Sólo Estados Unidos e India añadieron instalaciones CSP a sus redes eléctricas en 2014. Sin embargo, la actividad CSP continuó en la mayoría de las regiones, en donde Sudáfrica y Marruecos fueron los mercados más activos en términos de construcción y planeación. España, por su lado, se mantuvo como el líder mundial en capacidad existente.

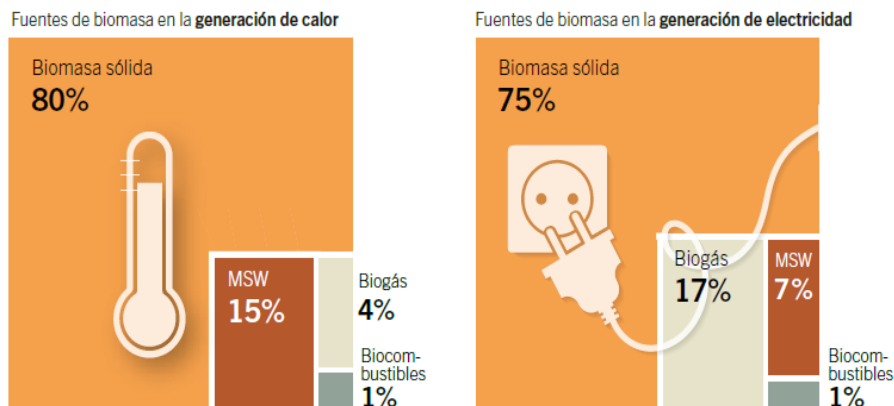
Tabla 1  
*Indicadores de Energía Renovable 2013-2014*

		INICIO DE 2004 <sup>1</sup>	2013	2014
<b>INVERSIÓN</b>				
Inversión nueva (anual) en energía renovable y combustibles <sup>2</sup>	billones de dólares	45	232	270
<b>ENERGÍA</b>				
Capacidad de energía renovable (total, sin incluir hidráulica)	GW	85	560	657
Capacidad de energía renovable (total, incluir hidráulica)	GW	800	1.578	1.712
 Capacidad de energía hidráulica (total) <sup>3</sup>	GW	715	1.018	1.055
 Capacidad de bioenergía	GW	<36	88	93
 Generación de bioenergía	TWh	227	396	433
 Capacidad de energía geotérmica	GW	8,9	12,1	12,8
 Capacidad solar fotovoltaica (total)	GW	2,6	138	177
 Energía solar térmica de concentración (total)	GW	0,4	3,4	4,4
 Capacidad de energía eólica (total)	GW	48	319	370
<b>CALOR</b>				
 Capacidad de calentamiento solar de agua (total) <sup>4</sup>	GW <sub>e</sub>	86	373	406
<b>TRANSPORTE</b>				
 Producción de etanol (anual)	billones de litros	28,5	87,8	94
 Producción de biodiésel (anual)	billones de litros	2,4	26,3	29,7
<b>POLÍTICAS</b>				
Países con objetivos de políticas	#	48	144	164
Estados / provincias / países con políticas de alimentación	#	34	106	108
Estados / provincias / países con RPS / políticas de cuota	#	11	99	98
Países con licitaciones / permisos de licitación pública <sup>5</sup>	#	n/a	55	60
Países con mandatos / obligaciones de calefacción	#	n/a	19	21
Estados / provincias / países con mandatos de biocombustibles <sup>6</sup>	#	10	63	64

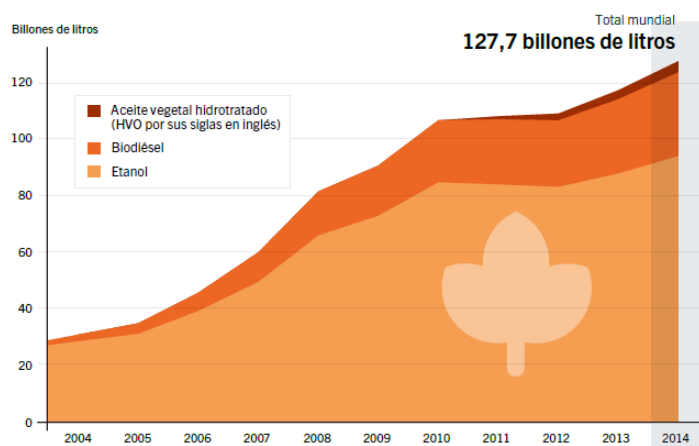
Fuente: REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

## ENERGÍA DE BIOMASA

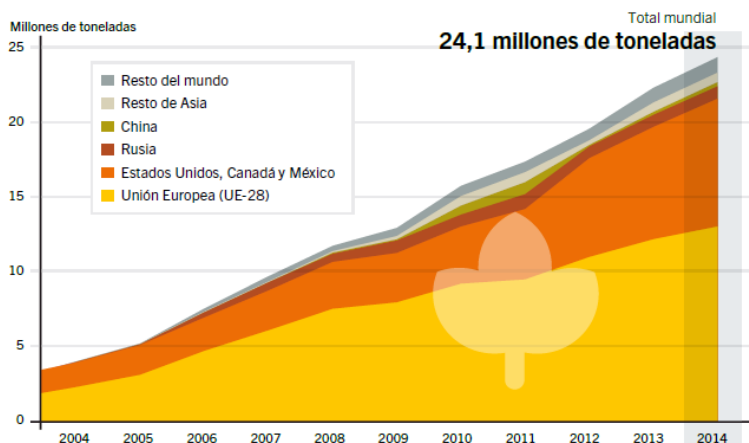
### Participación de las fuentes de biomasa en la generación de calor y electricidad, 2014



### Producción mundial de etanol, biodiésel y HVO, 2004–2014

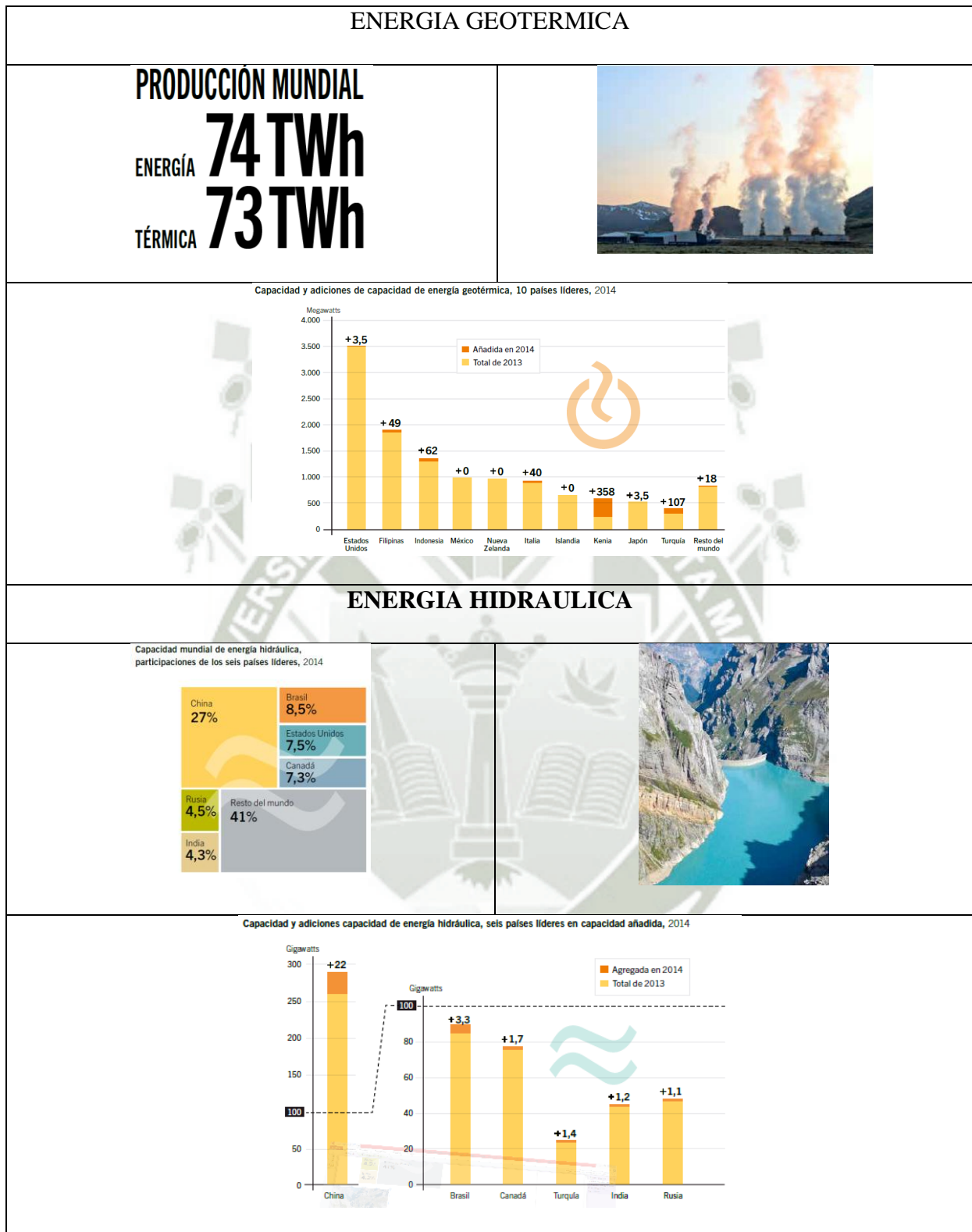


### Producción global de gránulos de madera por país o región, 2004–2014

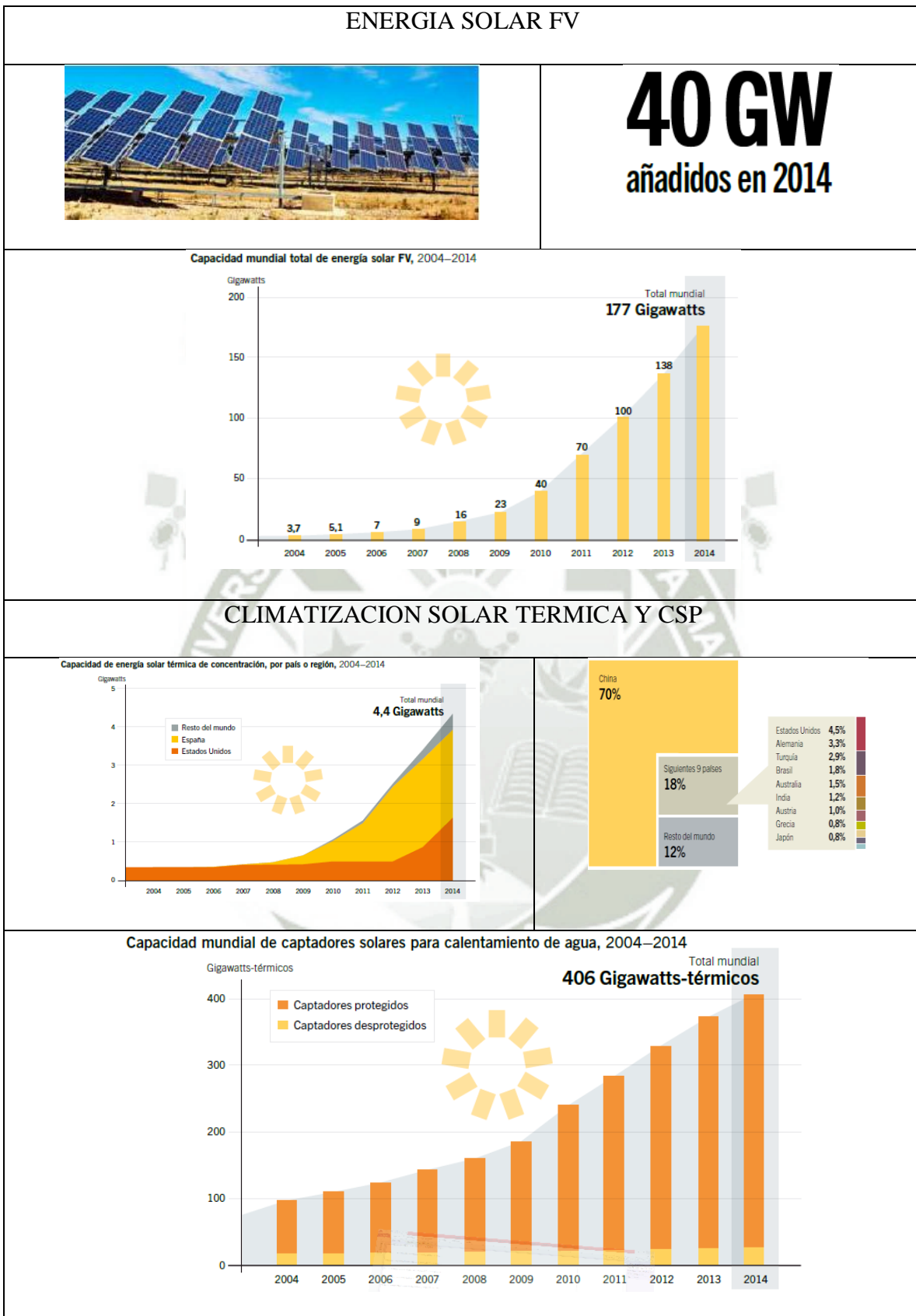


Cuadro 1. Energía de Biomasa

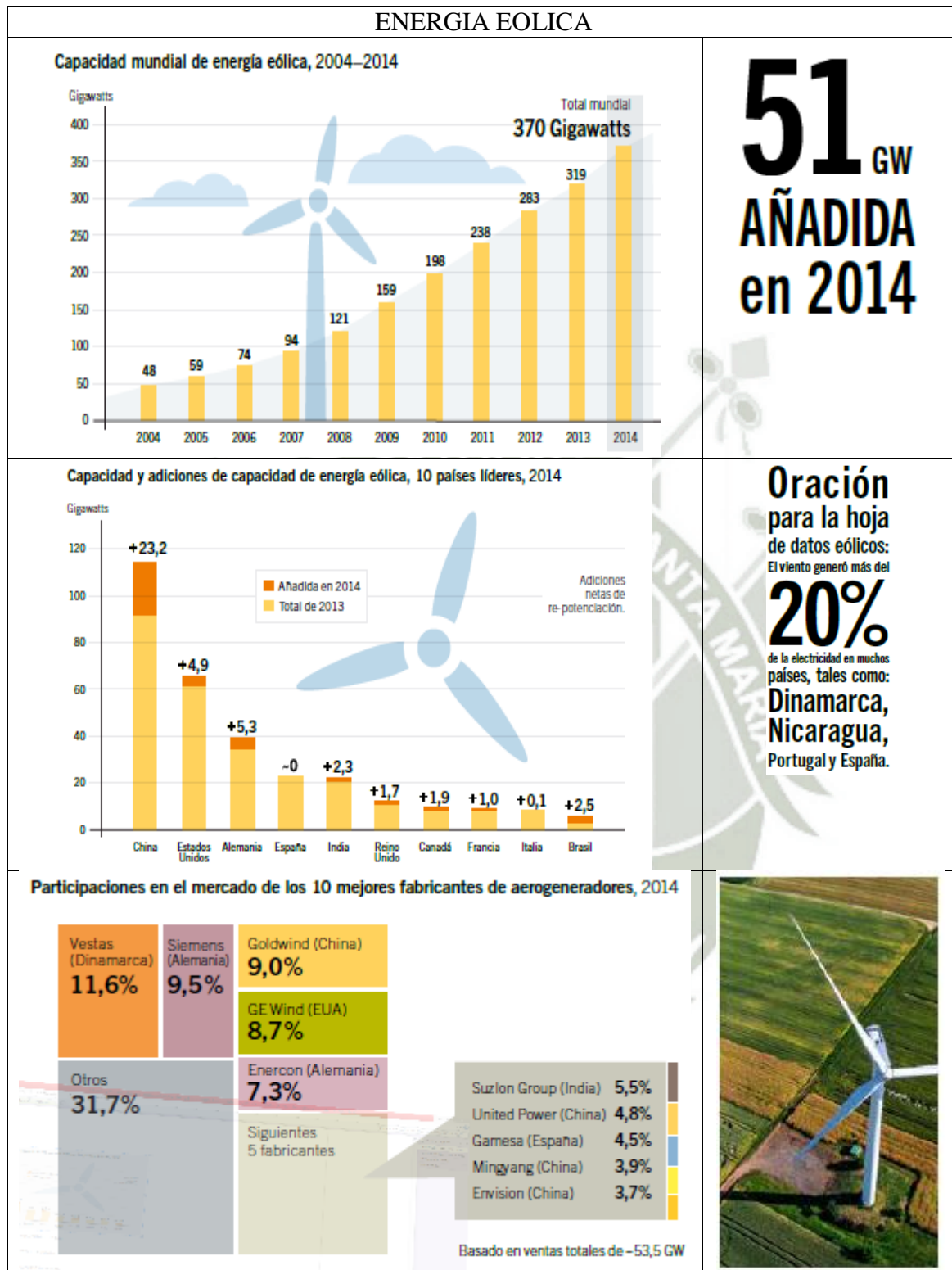
Fuente: REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century



*Cuadro 2. Energía geotérmica e hidráulica*  
Fuente: REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century



*Cuadro 3. Energía Solar FV y Climatización solar térmica y CSP*  
Fuente: REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century



Cuadro4. Energía Eólica.

Fuente: REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

## 2.2 Energía solar

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando. En la actualidad, el calor y la luz del Sol pueden aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad.

Las diferentes tecnologías solares se pueden clasificar en pasivas o activas según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural.

En 2011, la Agencia Internacional de la Energía afirmó que "El desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aún más importante, independientemente de importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas

ventajas son globales. De esta manera, los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; deben ser realizadas de forma correcta y ampliamente difundidas".

La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica. Según informes de la organización ecologista Greenpeace, la energía solar fotovoltaica podría suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030.



*Figura 3. Energía solar.*  
Fuente: [www.erenovable.com](http://www.erenovable.com)

### **2.2.1 Energía proveniente del sol.**

La Tierra recibe 174 petavatios de radiación solar entrante (insolación) desde la capa más alta de la atmósfera. Aproximadamente el 30 % regresa al espacio, mientras que las nubes, los océanos y las masas terrestres absorben la restante. El espectro electromagnético de la luz solar en la superficie terrestre lo ocupa principalmente la luz visible y los rangos de infrarrojos con una pequeña parte de radiación ultravioleta.

#### **2.2.1.1 Espectro electromagnético.**

En lo referente al espectro electromagnético, a pesar de la compleja estructura del Sol, para el aprovechamiento de su energía se puede adoptar un modelo mucho más simplificado. Así, se considera el Sol como un cuerpo negro que irradia energía a la temperatura de 5780 K, ya que su distribución espectral es muy similar a la de dicho cuerpo negro para el rango de longitudes

de onda típico de los procesos térmicos y foto térmicos. La luz visible, ya sea de origen solar, o generada por un foco incandescente o fluorescente, está formada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas que está contenida dentro de un determinado rango de frecuencias, al que se lo denomina espectro visible. La intensidad de la radiación luminosa varía con la frecuencia.

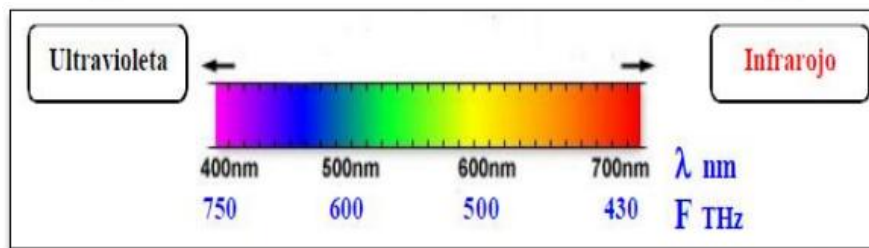


Figura 4. Rango de frecuencias y longitud de onda del espectro solar.  
Fuente: ideam.

- ✓ Las ondas de baja frecuencia del espectro solar tienen el nombre de “Radiación Infrarroja” La fuente primaria de la radiación infrarroja es el calor o radiación térmica.
- ✓ Las ondas de alta frecuencia del espectro solar las llamamos “Radiación Ultravioleta”, estas hacen posible el proceso de fotosíntesis o el bronceado de la piel.

### 2.2.1.2 Radiación Solar.

Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. El Sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro que emite energía siguiendo la Ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, debido a que las ondas ultravioletas más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra

es la irradiancia, que mide la energía por unidad de tiempo y área, que alcanza la superficie de la Tierra y su unidad es el  $\frac{W}{m^2}$  (vatio por metro cuadrado).

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

- ✓ Radiación Directa: Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección.
- ✓ Radiación Difusa: Parte de la radiación que atraviesa la atmosfera es reflejada por las nubes o absorbida por estas.
- ✓ Radiación Reflejada: La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre.
- ✓ Radiación Global: es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones.

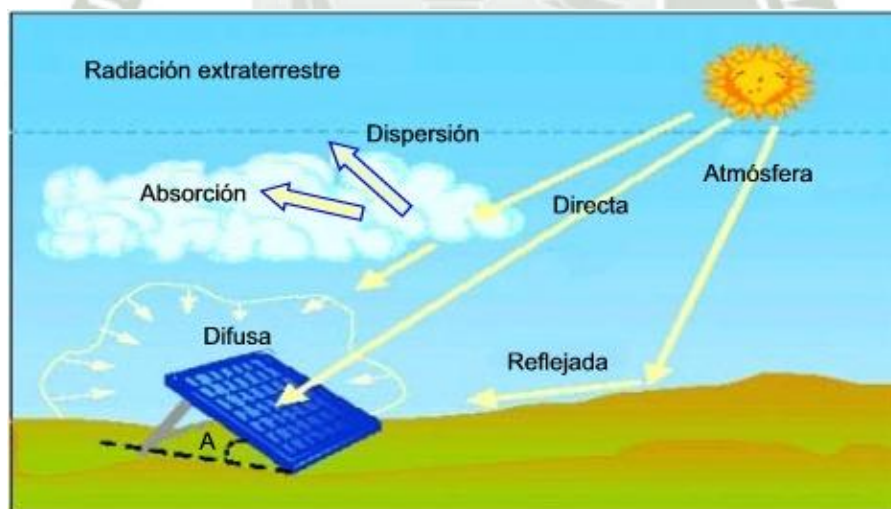


Figura 5. Radiación solar.  
Fuente: ideam

La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. En condiciones de radiación aceptables, la potencia equivale aproximadamente a  $1000 \text{ W/m}^2$  en la superficie terrestre. Esta potencia se

denomina irradiancia. Nótese que en términos globales prácticamente toda la radiación recibida es reemitida al espacio (de lo contrario se produciría un calentamiento abrupto). Sin embargo, existe una diferencia notable entre la radiación recibida y la emitida.

La irradiancia directa normal (o perpendicular a los rayos solares) fuera de la atmósfera, recibe el nombre de constante solar y tiene un valor medio de 1366 W/m<sup>2</sup> (que corresponde a un valor máximo en el perihelio de 1395 W/m<sup>2</sup> y un valor mínimo en el afelio de 1308 W/m<sup>2</sup>).

En lo que refiere a nuestro país, debido a la poca disponibilidad de los datos de radiación solar, los investigadores han optado por desarrollar modelos y ecuaciones que permitan estimar esta variable a partir de otras, como son temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviosidad y horas de sol. En el Atlas de Energía Solar del Perú se han utilizado principalmente los siguientes modelos:

#### ☀ MODELO ÅNGSTRÖM-PRESCOTT

El modelo de Ångström-PreScott es el modelo más usado para estimar la irradiancia solar relativa ( $H/H_0$ ) basado en las horas de sol relativas ( $n/N$ ). Esta ecuación está dada por:

$$\tau = \frac{H}{H_0} = a + b \cdot \frac{n}{N}$$

Donde  $H$  es la irradiancia solar medida en superficie,  $H_0$  es la irradiancia solar en el tope de la atmósfera,  $n$  son las horas de sol efectivas o heliofanía y  $N$  es la duración astronómica del día para una fecha del año y latitud específicos. Los coeficientes empíricos  $a$  y  $b$  tienen un significado físico, donde  $a+b$  representa el valor máximo de la transmisividad de la atmósfera ( $\tau$ ) mientras que el coeficiente  $a$  representa el mínimo valor de  $\tau$ .

Tabla 2.  
Valores de los coeficientes del modelo Ångström-PreScott por estación, número de datos utilizado y error promedio. (Baigorria et. al., 2 003a)

Estación meteorológica	a	b	Número de datos	Error (%)
<b>COSTA</b>				
Miraflores	0,355	0,392	3 681	-2,4
A. Von Humboldt	0,211	0,467	12 186	12,9
San Camilo	0,321	0,468	2 241	-0,4
La Joya	0,593	0,181	7 534	2,78
<b>SIERRA</b>				
Bambamarca	0,322	0,336	2 697	6,6
Weberbauer	0,231	0,521	18 59	-2,7
Cosmos	0,320	0,384	929	7,4
Huayao	0,397	0,379	6 285	2,2
Granja Kcayra	0,376	0,364	2 199	3,4
Chuquibambilla	0,395	0,384	1 892	-2,1
Puno	0,378	0,438	2 805	9,2
Characato-La Pampilla	0,367	0,396	1 220	10,7
<b>SELVA</b>				
San Ramon SM	0,301	0,377	2 742	6,6
El Porvenir	0,278	0,320	1 613	7,0
Bellavista	0,355	0,341	714	5,9

Fuente: SENAMHI

#### MODELO BRISTOW-CAMPBELL

De acuerdo a Bristow-Campbell la diferencia entre la temperatura máxima y mínima en un día determinado, depende de la relación de Bowen, esto es, la relación entre el calor sensible y el calor latente. Esta explicación física justifica el hecho del uso de modelos para estimar la irradiación solar en función de la temperatura, pero con la ventaja de una gran red de estaciones que realizan este tipo de mediciones. Este modelo sugiere la estimación de transmisividad o irradiación solar relativa ( $H/H_0$ ) en función de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima ( $\Delta T$ , °C):

$$\tau = \frac{H}{H_0} = a_B [1 - e^{-b_B \Delta T^{c_B}}]$$

En este caso, los valores empíricos ( $a_B$ ,  $b_B$  y  $c_B$ ) tienen también un significado físico;  $a_B$  representa el máximo valor de  $\tau$  que es característico de cada área de estudio y además

depende de la contaminación atmosférica y de la altitud;  $b_B$  ( $^{\circ}C^{-1}$ ) y  $c_B$  determinan el efecto del incremento de  $\Delta T$  sobre la máxima  $\tau$  de la atmósfera.

Tabla 3.  
*Valores de los coeficientes del modelo Bristow-Campbell por estación, número de datos y error promedio (Baigorria et. al., 2 003a)*

Estación meteorológica	$a_B$	$b_B$ ( $^{\circ}C^{-1}$ )	$c_B$	Número de datos	Error (%)
<b>COSTA</b>					
Miraflores	0,75	0,04	1,49	3 597	3,8
A. Von Humboldt	0,68	0,06	1,42	13 712	14,1
San Camilo	0,79	0,09	1,05	2 244	3,9
<b>SIERRA</b>					
Bambamarca	0,66	0,23	0,80	2 033	12,6
Weberbauer	0,75	0,04	1,28	1 607	3,2
Cosmos	0,70	0,03	1,62	773	8,5
Huayao	0,78	0,11	0,97	5 387	4,6
Granja Kcayra	0,74	0,11	0,92	1 961	11,6
Chuquibambilla	0,78	0,19	0,76	1 476	3,6
Puno	0,82	0,20	0,87	2 156	7,2
Characato-La pampilla	0,76	0,16	0,91	3 134	7,5
<b>SELVA</b>					
San Ramón SM	0,68	0,02	1,86	2 864	7,5
El Porvenir	0,60	0,06	1,21	2 346	4,1
Bellavista	0,70	0,06	1,22	1 038	2,3

Fuente: SENAMHI

La tabla 3 muestra los valores de los coeficientes del modelo Bristow-Campbell encontrados para cada estación así como su error promedio. Es necesario recalcar que el valor del coeficiente  $a_B$  corresponde a la sumatoria de los coeficientes  $a$  y  $b$  encontrados para el modelo Ångström-Prescott mostrados en la tabla 2 debido a que tienen exactamente el mismo significado físico.

Debemos resaltar que la irradiancia solar o constante solar se utiliza para describir el valor de la potencia luminosa (energía/unidad de tiempo), mientras que la irradiación solar (también conocida como insolación) se refiere a la cantidad de energía solar recibida durante un determinado periodo de tiempo ( $Wh/m^2$ ).

### 2.2.1.3 Declinación solar.

El plano en el cual la tierra gira en torno al Sol se denomina plano eclíptico. La Tierra gira sobre sí misma alrededor de un eje denominado eje polar, el cual se encuentra inclinado aproximadamente  $23,5^\circ$  de la normal del plano denominado “plano eclíptico”. La rotación de la Tierra alrededor de este eje ocasiona los cambios diurnos en la radiación solar que incide en el planeta Tierra y la posición de este eje relativo al Sol causa los cambios estacionales en la radiación solar. El ángulo entre el eje polar y la normal al plano eclíptico permanece sin cambios. Aunque, el ángulo que forma el plano ecuatorial y la línea que une los centros del Sol y la Tierra cambia cada día, de hecho cambia en cada instante. Este ángulo es llamado “Declinación Solar” y es representado por la letra griega  $\delta$ . La declinación es cero en los equinoccios de Primavera y de Otoño (las noches y los días duran lo mismo). En el solsticio de Verano tiene un ángulo de aproximadamente  $+23,5^\circ$  y en el solsticio de Invierno un ángulo de  $-23,5^\circ$ .

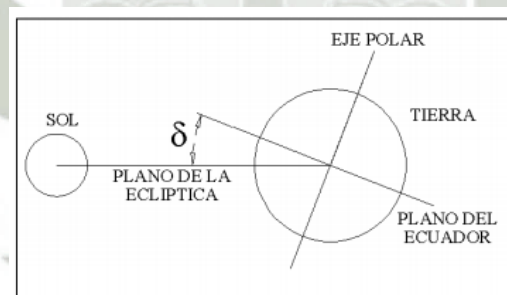


Figura 6. Declinación solar.  
Fuente: absoluterprotecsol

Para la determinación del ángulo de declinación solar  $\delta$  puede hacerse mediante la aplicación de modelos matemáticos aproximados:

🚦 Ecuación aproximada de Cooper (1969):

$$\delta = 23.45 \sin\left[360 * \frac{284 + n}{365}\right]$$

Donde n: día del año.

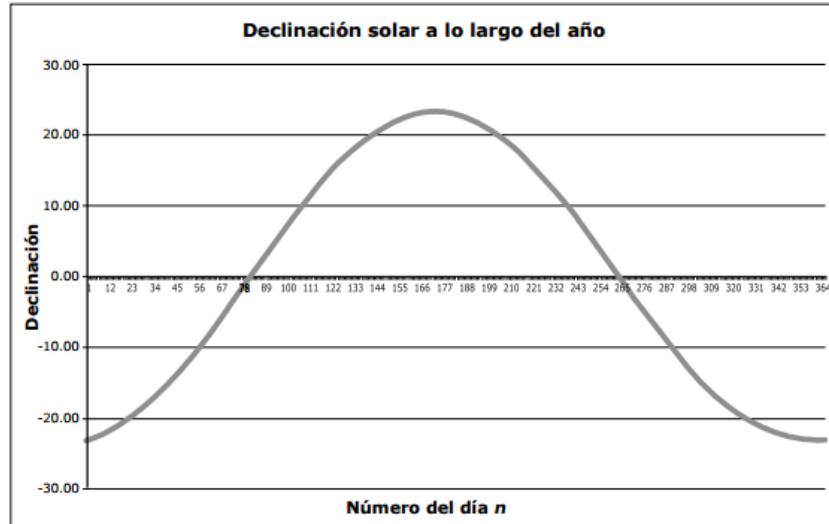


Figura 7. Declinación solar a lo largo del año.  
Fuente: Declinación solar y pendiente de los colectores.

#### 2.2.1.4 Estaciones, equinoccios y solsticios.

El cambio de las estaciones a lo largo del año se produce al darse la particularidad de que el eje de rotación de la Tierra se encuentra inclinado respecto del plano de la órbita, esto hace que los rayos del Sol incidan de forma diferente a lo largo del año en cada hemisferio.

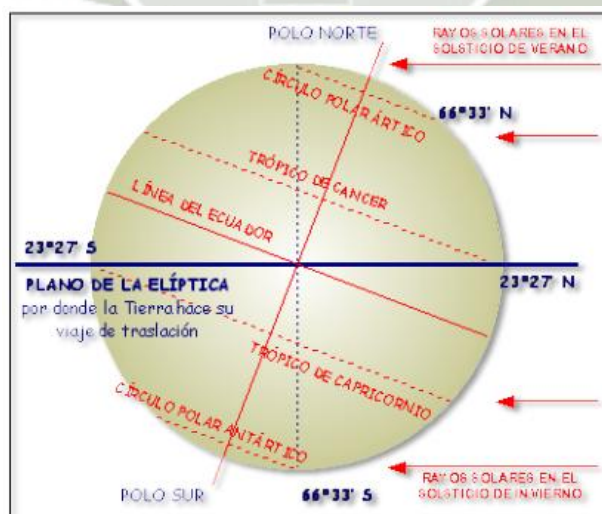


Figura 8. Líneas imaginarias del planeta tierra.  
Fuente: absoluterprotecsol

Debido a este movimiento de traslación la Tierra pasa por cuatro momentos importantes durante su movimiento de traslación:

- ✓ Solsticio de Verano: Comienza el 21 de Junio, el Hemisferio Norte se inclina hacia el Sol. Los días son más largos que las noches y los rayos del Sol inciden de forma más perpendicular, al situarse el Sol en la vertical del Trópico de Cáncer, iniciándose en este hemisferio la estación más calurosa, el verano. Sin embargo en el Hemisferio Sur se produce la situación contraria, iniciándose entonces el invierno.
- ✓ Equinoccio de Otoño: Comienza el 22 de Septiembre, los días y las noches tienen igual duración en todo el planeta, al situarse el Sol en la vertical del Ecuador, comenzando el otoño en el Hemisferio Norte y la primavera en el Sur.
- ✓ Equinoccio de Primavera: Comienza el 21 de Marzo, los días y las noches tienen igual duración en todo el planeta, al situarse de nuevo el Sol en la vertical del Ecuador, comenzando la primavera en el Hemisferio Norte y el otoño en el Hemisferio Sur.
- ✓ En el Solsticio de Invierno, 22 de Diciembre, es el Hemisferio Norte el que tiene los días más cortos que las noches, a la vez que los rayos del Sol inciden de una forma más oblicua, al situarse el Sol en la vertical del Trópico de Capricornio, comenzando en este hemisferio la estación más fría, el invierno. En el Hemisferio Sur se produce la situación contraria, iniciándose entonces el verano.

En la siguiente imagen podemos observar el ciclo completo en el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, pasando por las cuatro estaciones durante los 365 días que tarda en completarse un año.

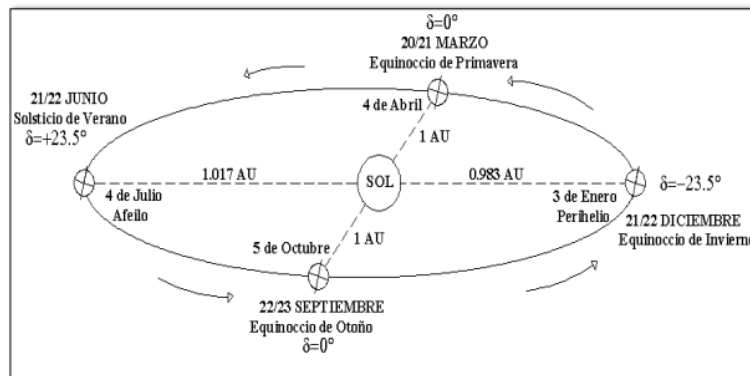


Figura 9. Movimiento de la tierra respecto al sol  
Fuente: Absoluterprotecsol

### 2.2.1.5 Posicionamiento del sol respecto a la superficie terrestre.

Desde el punto de vista de un observador sobre la superficie de la Tierra, el Sol describe un arco desde su salida (orto) hasta su puesta (ocaso). Por definición, a mitad de su recorrido, es decir, en el mediodía solar, el Sol pasa por el meridiano local.

Se denomina cenit a la vertical desde un punto cualquiera de la Tierra al corte con la hipotética trayectoria de la esfera solar.

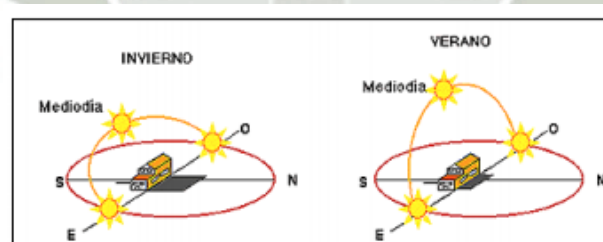


Figura 10. Movimiento aparente del sol en el cielo en función de la hora del día y la época del año  
Fuente: ideam

La posición del Sol se puede referir en dos sistemas de coordenadas distintos, ambos centrados en el observador: coordenadas horarias (declinación,  $N_s$ , y ángulo horario,  $O_s$ ) y coordenadas horizontales (altura solar,  $h_s$ , y azimut,  $a_s$ ). Estas coordenadas determinan el vector solar, entendido éste como el vector con origen en el observador y extremo en el Sol.

**2.2.1.6 Relaciones geométricas entre los rayos solares y la superficie terrestre.**

Las relaciones geométricas entre los rayos solares, que varían de acuerdo con el movimiento aparente del sol, y la superficie terrestre, se describen a través de varios ángulos que mostramos a continuación:

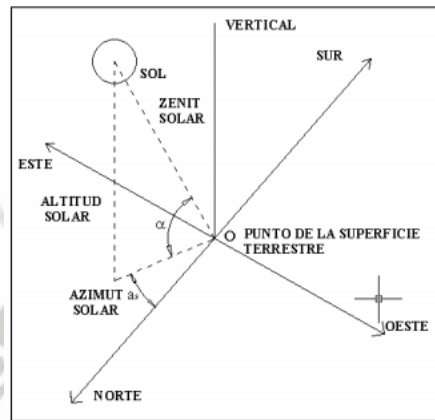


Figura 11. Representación de los ángulos  $\alpha$  y  $\alpha_s$ .  
Fuente: ideam.

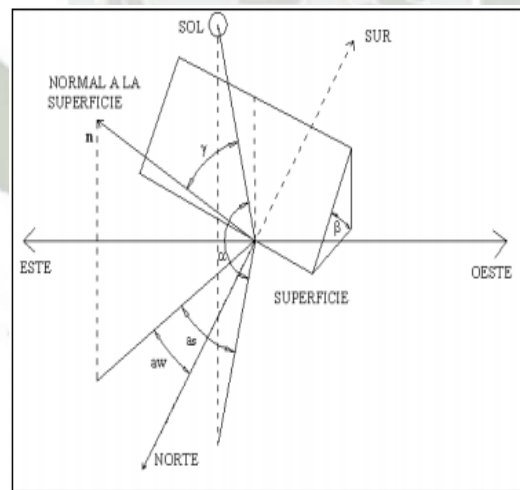


Figura 12. Coordenadas de orientación de la superficie,  $\alpha_w$ ,  $\beta$  y el ángulo  $\gamma$ .  
Fuente: ideam

- ✓ Ángulo de incidencia ( $\gamma$ ): Ángulo formado entre los rayos del sol y la normal a la superficie de captación.

- ✓ Ángulo acimutal de la superficie ( $a_w$ ): Ángulo entre la proyección de la normal a la superficie en el punto horizontal y la dirección sur-norte (para localizaciones en el hemisferio norte) o norte-sur (para localizaciones en el hemisferio sur). El desplazamiento angular se toma a partir del sur o norte dependiendo de si estamos en el hemisferio sur-norte o norte-sur.
- ✓ Ángulo acimutal del sol ( $a_s$ ): Ángulo entre la proyección del rayo solar en el plano horizontal y la dirección sur-norte (para localizaciones en el hemisferio norte) o norte-sur (para localizaciones en el hemisferio sur) obedece a la misma convención mencionada anteriormente.
- ✓ Altura solar ( $\alpha$ ): Ángulo comprendido entre el rayo solar y la proyección del mismo sobre un plano horizontal.
- ✓ Inclinación ( $\beta$ ): Ángulo entre el plano de la superficie a considerar y la horizontal. En el intervalo  $0 < \beta < 90$  la superficie ve hacia arriba, mientras que en el intervalo  $90 < \beta < 180$  la superficie ve hacia abajo. Una azotea horizontal tendrá  $\beta = 0^\circ$ , mientras que en una partes vertical  $\beta = 90^\circ$
- ✓ Ángulo horario del sol u hora angular ( $W$ ): Desplazamiento angular este-oeste del sol, a partir del meridiano local, y debido al movimiento de rotación de la tierra. Así, cada hora corresponde a un dislocamiento de  $15^\circ$ . Se adapta como convención valores positivos para el período de la mañana con cero a las 12:00 horas.

### 2.2.2 Sistema Sol-Tierra.

El Sol es una estrella, formada casi toda por hidrógeno y una pequeña proporción de helio, en la que se desarrolla una gran cantidad de energía, debido a una reacción nuclear de fusión, reacción que tiene lugar gracias a las altas temperaturas y presiones que se alcanzan en su interior.

El Sol no es sólido y su superficie no es estable en modo alguno; sin embargo, y para la finalidad que nos interesa, podemos imaginarlo como una esfera de radio de 695.000 km, con una masa de  $2 \times 10^{30}$  kg, lo cual nos da una densidad media  $1,411 \text{ kg/m}^3$ , y situado a  $1,495 \times 10^8$  km de la Tierra. Para determinados cálculos, sistemas concentradores por ejemplo, deberá tenerse en cuenta que el Sol no es un foco rigurosamente puntual. Desde la Tierra se ve el diámetro aparente de Sol bajo un ángulo de  $0,53^\circ$ .

Para hacernos una idea simplificada del Sol, podemos imaginarlo formado por un núcleo y unas capas superpuestas llamadas, de dentro hacia fuera, fotosfera, capa de inversión, cromosfera y corona. La zona interior del Sol, comprendida entre su centro y una cuarta parte de su radio, tiene una densidad del orden de  $1,4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , puesto que contiene prácticamente un 40% de su masa total en aproximadamente sólo un 15% del volumen total. La temperatura del Sol tampoco es uniforme, estimándose que en el interior se alcanzan temperaturas del orden de 8 a 40 millones de grados Kelvin, mientras que para la fotosfera se acepta una temperatura de unos 6000 K. La energía generada en el interior se transmite a la fotosfera mediante mecanismos de convección, llega a la zona llamada inversión y finalmente a la cromosfera y la corona. Estas últimas capas no son completamente transparentes, lo cual hace que el Sol no se comporte exactamente como un cuerpo negro y que, para la mayoría de aplicaciones prácticas de la energía solar, se considere que su temperatura aparente es de 5800 K; que es la temperatura que debería tener un cuerpo negro ideal para que radiara una energía equivalente a la radiada por el sol.

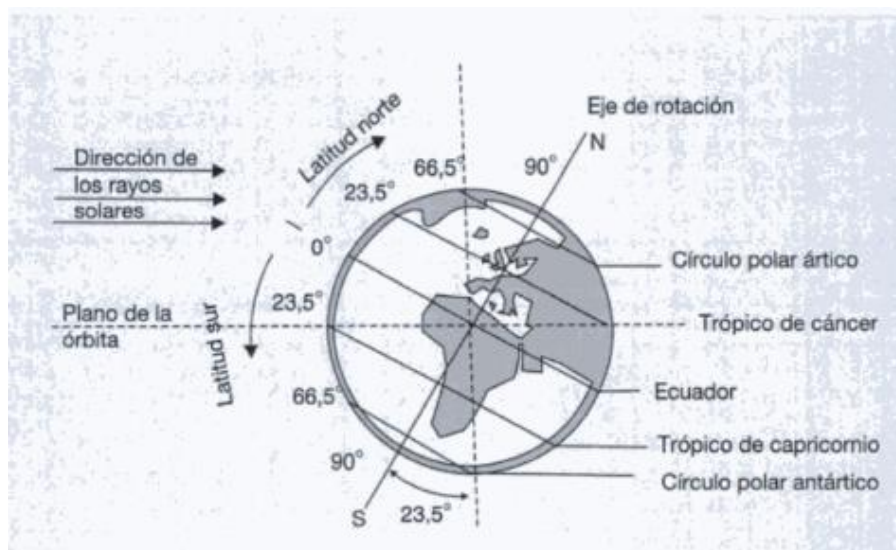


Figura 13. Incidencia de los rayos solares sobre la tierra en el solsticio de invierno (23 de Diciembre)  
Fuente: Energía solar (Luis Jutglar Banyeras)

### 2.2.3 Ventajas y desventajas de la Energía solar.

Ventajas	Desventajas
<p><b>Este tipo de energía no contamina. Se trata de una energía mucho más limpia que otras como la energía nuclear, y a más aún que la energía basada en combustibles fósiles.</b></p>	<p>El nivel de radiación de esta energía fluctúa de una zona u otra, y lo mismo ocurre entre una estación del año y otra, lo que no puede ser tan atractivo para el consumidor.</p>
<p><b>Es una fuente inagotable. Se trata de una energía renovable que proviene de una fuente inagotable que es el sol, por lo que no hay que preocuparse que vaya acabándose, al menos no en muchos millones de años.</b></p>	<p>Cuando se decide utilizar la energía solar para una parte importante de la población, se necesitan grandes extensiones de terreno, lo que dificulta que se escoja este tipo de energía.</p>

<p><b>Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde el tendido eléctrico no llega (zonas rurales, montañosas, islas) o es dificultoso y costoso su traslado.</b></p>	<p>Requiere una fuerte inversión económica inicialmente a lo que muchos consumidores no están dispuestos a arriesgarse.</p>
<p><b>Los sistemas de captación solar que se suelen utilizar son de fácil mantenimiento, lo que facilita su elección.</b></p>	<p>Muchas veces se debe complementar este tipo de energía con otros, como por ejemplo la instalación de agua caliente y calefacción.</p>
<p><b>Se ahorra dinero a medida que la tecnología vaya avanzando, mientras que el costo de los combustibles fósiles aumenta con el paso del tiempo porque cada vez son más escasos.</b></p>	<p>Los lugares donde hay mayor radiación son desérticos y alejados.</p>
<p><b>La única inversión es el coste inicial de la infraestructura, pues no requiere de ningún combustible, y se puede amortizar a los 5 años de su implantación.</b></p>	
<p><b>La energía solar no requiere ocupar ningún espacio adicional, pues puede instalarse en tejados y edificios</b></p>	
<p><b>Es un tipo de energía que está en alza. Cada vez más gente apuesta por este tipo de energía para abastecer a sus hogares.</b></p>	

*Cuadro 5. Ventajas y desventajas de la energía solar.  
Fuente: renovable*

## 2.2.4 Tecnología y usos de la energía solar.

Clasificación por tecnologías y su correspondiente uso más general:

### 2.2.4.1 *Energía solar activa.*

La obtención de energía de este elemento natural mediante tecnología, se divide en dos categorías que dependen de la captura, la conversión y distribución de ésta. Pero la que se destaca por el aprovechamiento de los beneficios del sol, es la tecnología solar activa.

Este término se refiere a mecanismos que son utilizados para la captura de la radiación del sol y con esta producir energía eléctrica o mecánica. El resultado del uso de estas tecnologías puede ser desde la refrigeración, la ventilación o solamente su almacenamiento para darle uso en algún futuro. El equipo que se maneja para tener dichos resultados es mediante espejos heliostatos, cilindros o discos parabólicos, o también por centrales de torre. Para conseguir altas temperaturas (los 2000 °C), se obtienen a partir de que los rayos del sol chocan en los espejos y se dirigen a un reflector que los lleva a un punto preciso.

Al mismo tiempo, la energía solar activa se divide con base a su capacidad de la transformación de energía, teniendo como resultado dos tipos: la energía térmica y energía fotovoltaica.

#### Energía térmica

La energía térmica es la parte de la energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se incrementa o disminuye por transferencia de energía, generalmente en forma de calor o trabajo, en procesos termodinámicos. A nivel microscópico y en el marco de la Teoría cinética, es el total de

la energía cinética media presente como el resultado de los movimientos aleatorios de átomos y moléculas o agitación térmica, que desaparecen en el cero absoluto.

Sencillamente produce agua caliente, o en otros términos, en ningún momento genera electricidad. . El sistema está compuesto por colectores solares cilíndricos pintados de negro y aislados por un cristal.

El empleo de tecnología solar térmica continuó su lento progreso, en gran parte, debido a los mercados en baja en Europa y China. La capacidad acumulativa de captadores de agua alcanzó un estimado de 406 GWth al final del 2014 (los captadores de aire agregaron otros 2 GWth), proporcionando aproximadamente 341 TWh de calor al año. Una vez más, China reportó cerca del 80% del mercado mundial para captadores solares de agua, seguido por Turquía, Brasil, India y Alemania. La tendencia se dirige hacia un calentamiento doméstico de agua mayor en hoteles, escuelas y otros complejos de gran tamaño. También está creciendo el interés por el enfriamiento solar, por usar captadores más avanzados para sistemas de calefacción distritales y para aplicaciones industriales. Sin embargo, hay que recordar que los sistemas avanzados representan una pequeña fracción del mercado mundial.

Las ventas domésticas se expandieron en muchos lugares de Asia, partes de África y en América Latina; también lo hicieron los canales de distribución, en respuesta al gran crecimiento del mercado en algunos segmentos. Como contraste, 2014 fue un año difícil para la industria en Europa, en donde la consolidación continuó. La industria en China tuvo problemas con el exceso de capacidad, provocado por una demanda baja en ese mismo año; sin embargo, logró mantenerse a la cabeza, como desde hace tiempo.

 Sistemas Fotovoltaicos

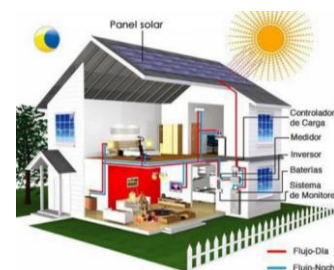
La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

Este tipo de energía se usa para alimentar innumerables aplicaciones y aparatos autónomos, para abastecer refugios o viviendas aisladas de la red eléctrica y para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución. Debido a la creciente demanda de energías renovables, la fabricación de células solares e instalaciones fotovoltaicas ha avanzado considerablemente en los últimos años. Entre los años 2001 y 2015 se ha producido un crecimiento exponencial de la producción de energía fotovoltaica, doblándose aproximadamente cada dos años. La potencia total fotovoltaica instalada en el mundo (conectada a red) ascendía a 16 gigavatios (GW) en 2008, 40 GW en 2010, 100 GW en 2012 y 180 GW en 2014. A finales de 2015, se estimaba que hay instalados en todo el mundo cerca de 230 GW de potencia fotovoltaica.



(a)

*Figura 14(a)* Representación energía térmica para calentamiento de piscina.  
Fuente: PS-POOL EQUIPMENT



(b)

*Figura 14(b).* Representación energía solar fotovoltaica para uso domestico  
Fuente: NERGIZA

#### **2.2.4.2 *Energía solar pasiva.***

La tecnología solar pasiva es el conjunto de técnicas dirigidas al aprovechamiento de la energía solar de forma directa, sin transformarla en otro tipo de energía, para su utilización inmediata o para su almacenamiento sin la necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía, aunque puede ser complementada por ellos, por ejemplo para su regulación.

Las tecnologías que usan bombas o ventiladores consumen una significativa cantidad de energía para su funcionamiento y por ello se clasifican dentro de las tecnologías solares activas. Algunos sistemas solares pasivos pueden, no obstante, consumir una pequeña cantidad de energía necesaria para activar compuertas, relés, interruptores u otros dispositivos que mejorarían el rendimiento de estos sistemas en la recolección, almacenamiento y uso de la energía solar.

La tecnología solar pasiva incluye sistemas con ganancia directa e indirecta para el calentamiento de espacios, sistemas de calentamiento de agua basados en termosifón, el uso de masa térmica y de materiales con cambio de fase para suavizar las oscilaciones de la temperatura del aire, cocinas solares, chimeneas solares para mejorar la ventilación natural y el propio abrigo de la tierra. También incluye otras tecnologías como los hornos solares o las fraguas solares, aunque estos requieren cierto consumo de energía para alinear espejos concentradores o receptores e históricamente no han demostrado ser muy prácticos o rentables para uso extensivo. Esto es relativo a la energía fotovoltaica.

Los sistemas solares pasivos se caracterizan por requerir poco o ningún coste para realizar su trabajo, muy reducido para su mantenimiento y no emiten gases de efecto invernadero durante su funcionamiento.

### **2.2.4.3 Energía termosolar de concentración.**

La energía termosolar de concentración —también conocida como CSP, del inglés: Concentrated Solar Power— es un tipo de energía solar térmica que utiliza espejos o lentes para concentrar una gran cantidad de luz solar sobre una superficie pequeña. La energía eléctrica es producida cuando la luz concentrada es convertida en calor, que impulsa un motor térmico —usualmente una turbina de vapor— conectado a un generador de electricidad.

El mercado de CSP ha aumentado de forma notable su comercialización y capacidad de generación desde el año 2007, situándose la potencia total instalada en el mundo en 4,940 MW a finales de 2015, cuando se añadieron más de 400 MW de potencia. Aun así, este crecimiento se encuentra muy por debajo del protagonizado por la energía solar fotovoltaica, que en las mismas fechas contaba ya con más de 230 GW instalados a nivel global.

Se espera no obstante que el crecimiento de la CSP continúe a paso rápido durante los próximos años. España tiene una capacidad instalada de 2,362 MW a comienzos de 2016, convirtiendo a este país en líder mundial en CSP. Actualmente existe un interés notable por la CSP en el Norte de África y el Medio Oriente, así como en India y China. El mercado global ha sido dominado por las centrales cilíndrico-parabólicas, que constituyen el 90 % de las centrales termosolares que se construyen actualmente.

La CSP no debe ser confundida con la electricidad fotovoltaica de concentración —también conocida como CPV, del inglés: Concentrated Photovoltaics—. En la CSP, la luz solar concentrada es convertida en calor y luego el calor es convertido en electricidad. En cambio en la CPV la luz solar concentrada es convertida directamente en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico.

#### **2.2.4.4 *Energía solar híbrida.***

Un sistema de energía solar híbrida es un sistema que combina energía solar usando un sistema fotovoltaico con otra fuente de energía. Un ejemplo común es un sistema híbrido diésel fotovoltaico, combinando la energía fotovoltaica (PV) con generadores de diésel.

Otro sistema es el sistema híbrido de viento y solar. La combinación de fuentes de viento y solar PV tiene la ventaja que las dos fuentes se complementan porque los momentos de operación pico de cada sistema ocurren a diferentes momentos del día o del año. La generación energética de tal sistema mixto es por lo tanto más constante y fluctúa menos que cada uno de los dos subsistemas componentes.

#### **2.2.4.5 *Energía eólico solar.***

La energía eólico solar es un tipo de energía renovable que se obtiene transformando la energía del viento que circula a través de una chimenea en energía eléctrica. El principio de funcionamiento se basa en el movimiento que se produce en el aire debido a la disminución de la densidad cuando es calentado. El mecanismo más simple para conseguir este efecto se puede conseguir con una torre de un color oscuro de tal forma que al incidir los rayos del sol en ella absorbe la radiación en forma de energía térmica y calienta el aire contenido en ella. De esta forma se produce un ascenso del aire por tener una menor densidad. En la base se abren unas ranuras de tal forma que por la succión que produce la chimenea se absorbe aire que vuelve a iniciar su ascenso.

Si a este mecanismo se le añaden unas turbinas en las ranuras de entrada de aire que se muevan con la fuerza del viento y estén conectadas a un generador, se consigue obtener energía eléctrica. Este efecto se puede multiplicar si alrededor de la base de la torre se ubica

una zona colectora o también llamada zona de invernadero que absorbe la radiación solar y calienta el aire antes de subir a través de la torre.

Nuestro proyecto se basa en el calentamiento de una piscina olímpica con ayuda de la energía solar, ya se vio anteriormente que la energía solar tiene diversas formas de ser utilizada ya sea para generar electricidad, calefacción, calentamiento, etc. Y se ha decidido que para nuestro diseño nos conviene utilizar la tecnología de la **ENERGIA SOLAR TERMICA** ya que este tipo de energía nos proporcionará lo que buscamos a las condiciones de confort de temperatura, humedad, etc. Que requerimos para nuestra piscina olímpica.

### **2.2.5 Energía Solar Térmica.**

La energía solar térmica (o energía termosolar) consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor que puede aprovecharse para cocinar alimentos o para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y, a partir de ella, de energía eléctrica. Adicionalmente puede emplearse para alimentar una máquina de refrigeración por absorción, que emplea calor en lugar de electricidad para producir frío con el que se puede acondicionar el aire de los locales.

Los colectores de energía solar térmica están clasificados como colectores de baja, media y alta temperatura.



*Esquema 1. Colectores solares según su temperatura.*  
Fuente: renovable

### 2.2.5.1 Usos de la energía Solar Térmica.

- ✓ Agua caliente sanitaria (ACS)

En cuanto a la generación de agua caliente para usos sanitarios (también llamada “agua de manos”), hay dos tipos de instalaciones de los comúnmente llamados calentadores: las de circuito abierto y las de circuito cerrado. En las primeras, el agua de consumo pasa directamente por los colectores solares. Este sistema reduce costos y es más eficiente (energéticamente hablando), pero presenta problemas en zonas con temperaturas por debajo del punto de congelación del agua, así como en zonas con alta concentración de sales que acaban obstruyendo los conductos de los paneles. En las instalaciones de circuito cerrado se

distinguen dos sistemas: flujo por termosifón y flujo forzado. Los paneles solares térmicos tienen un muy bajo impacto ambiental.

✓ Calefacción y frío solar

La energía solar térmica puede utilizarse para dar apoyo al sistema convencional de calefacción (caldera de gas o eléctrica), apoyo que consiste entre el 10 % y el 20 % de la demanda energética de la calefacción. Para ello, la instalación de la caldera ha de contar con intercambiador de placas (funciona de forma similar al baño María, ya que el circuito de la caldera es cerrado) y un regulador (que dé prioridad en el uso del agua caliente para ser empleada en agua de manos).

### **2.2.6 Energía Solar Térmica en Perú.**

La energía solar para el calentamiento de agua para usos sanitarios, es otra de las aplicaciones que mayor aceptación ha generado en todos los sectores de la población, porque el sol es la fuente más barata para aprovisionarse de agua caliente y es por eso que el Centro de Capacitación para el Desarrollo (CECADE) dedica gran parte de sus esfuerzos en mostrarlo a la gente de diferentes comunidades.

En Perú, el consumo de agua caliente para uso doméstico (ducha, lavabo, etc.) es muy variado, dependen de las condiciones socioeconómicas del usuario, mientras que en los centros urbanos el consumo varía entre 10 a 70 litros de agua caliente por persona y por día, en las zonas urbanas marginales y rurales el consumo es prácticamente nulo. La siguiente tabla presenta valores referenciales de consumo de agua caliente:

Tabla 4.  
*Valores referenciales de consumo de agua caliente*

Tipo de uso	Aplicaciones	Temperatura	Consumo medio
Sanitario	Lavados	30 °	2 litros/día/persona
	Duchas	30 - 45 °	25 litros/día/persona
	Baño de tina	30 - 45 °	100 litros/día/persona
	Lavado de ropa	45 °	20 litros/kg de ropa
	Lavado de ropa en hospitales	72 °	30/litros/kg de ropa
Productivo Industrial	Pre lavado de lana	35 °	10 litros/kg
	Lavado de lana	85 °	20 litros/kg
	Enjuague de lana	30 °	15 litros/kg
	Limpieza de camélidos	40 °	40 litros/animal
	Curtiembre	35 °	20 litros/kg de piel

Fuente: Centro de capacitación para el desarrollo ([www.cuscosolar.org](http://www.cuscosolar.org))

Una terma solar, es una maquina térmica, que capta la energía solar y la transforma en energía térmica, para luego transferirla a un fluido, elevando su temperatura, la que se almacena en un tanque aislado, para consumir según las necesidades.

La más conocida y usada es captar el calor del sol pasando agua por tubos de cobre con una capa negra bien aislados que absorben la radiación al máximo. Frecuentemente se conocen como colectores solares planos o paneles solares térmicos donde se colocan los tubos bajo vidrio que calientan el agua para hogares, hoteles, hospitales, lavanderías, y otros fines. En estos sistemas se consigue bajo el sol temperaturas del agua alrededor de 70 grados, más que suficiente para el uso normal (para una ducha caliente solamente se usa una temperatura entre 30 y 45 grados).

Otra opción son tubos al vacío que tienen por su mejor aislamiento tipo 'termo' la ventaja de perder menos calor al ambiente y la orientación hacía el sol es algo menos importante. Existen dos sistemas principales: el de 'termosifón', donde el agua a calentar fluye directamente por los tubos y el sistema 'heat-pipe' donde el proceso de calentamiento por evaporización-condensación en los tubos es separado de la circulación del agua vía un intercambiador. Son, según tipo, más caros pero pueden ser favorables cuando la diferencia entre la temperatura del agua caliente y el ambiente es alta o la luz es menos intensa o difusa, por ejemplo durante

épocas de neblina. La desventaja principal de los tubos al vacío tipo 'termosifón' es su poca resistencia a la presión.

### **2.2.7 Captadores solares.**

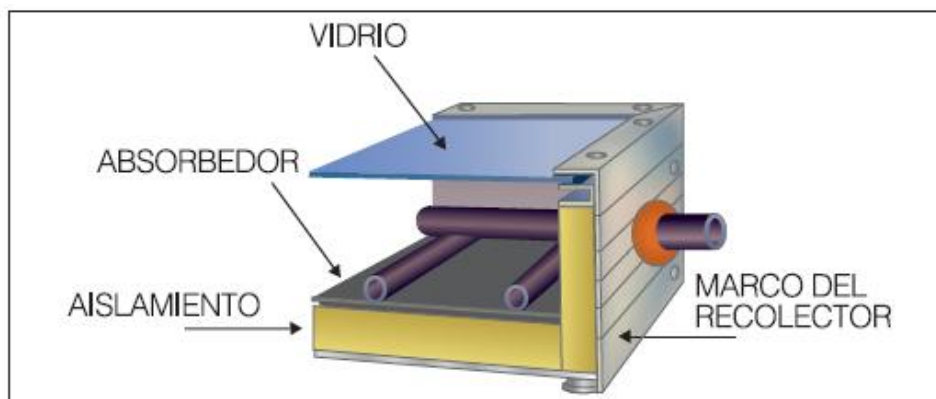
Los captadores solares son los elementos que capturan la radiación solar y la convierten en energía térmica, en calor. Como captadores solares se conocen los de placa plana, los de tubos de vacío y los captadores absorbedores sin protección ni aislamiento. Los sistemas de captación planos (o de placa plana) con cubierta de vidrio son los comunes mayoritariamente en la producción de agua caliente sanitaria ACS. El vidrio deja pasar los rayos del Sol, estos calientan unos tubos metálicos que transmiten el calor al líquido de dentro. Los tubos son de color oscuro, ya que las superficies oscuras calientan más.

Están formados de una carcasa de aluminio cerrada y resistente a ambientes marinos, un marco de aluminio, una junta perimetral libre de siliconas, aislante térmico respetuoso con el medio ambiente de lana de roca, cubierta de vidrio solar de alta transparencia, y finalmente por tubos soldados ultrasónicos.

Los colectores solares se componen de los siguientes elementos:

- ✓ Cubierta: Es transparente, puede estar presente o no. Generalmente es de vidrio aunque también se utilizan de plástico ya que es menos caro y manejable, pero debe ser un plástico especial. Su función es minimizar las pérdidas por convección y radiación y por eso debe tener una transmitancia solar lo más alta posible.
- ✓ Canal de aire: Es un espacio (vacío o no) que separa la cubierta de la placa absorbente. Su espesor se calculará teniendo en cuenta para equilibrar las pérdidas por convección y las altas temperaturas que se pueden producir si es demasiado estrecho.

- ✓ Placa absorbente: La placa absorbente es el elemento que absorbe la energía solar y la transmite al líquido que circula por las tuberías. La principal característica de la placa es que tiene que tener una gran absorción solar y una emisión térmica reducida. Como los materiales comunes no cumplen con este requisito, se utilizan materiales combinados para obtener la mejor relación absorción / emisión.
- ✓ Tubos o conductos: Los tubos están tocando (a veces soldadas) la placa absorbente para que el intercambio de energía sea lo más grande posible. Por los tubos circula el líquido que se calentará e irá hacia el tanque de acumulación.
- ✓ Capa aislante: La finalidad de la capa aislante es recubrir el sistema para evitar y minimizar pérdidas. Para que el aislamiento sea el mejor posible, el material aislante deberá tener una baja conductividad térmica.



*Figura 15.* Corte de un colector solar plano.

Fuente: Manual sobre Energía renovable energía solar térmica.

Para el caso de climatización de piscinas, los colectores solares tienen un diseño diferente al de colectores solares para ACS. A continuación procederemos a dar una breve reseña de este tipo de colectores solares:

Los colectores de placa plana sin cubierta brindan economía, confort y tecnología, son aconsejables para la calefacción de piscinas que trabajan con temperaturas entre 22° a 32°C.

El colector es normalmente producido en elastómero, y no necesita de aislamiento y cubierta permanente.

No incluyen ningún aislamiento adicional, de manera que la ganancia de temperatura queda limitada a unos 20 °C sobre la del aire del ambiente, son los más adecuados para aplicaciones de baja temperatura. Actualmente, son utilizados para la calefacción de piscinas al aire libre, pero existen otros mercados, incluidos los de calefacción de temporada en las piscinas cubiertas, calefacción de agua para lavar coches, y calefacción del agua utilizada en piscicultura. También existe un mercado potencial de estos colectores para calentamiento de agua en lugares remotos, como campamentos de verano. Los absorbedores de estos colectores son generalmente de plástico negro tratado para resistir la luz ultravioleta, o están contruidos por tubos de metal o plástico recubiertos de pigmentos ennegrecidos por los que circula el agua (Figura 5). Dado que estos colectores no tienen cubierta, una gran parte de la energía solar absorbida se pierde principalmente por convección.



*Figura 16.* Colector de placa plana sin cubierta.  
Fuente: Paneles solares SOLARFLEX.

Los paneles solares están diseñados para calentar grandes volúmenes de agua recolectando para esto el calor de los rayos del sol.

En este proceso participa una bomba recirculadora que mueve el agua de la piscina hacia los paneles solares.

El agua fría de la piscina entra por la parte inferior de los paneles solares y se va calentando en la medida que sube por los tubos del calentador.

El agua caliente se devuelve a la piscina, permitiendo aumentar la temperatura del agua.

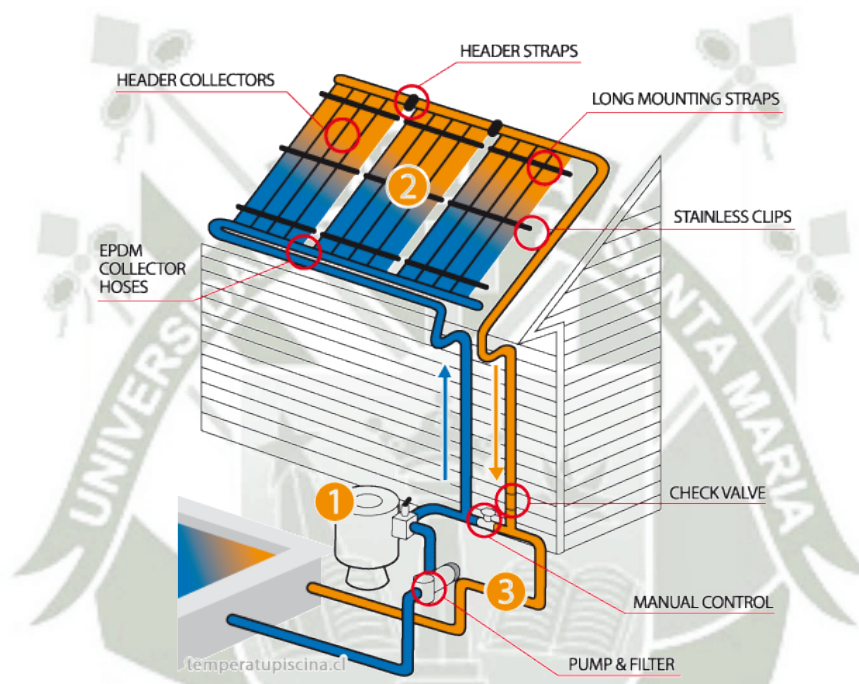


Figura 17. Típico sistema de calentamiento de piscina por colectores solares.  
Fuente: tempera tu piscina.

✓ Eficiencia de los colectores

La eficiencia de los colectores depende aparte de su calidad, de la radiación solar y otros factores, esencialmente de la diferencia de la temperatura entre el ambiente y el agua en los colectores.

La figura 18 ilustra las principales diferencias entre colectores al vacío (rojo), colectores planos (verde) y paneles de absorción (azul), usado para temperar piscinas. El área gris representa el rango normal del agua caliente para la ducha, lavar o la cocina. La ventaja de los

tubos al vacío es obvia cuando la diferencia de las temperaturas es alta, pero también muestra que en sistemas con diferencias de temperaturas menores, paneles planos o de simple absorción (en el caso de piscinas) funcionan mejor.

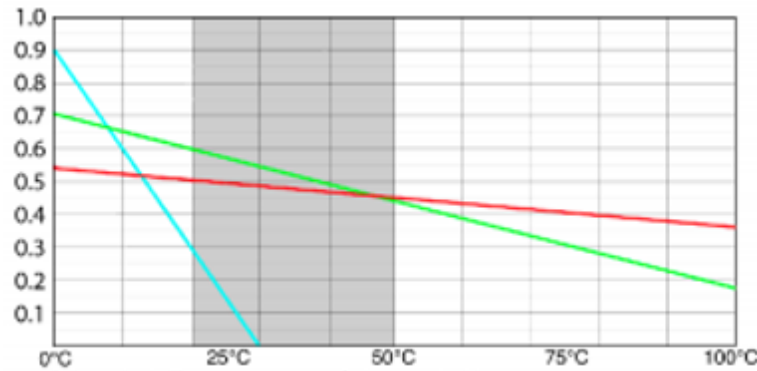


Figura 18. Eficiencia de los diferentes tipos de termas solares.

Fuente: tesis- Energía solar térmica y fotovoltaica aisladas para pequeñas comunidades en Perú.

El agua calentada se mantiene siempre en tanques bien aislados que permiten guardar la temperatura para cuando el agua caliente sea requerida. Un buen aislamiento es de suma importancia para la eficiencia de todo el sistema.

Para Perú, estos sistemas de calentar el agua son ideales. Por la intensa radiación solar en gran parte del país, sistemas simples a precios accesibles son suficientes para la gran mayoría de la población. En promedio, se amortizan en menos de cinco años.

Contrario de una creencia común, también funcionan en la costa con periodos prolongados de neblina o en invierno, donde significativamente reducen los gastos para calentar el agua.

La eficiencia de un colector solar se define como el cociente de la energía térmica útil frente a la energía solar total recibida. Además de las pérdidas térmicas existen las pérdidas ópticas. El factor de conversión u eficiencia óptica indica que porcentaje de los rayos solares que

penetran en la cubierta transparente del colector (la transmisión) es absorbido. Básicamente, es el producto de la tasa de transmisión de la cubierta y la tasa de absorción del absorbedor.

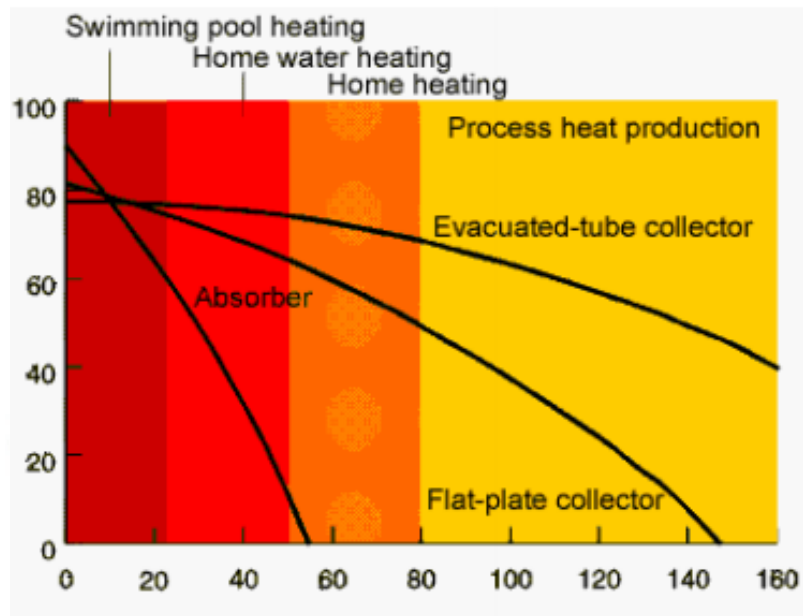


Figura 19. Variación de la eficiencia, en distintos tipos de colectores, en función de la diferencia de temperatura del agua entre la salida y la entrada del colector.

Fuente: Colectores solares para agua caliente, Cora Placo Luis Saravia, Carlos Cadena, INENCO

En la siguiente tabla se muestran los valores típicos de los parámetros característicos eficiencia óptima ( $\eta_0$ ) y coeficiente global de pérdidas  $U_L$  y un rango normal de temperaturas de trabajo para distintos tipos de colectores:

Tabla 5

Parámetros característicos de los distintos tipos de colectores solares.

Tipo de Colector	Factor de Conversión ( $\eta_0$ )	Factor de Pérdidas Térmicas $U_L$ ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )	Rango de Temperatura ( $^\circ C$ )
Sin Cubierta	0.9	15-25	10 - 40
Cubierta Simple	0.8	7	10 - 60
Cubierta Doble	0.65	5	10 - 80
Superficie Selectiva	0.8	5	10 - 80
Tubos de Vacío	0.7	2	10 -130

Fuente: CENSOLAR (Centro de Estudios de la Energía Solar)

### 2.2.7.1 *Planificación para el montaje de paneles solares.*

Planifique su sistema:

- a) Determine la ubicación; si la instalación se lleva a cabo en el hemisferio norte, los paneles deben orientarse hacia el sur, si no, oeste o este (nunca hacia el norte) y a un ángulo de 45° o menos. Si la instalación es en el hemisferio sur, proceda al contrario.
- b) Determinar el número óptimo de cajas necesarias. La siguiente guía de ayuda rápida le asistirá a establecer el número de cajas de paneles solares necesarias para su piscina. Use el número más bajo si su instalación tiene una ubicación óptima (punto 1-a), o el número más alto si la ubicación no es óptima. Una regla común para determinar la superficie de paneles solares requeridos es de cubrir entre 50% y 75% de la superficie de la piscina en área equivalente de paneles solares. Las piscinas bajo techo o cubiertas requieren una cobertura del 100%.
- c) Asegúrese de que haya espacio suficiente en el techo para los paneles solares requeridos: Los paneles deben colocarse verticalmente de alero a pico con un mínimo de 6" de espacio alrededor de los paneles para la plomería.
- d) Hay varios diferentes tipos de techos. La mayoría será capaz de acomodar todo el sistema de paneles en una sola fila continua. Sin embargo, puede que sea necesario dividir el banco de paneles solares en dos o más bancos si el techo es muy pequeño o si el número de cajas requeridas es muy alto. Cuando se divide un sistema en dos o más bancos, se debe tener cuidado de mantener los mismos equilibrados con el mismo número de secciones para mejor balanceo.
- e) Comprobar que la bomba que se encuentra instalada actualmente en la piscina este en buen estado de funcionamiento y que sea capaz de producir el caudal requerido por los

paneles. Un caudal muy bajo afecta el rendimiento de los paneles, y en caso contrario un caudal muy alto puede dañar o crear fugas en los paneles.

- f) Planificación de tuberías y accesorios requeridos: Asegúrese en todo momento de no exceder las velocidades máximas permitidas en las tuberías.

Tabla 6.

*Velocidades de caudal recomendadas en tuberías*

Diámetro de la tubería	Velocidad	
	6 fps	8 fps
1-1/2"	35 gpm	50 gpm
2"	62 gpm	85 gpm
2-1/2"	90 gpm	120 gpm
3"	140 gpm	187 gpm

Fuente: EnerWorks

- g) Reunir todos los componentes y herramientas necesarias para el trabajo antes de comenzar la instalación.

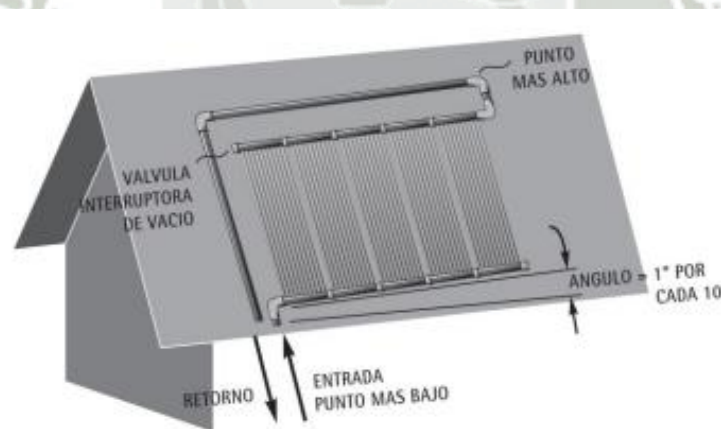
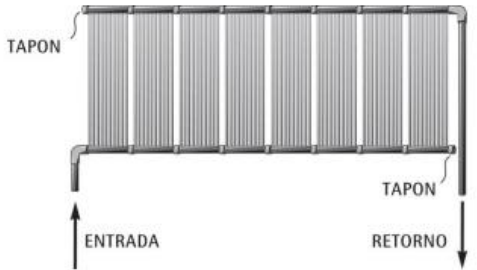
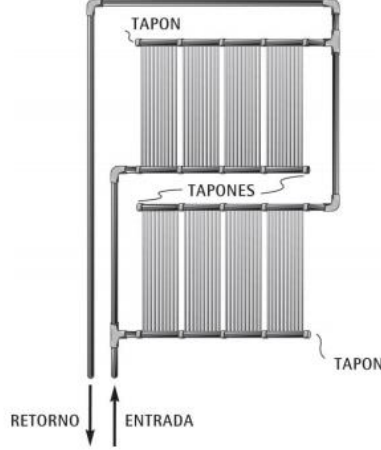
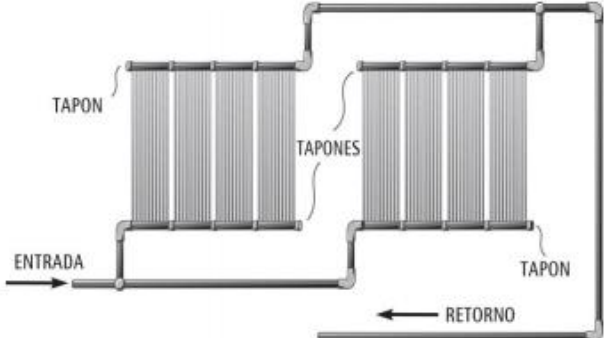
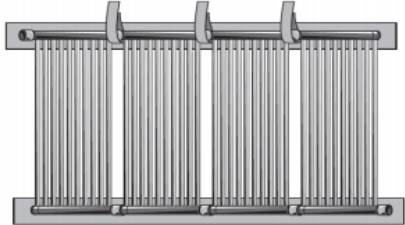




Figura 20. Instalación típica en techo inclinado

Fuente: EnerWorks

Es importante instalar el banco de paneles solares con una inclinación mínima (1" cada 10') hacia la entrada para permitir drenaje del agua cuando el sistema no está en funcionamiento.

✓ Tipos de instalación de paneles solares

<p>INSTALACION TRADICIONAL EN TECHO PARALELO</p>	
<p>INSTALACION DE DOS BANCOS CON RETORNO INVERTIDO</p>	
<p>INSTALACION DE DOS BANCOS CON RETORNO INVERTIDO (Horizontal)</p>	
<p>INSTALACION EN TECHO PLANO</p>	

<p>INSTALACION DIRECTAMENTE EN LA TIERRA</p>	
<p>INSTALACION TIPICA EN RACKS</p>	

Esquema 2. Diferentes instalaciones típicas de paneles solares  
Fuente: EnerWorks

- ✓ Plomería para los paneles solares

Siga estas instrucciones para conectar la tubería a los paneles solares:

- a) El conector final de cabecera (Header End Connector - HEC) incluido en el kit de instalación, es un adaptador macho y hembra, y pueden ser usados como piezas de transición entre la tubería rígida y la cabecera de los paneles. Estos conectores se ensamblan de la misma manera que las cabeceras de los paneles, y deben ser ubicados en extremos opuestos y diagonales (retorno invertido) del banco de manera de garantizar la distribución de flujo apropiada de los paneles.

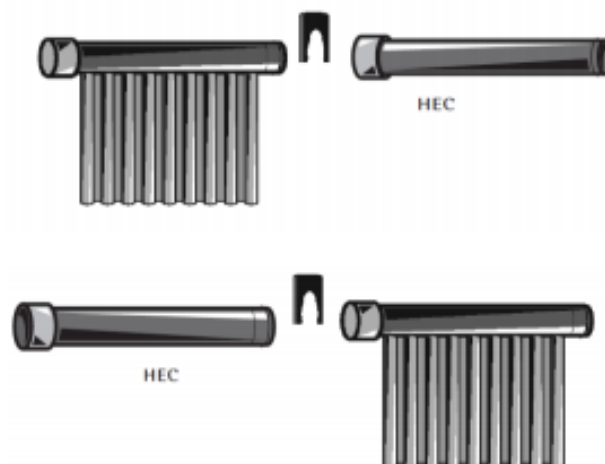


Figura 21. Instalación de los conectores finales de cabecera.  
Fuente: EnerWorks

La tubería puede pegarse directamente al adaptador HEC. Recuerde que la línea de alimentación va en la parte inferior y la de retorno sale de la parte superior en el lado diagonal - opuesto. Los adaptadores HECs también pueden ser utilizados como espaciadores alrededor de ventilaciones de techo u obstáculos similares.

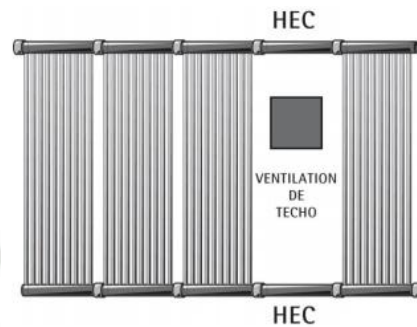


Figura 22. Representación de conectores ubicados en los paneles.  
Fuente: EnerWorks

- b) Luego deben instalarse los tapones finales de cabecera: los tapones deben ser conectados en los extremos restantes del banco. Utilice la cinta de teflón proveída en el kit, y aplique generosamente en la rosca de los tapones y enrosque sobre el acoplador (también incluido en el kit) luego proceda a pegarlo en los extremos del banco utilizando cemento liquido (recuerde de remover las juntas tóricas en las conexiones que van a ser pegadas) El tapón roscado puede ser removido de la tapa para permitir el drenaje de los paneles.

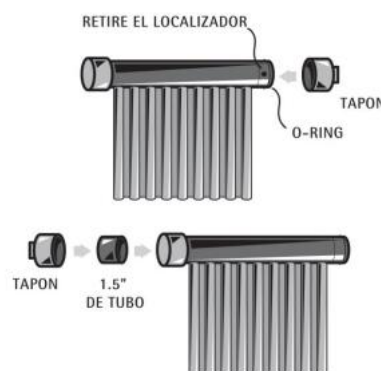


Figura 23. Tapones finales de cabecera.  
Fuente: EnerWorks

- c) Complete la instalación de la tubería en el techo haciendo la conexión de la alimentación y salida de agua en los paneles, asegúrese de medir bien antes de cortar para evitar desperdicio. Si los paneles se encuentran a una distancia considerablemente larga de la bomba, considere incrementar el diámetro de la tubería para minimizar las pérdidas de presión, y si es necesario considere enterrar la tubería. Recuerde que cuando las tuberías de alimentación y retorno están enterradas deben envolverse en aislante térmico para evitar la pérdida de calor.
- d) Secuencia de operaciones: El agua fría proviene de la succión de la piscina, luego pasa por la bomba de filtrado y el filtro de la piscina. (Si el sistema posee un controlador automático: el sensor de agua debe ubicarse de manera conveniente entre la bomba y el filtro, o antes de la bomba en la línea de succión), luego se encuentra la válvula de tres puertos (ya sea manual o automática), luego se instala una válvula de bola (que puede servir como válvula reguladora de caudal), luego pasa por los paneles solares, después se debe instalar una válvula anti retorno, luego hacia el calentador auxiliar (si existe), y finalmente por el dispensador de cloro y de retorno a la piscina.

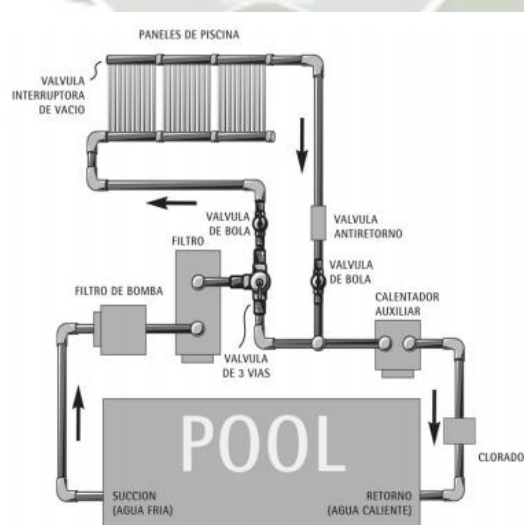


Figura 24. Secuencia de funcionamiento de los paneles solares.  
Fuente: EnerWorks

- e) Es recomendado que las tuberías de PVC de 1.5” o 2” se fijen al techo y al lado de la casa con abrazaderas de plástico, fijadas con tornillos y sellador de techo de la misma manera que los flejes del panel.
- f) Asegúrese de medir y probar las conexiones antes de proceder a aplicar el cemento para tuberías de PVC, especialmente en los aleros del techo.
- g) Es recomendable instalar un acceso (por medio de una “te” y un tapón) en cualquier punto bajo en la plomería para permitir el drenaje en los meses de invierno en las localidades con riesgo de congelamiento, o durante mantenimiento.



Figura 25. Recomendación para instalación final para drenaje.  
Fuente: EnerWorks

### 2.2.8 Calentamiento de agua para piscinas

La climatización de la piscina es sinónima de alargar la temporada baño y mejorar el confort simplemente aumentando unos grados el agua de su piscina. Existen tecnologías para todo tipo de piscinas, interiores y exteriores, nuevas o existentes.

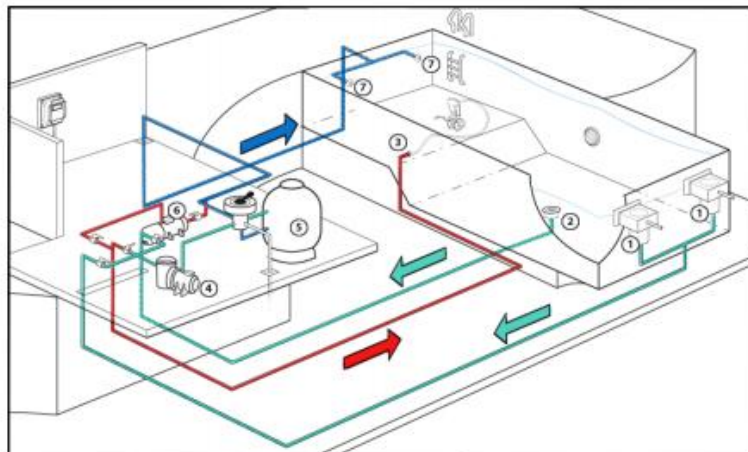
En el momento de elegir el sistema de climatización más adecuado se tienen que tener en cuenta factores como el tipo de piscina, la temperatura ambiente o el nivel de humedad, sobretodo en piscinas exteriores.

El calentamiento del agua de las piscinas constituye una de las aplicaciones de la energía solar más lógicas en América Central, por las claras ventajas de economía y sencillez que presenta frente a otros sistemas que utilizan energías convencionales. Dado que los colectores utilizados aquí únicamente deberían ser capaces de mantener una temperatura no mayor de 30°C, lo ideal es usar unos plásticos sin recubrimiento, los cuales son mucho más económicos que aquellos para calentar agua de uso doméstico.

Los fabricantes usan colectores de material plástico negro, los cuales son resistentes a los rayos ultravioleta del sol y a las condiciones climáticas. Los tres materiales más usados son polipropileno, polietileno y un monómero de etileno propileno conocido como EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer). Los colectores plásticos trabajan con una eficiencia muy alta, en un rango de temperaturas entre 20-28°C, ya que las pérdidas de calor son mínimas, debido a las temperaturas bajas de operación.

Calentar piscinas siempre significa un consumo de energía muy alto, por lo que algunos países lo prohibieron mediante fuentes de energía no renovables. Económicamente un sistema solar presenta números muy interesantes en comparación con calentadores a gas o sistemas eléctricos. Su tiempo de amortización siempre queda debajo de tres años, con una vida útil de veinte años y una garantía de diez años sobre los colectores.

Otra de las soluciones más eficientes para reducir las pérdidas caloríficas (sobre todo por las noches) es el uso de un cobertor térmico. Este es una manta plástica que flota sobre el agua y reduce las pérdidas en aproximadamente un 50%.



*Figura 26.* Esquema de funcionamiento de una piscina  
Fuente: Modelado dinámico de una piscina climatizada asistida con energía solar

## 2.3 Clases de piscinas

### 2.3.1 En función de su dedicación.

- ✓ Piscinas PRIVADAS
- ✓ Piscinas PÚBLICAS

### 2.3.2 En función del uso.

- ✓ De chapoteo: Para juegos libres de niños hasta 6 años, Forma libre.
- ✓ De enseñanza: Para aprendizaje de natación y juegos libres de niños hasta 12 años.
- ✓ De ocio/recreo: Para esparcimiento y baño de los usuarios. Formas libres.
- ✓ Deportivas: De dimensiones y características especiales para entrenamiento y competición de natación, water-polo, socorrismo, etc. Deberán cumplir con las normas federativas correspondientes y tener en cuenta lo dispuesto en las normas NIDE.
- ✓ De saltos: Con medidas y profundidad para dicho uso, así como para ejercicios subacuáticos. Deberán cumplir con las normas federativas correspondientes.
- ✓ Polivalentes: Piscinas de un único vaso para diversos usos. Generalmente baño, natación y saltos.

### 2.3.3 En función de la ubicación

- ✓ De estructura.
- ✓ Independiente.
- ✓ Integrada en otra estructura.

## 2.4 Dimensiones

En las piscinas privadas, el diseño de la piscina se determina en función al espacio disponible y a su integración en el entorno. Es importante tener en cuenta la topografía del terreno, vegetación y armonía del paisaje, además, como es natural, del gusto del propietario.

Las piscinas pueden diseñarse de las formas más variadas, siempre y cuando no existan recodos, ángulos y obstáculos que dificulten la circulación del agua, su limpieza, la vigilancia de la lámina y que puedan resultar peligrosos para los usuarios.

Para centrarnos en el tema se puede hacer la siguiente clasificación:



*Esquema 3. Formas de piscinas.*

Fuente: propia.

No existe ninguna forma que sea mejor que otra, todo depende del uso concreto que se quiera dar. En cuanto a las dimensiones de la piscina estará condicionado tanto por el tamaño del terreno, como de su relieve, del abastecimiento de agua a la zona, y, naturalmente, del presupuesto.

Debemos puntualizar que el tamaño de una piscina se refiere a sus dimensiones, es decir, a su perímetro visible, y en cuanto el volumen consiste en el cubillaje que la piscina pueda albergar.

En las piscinas públicas, no existen normas sobre el tamaño de las piscinas salvo las establecidas por los organismos de competición nacional e internacional de natación y de saltos (Federación, Consejo Superior de Deportes, Comité Olímpico Internacional).

Con relación a las piscinas públicas las dimensiones dependerán del aforo, del número máximo de usuarios potenciales de la misma, aunque nunca puedan coincidir todos ellos simultáneamente en el baño. Puede considerarse al respecto un coeficiente de 0,3 entre el aforo y el máximo de bañistas simultáneos.

En las normativas vigentes regulan el aforo de las piscinas. Nuestro criterio es que en las piscinas descubiertas será de 3 personas por cada  $2 \text{ m}^2$  y en las cubiertas será de una persona por  $\text{m}^2$ . Por otra parte, los usos de la instalación (deportivos, recreo) condicionan las dimensiones y volumen del vaso. Para usos deportivos se necesitan piscinas de 25 ó 50 m.

Deberá exponerse en lugar visible el aforo máximo de usuarios.

Debe tenerse en cuenta cuando se realice un proyecto subvencionado que, previamente a la redacción del proyecto, habrá de elegirse la clase de piscina al aire libre con relación a las necesidades que existan en el “Área de influencia” de dicha instalación deportiva-recreativa. Dichas necesidades serán de tipo: deporte escolar; deporte federativo; y deporte recreativo para toda la población.

## 2.5 Profundidades

En primer lugar hay que indicar que para la práctica de la natación no es necesario una excesiva profundidad, bastará situarla entre 1 y 1,5 mts., pero esto dependerá del tipo de fondo que tenga la piscina.

Para piscinas de fondo uniforme, es decir, constante, la profundidad media aconsejable está situada entre 1,50 y 1,60 mts. Con lo cual en todo momento se puede “hacer pie”.

Otro tipo de fondo es el llamado “fondo de rampa” que se inicia en 0,5 m hasta llegar a los 1,80 ó 2 mts. En la zona de máxima profundidad.

El llamado “fondo de cuchara” es parecido al anterior pero con mayor ángulo de inclinación, existiendo en la mitad de su recorrido un escalón que hace decaer súbitamente la profundidad.

En el caso de las piscinas privadas la solución más aceptada es la de contar con un fondo en rampa o plano inclinado.

En referencia a las piscinas Públicas, debemos tener en cuenta lo que establece la normativa vigente.

A continuación presentamos unas recomendaciones en función al tipo de piscinas:

- ✓ Piscinas de chapoteo: La profundidad máxima del vaso será de 30 cm. y la pendiente superficial del fondo no superará el 6 % en ninguna de las líneas rectas que puedan apoyarse en él.
- ✓ Piscinas de recreo: Entre 1 m y 1,40 m. en la zona profunda, medida suficiente para la natación de adultos. Mayor profundidad no aporta ventajas e incrementa costes.
- ✓ Piscinas de competición: Se aplicará lo dispuesto por los organismos rectores

deportivos o normas internacionales.

- ✓ Piscinas de foso: La profundidad en la vertical del borde de las palancas será la siguiente, según la altura de las mismas:

Tabla 7  
*Profundidades en la vertical del borde de las palancas según alturas.*

Altura de la palanca vertical o trampolín	Profundidad en vertical desde el borde
<b>0,50 m</b>	2,20 m
<b>1,00 m</b>	3,00 m
<b>3,00 m</b>	3,50 m
<b>5,00 m</b>	3,80 m
<b>6,50 m</b>	4,00 m
<b>7,50 m</b>	4,20 m
<b>10,00 m</b>	4,50 m

Fuente: MANUAL DE PISCINAS Y NORMATIVAS (Cuesa Sport)

- ✓ Piscinas polivalentes: El nivel irá aumentando desde 1 a 1,40 m en la zona de aguas someras. Luego aumentará más rápidamente hasta un máximo de 2,20 m en vasos con salto mínimo o la profundidad necesaria, según la tabla anterior, para permitir saltos desde la altura que se proyecte.

En el fondo del vaso se aplicará lo dispuesto en cada normativa vigente, por regla general disponen que tendrá una pendiente mínima del 2 % y máxima del 10 % en profundidades menores de 1,60 m. En ningún caso las pendientes podrán ser superiores al 35 %.

En el cambio de nivel, la pendiente deberá estar debidamente señalizada para el usuario, así como las profundidades existentes en todos los tramos.

El fondo y las paredes del vaso se revestirán de materiales lisos, antideslizantes, impermeables y resistentes a agentes químicos. Colores claros y fácil limpieza y

desinfección. Se evitarán materiales antihigiénicos o potencialmente peligrosos.

En el fondo de la piscina existirán siempre desagües que permitan el vaciado total. Estarán adecuadamente protegidos mediante rejas de seguridad, que sean imposibles sacarlas sin herramientas, y los dispositivos de fijación serán resistentes a la acción de conexión del agua.

El vaso tendrá un punto de máxima profundidad con pendientes convergentes hacia el mismo, en el cual se instalará el desagüe general. En ningún caso podrá exceder del 35%.

En los cambios de pendiente deberán colocarse avisos sobre las paredes.

## **2.6 Calefacción y climatización de piscinas techadas**

Como ya se mencionó anteriormente, el objetivo de climatizar una piscina es que esta se encuentre en condiciones óptimas para el uso que se pretenda darle, ya sea deportivo, recreacional, terapéutico, etc. y que pueda ser utilizada todo o la mayor parte del año.

Las piscinas deben cumplir además con una serie de requisitos que aseguren la calidad del agua y del aire, para evitar problemas de salud en los usuarios. Es así como el ministerio de salud en el Decreto Oficial 08.11.03 trata elementos como la cantidad de bañistas permitidos en relación al tamaño de la piscina, tasa de recirculación del agua y la cantidad de agua fresca diaria que debe ser suministrada a la piscina, así como la temperatura que debe tener esta para operar durante todo el año. En la edición 2007 del ASHRAE Handbook se tabulan condiciones típicas de diseño para piscinas techadas, ver tabla 8, donde se incluye la temperatura del aire ( $T_{air}$ ), del agua ( $T_p$ ) y la humedad relativa ( $HR_{mt}$ ) del recinto.

Asimismo, el *Standard 62.1-2004* sobre ventilación para la calidad del aire indica los requerimientos de aire fresco y condiciones de ventilación. Entre otros factores, las condiciones del aire deben ser tales que se eviten situaciones molestas como condensación en

las paredes y goteo. Estos elementos serán relevantes al momento de calcular las cargas térmicas del proyecto.

Tabla 8  
*Condiciones típicas de diseño para piscinas techadas.*

Uso de la piscina	Tair (°C)	Tp (°C)	HR (%)
Recreacional	24 a 29	24 a 29	50 a 60
Terapéutico	27 a 29	29 a 35	50 a 60
Competición	26 a 29	24 a 28	50 a 60
Tercera edad	29 a 32	29 a 32	50 a 60
Hotel	28 a 29	28 a 30	50 a 60
Hidromasaje/Spa	27 a 29	36 a 40	50 a 60

Fuente: análisis exergo-económico de un sistema de colectores Solares para una piscina municipal.

Independiente del tipo de construcción que proteja a la piscina del medio ambiente, se tienen al menos dos cargas térmicas principales: calefaccionar el agua de la piscina y acondicionar el espacio techado. Además es común encontrar servicios anexos, tales como camarines, que requieren de agua caliente sanitaria (ACS) para su funcionamiento, siendo esta una tercera carga al sistema. La existencia de duchas en estos recintos es incluso un requerimiento del ministerio de salud en piscinas temperadas de uso público.

Así, al momento de evaluar las opciones de calefacción de una piscina es necesario considerar todos los elementos que se verán involucrados en los circuitos de calefacción para buscar una solución adecuada.

### 2.6.1 Duchas.

Serán “de regadera o collar”, con altura mínima de 2,50 m. construidas en material impecable y con desagüe directo, sin recirculación al vaso de la piscina.

En piscinas descubiertas, se instalarán en las playas y en número igual, o al menos, a la cantidad de escaleras del vaso y nunca inferior a dos.

En piscinas cubiertas y vestuarios, en el caso de las piscinas públicas se aplicará a lo dispuesto en la normativa correspondiente.

### **2.6.2 Paseo y entorno del vaso.**

El paseo o andén, en el plano superior horizontal de la piscina, será impermeable y antideslizante. En este punto se aplicará lo regulado en cada normativa vigente, nuestra opinión es que tendrá una anchura mínima de 0,40 m. y pendiente superior al 2 % hacia el exterior del vaso.

Todos los demás entornos pavimentados deben ser antideslizantes y el agua que se deposite en ellos jamás debe ser devuelta a la piscina.

### **2.6.3 Vestuarios de piscinas.**

Se proyectarán aplicando lo que indica la normativa aplicable a la Comunidad Autónoma correspondiente.

Las recomendaciones de A.T.E.P. son que, se proyectarán para que sea obligado su paso antes de acceder a las playas y vasos. Habrán de cumplir estas condiciones:

- ✓ Diferenciados para ambos sexos.
- ✓ Eliminación de barreras arquitectónicas.
- ✓ Dispondrán de bancos y perchas.
- ✓ Con ventilación adecuada.
- ✓ Separación entre locales con distintas temperaturas.
- ✓ Construcción con materiales y diseño que permitan una buena limpieza y

desinfección. Su superficie hábil total será, al menos 0,5 veces la superficie de lámina de agua, en m<sup>2</sup>. Tendrán 1 m<sup>2</sup> mínimo por cada 16 usuarios y un total mínimo de 12 m<sup>2</sup> por cada sexo.

- ✓ Si existen cabinas individuales, su número será al menos del aforo de bañistas, y su superficie por plaza o cabina.
- ✓ Los suelos dispondrán de sistemas de evacuación del agua.
- ✓ Los de uso exclusivo para piscinas tendrán espacios para circular a pie, desnuda o calzada.
- ✓ En las piscinas de complejos deportivos podrán considerarse como vestuarios los de cualquier utilización pública, con acceso a la piscina e higiene adecuada.
- ✓ Las piscinas de comunidades de vecinos y alojamientos turísticos pueden no disponer de vestuarios, pero si los tuviesen, están sujetos a las referidas condiciones.
- ✓ En el proyecto de una piscina, principalmente en las públicas, es requisito indispensable la eliminación de las barreras arquitectónicas para minusválidos, por este motivo tendrá que tener en cuenta lo que establece la normativa vigente en esta materia.

Se entiende por barrera arquitectónica todos aquellos impedimentos, obstáculos físicos que limitan o impiden la libertad de movimientos de las personas.

Las características técnicas, urbanísticas que permitan a cualquier persona la utilización de una instalación se entiende por accesibilidad.

Debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones sobre las condiciones mínimas de accesibilidad en una instalación:

- ✓ Como mínimo una de las entradas desde la vía pública al interior de la instalación ha de ser accesible.
- ✓ Superficies y dimensiones de dependencias, accesos y pasillos deben ser suficientemente espaciaosas para giros, vueltas y cruces de sillas de ruedas.
- ✓ Escalinatas con rampas alternativas de pendiente máxima de 10% y 10 m de desarrollo, con pasamanos.
- ✓ Puertas con espacio para maniobrar sillas de ruedas.
- ✓ En vestuarios con separación de sexos, alguna cabina familiar para minusválidos y acompañante.
- ✓ Cabina de aseo especial para minusválidos, así como cabina telefónica, a ser posible. Bordillo y escalones alternativos, con rebajes para remontarlos fácilmente.
- ✓ En los graderíos, zonas para personas con silla.
- ✓ Evitar en los accesos a recintos, los postes u obstáculos para vehículos adecuados al paso de una silla.
- ✓ En el caso de construir una piscina para una persona ciega, es recomendable diseñarla de forma rectangular.
- ✓ En la zona del entorno del vaso utilizar un pavimento diferencial que con el tacto le avise que se está acercando al vaso. Las escaleras colocarlas en las esquinas.
- ✓ En el acceso al vaso, las piscinas públicas deberán contar con medios de acceso adaptado para su utilización por minusválidos, de acuerdo con lo establecido en la normativa aplicable al respecto.



(a)



(b)



(c)

*Figura 27(a).* Duchas para piscinas.

Fuente: <http://elblogdelpodologo.com/5-consejos-para-prevenir-el-contagio-por-hongos-y-bacterias-en-un-vestuario/>

*Figura 27(b).* Paseo y entorno del vaso de piscina

Fuente: <http://www.aquaticproyect.com/requisitos-de-los-vasos-de-piscina/>

*Figura 27(c).* Vestuarios de piscina.

Fuente: [http://www.leioa.net/es/vive\\_la\\_ciudad/piscinas/Piscinas+de+Torresolo.html](http://www.leioa.net/es/vive_la_ciudad/piscinas/Piscinas+de+Torresolo.html)

#### 2.6.4 Estanqueidad.

Esta condición debe quedar asegurada, sin más límite que el de la propia permeabilidad de los materiales empleados.

La pérdida máxima de agua no debe superar 12 mm., en siete días. Esta cifra no incluye la pérdida de agua por evaporación, y nos referimos a piscinas sin climatizar.

Se debe atribuir un margen adicional para las pérdidas ocasionadas por la evaporación. La evaporación está condicionada a factores climatológicos como la temperatura, la humedad del

aire, irradiación solar, y al viento, por este motivo es muy difícil establecer una cifra.

### 2.6.5 Bombas.

Con el objeto de poder filtrar y recircular la totalidad del agua de la piscina es necesario colocar la bomba. La finalidad de la bomba es proporcionar al filtro el caudal necesario de agua.

Los principales factores que se deben tener en cuenta son su perfecta colocación que le procure siempre un buen cerramiento. La bomba se instalará cerca del agua, a ser posible debajo del nivel de la misma, si por razones técnicas no se instala por encima del nivel del agua, deberá instalarse una válvula anti retorno, tipo esfera, en las canalizaciones de aspiración de superficie y de fondo, bajo el nivel del agua.

Dentro de la gran variedad de tipos de bombas que existen en el mercado, las bombas centrífugas son las que se utilizan en la recirculación del agua de las piscinas.

Para realizar una buena elección de la bomba hay que considerar que la variación del caudal a lo largo de la carrera del filtro no debe exceder del 10 al 20 % del nominal. También, la presión de la bomba con la válvula cerrada no debe superar el 175 % de la presión de servicio y su rendimiento nunca debe estar por debajo del 65 %. Generalmente se utilizan bombas de alta presión y poco caudal, dependiendo del volumen del agua, equipo de filtración, etc.

El método más común para la gran mayoría de las piscinas es el de suministro de un sistema de circulación de agua bombeada. Esto requiere de entradas y salidas de la piscina a través de sistemas de bombas y tuberías, de manera tal que el agua de la piscina se mantenga en constante circulación. En la figura 28 se muestra un diagrama esquemático de un sistema de circulación y tratamiento de agua. El sistema es casi cerrado y solo se adiciona más agua

potable para compensar las pérdidas a intervalos predeterminados, que pueden variar entre un año o más, la piscina se vacía para la limpieza general, una inspección detallada y las reparaciones necesarias.

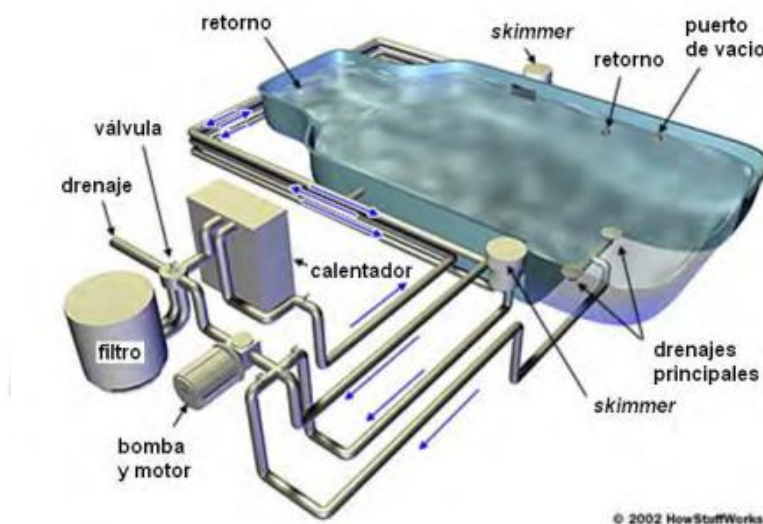


Figura 28. Sistema hidráulico de una piscina.

Fuente: tesis-EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA PISCINA Y FOSA DE LA USB-2010

### 2.6.6 Filtración.

Es la operación base en el tratamiento del agua de una piscina. Debe realizarse siempre antes de la desinfección y resulta indispensable para que ésta resulte eficaz.

El objetivo de la filtración es clarificar el agua, es decir, retener las materias en suspensión existentes en el agua, consiguiendo de esta forma su clarificación. Íntimamente unida a la filtración está la coagulación floculación.

La desinfección posterior complementa la acción de los filtros, oxidando el elemento que aún no ha sido retenido. No obstante, la filtración es la operación básica, puesto que en deficientes condiciones de trabajo de los filtros, es necesario una adición muy alta de

desinfectante, creándose unos subproductos, en el caso de cloro (Corominas, derivados clorados volátiles, etc.) muy desagradables para los usuarios.

Se debe diseñar e instalar los filtros de tal forma que se puedan desmontar con facilidad para retirar los elementos filtrantes.

En los filtros que trabajan a presión se debe tener en cuenta la velocidad de filtración, que es el caudal en  $m^3$ /hora que pasa a través del lecho filtrante y su determinación la encontramos en la relación  $Q =$  caudal de agua a filtrar y  $S =$  superficie filtrante, por tanto la velocidad de filtración se define de la siguiente forma:

$$V_{fii} = \frac{Q \left( \frac{m^3}{h} \right)}{S(m^2)}$$

La velocidad hay que adecuarla al tipo de filtro y a la estructura molecular del elemento filtrante.

Es recomendable que el ciclo de renovación de una piscina no sea más de 8 horas, en las piscinas públicas se estará a lo que dispone las normativas vigentes en cada Comunidad Autónoma.

La filtración se realiza en 2 etapas:

- ✓ Pre filtración: Consiste simplemente en un tamizado que se realiza mediante un cesto colador o pre filtro que generalmente precede a la electrobomba. Su objetivo es retener las impurezas más gruesas y duras (cabellos, insectos, piedras) a fin de proteger el grupo electrobomba. La malla del tramo no debe ser inferior a 3 mm a fin de no crear excesivas pérdidas de carga.

- ✓ Filtración: Propiamente dicha, consiste en el paso de agua a través de una masa porosa. El tamaño de los poros determina la capacidad de retención del filtro. El agua llega al filtro por la parte superior, atraviesa lentamente el lecho de arena, y una vez limpia de materiales sólidos, saldrá por la parte inferior, para ser enviada a la piscina, previa desinfección que completa la acción.

### 2.6.7 Filtro.

En este apartado nos centraremos únicamente en enumerarlos, ya que son tratados en el manual de piscinas editado por la Asociación. Los tipos de filtro son:

#### Filtros de arena

Están generalmente constituidos por una cuba cilíndrica de poliéster o de acero. Los filtros son cerrados de modo que el agua a presión circula a través de la masa filtrante. Estos filtros pueden ser horizontales o verticales.

Trabajan a presión, de tal forma que el agua entra por la parte superior y circula a través del lecho filtrante, siendo evacuada a través del colector micro granulado que se encuentra en la parte baja del filtro, inmersa en la capa de soporte, si la hubiere.

El difusor de entrada del agua a filtrar debe garantizar una repetición homogénea sobre toda la superficie de arena.

En su interior contienen una capa de arena que actúa como medio filtrante y una o varias capas que actúan como soporte. La arena utilizada habitualmente en los filtros es sílice de una granulometría específica, no debe contener piedra caliza, arcilla o material perjudicial. La velocidad de filtración depende de la granulometría de la arena.

Los filtros de arena tendrán una altura filtrante mínima de 0,8 - 1 m y permitirán una expansión del 30 % del volumen ocupado por la arena en su lavado.

La granulometría más habitual del lecho filtrante es de 0,4 – 0,6 mm que permite obtener una calidad de filtración de 20 / 25 micras, y del techo soporte será de 2 mm.

En función de la velocidad de filtración se clasifican:

- ✓ Filtros lentos, cuya velocidad de filtración es menor a 20 m/h.
- ✓ Filtros medios, cuya velocidad de filtración oscila entre los 20 y 40 m/h.
- ✓ Filtros rápidos, la velocidad de filtración superior a 40 m/h.

Todo lo descrito es válido para los filtros de tipo vertical, que a su vez son los más utilizados, en comparación con los filtros de constitución horizontal. La utilización de uno u otro sistema dependerá de la disponibilidad de espacio, costo y de la calidad de agua.

Los filtros horizontales disponen de mayor superficie de filtración que el correspondiente filtro vertical, ya que en los horizontales la superficie filtrante la determina el diámetro y la longitud, mientras que en los verticales es únicamente el diámetro.

#### Funcionamiento de los filtros

Los filtros tienen un funcionamiento cíclico que se denomina ciclo de filtración, al período transcurrido entre dos operaciones de lavado. La longevidad de este ciclo está directamente relacionada con la velocidad de filtración, granulometría del lecho filtrante, espesor de la capa y la calidad del agua a filtrar.

En la puesta en marcha que sigue a una operación de lavado de filtros, se observa como la turbidez del agua filtrada comienza a disminuir paulatinamente; es la etapa de maduración del

filtro. La filtración de las impurezas sobre el material filtrante, mejora la eficacia de la filtración. Una vez finalizada esta etapa, la turbidez presenta un valor estable, que corresponde al funcionamiento normal del filtro. Al finalizar este ciclo de filtración, se produce la colmatación del mismo, lo cual se traduce en un fuerte aumento de turbidez y un considerable descenso de caudal.

El control de colmatación se verifica por medio de manómetros situados a la entrada y salida de los filtros y cuya presión diferencial indica el estado de colmatación.

#### ✚ Lavado de los filtros de arena

El lavado es una operación muy importante, si es ineficiente, lleva consigo el atascamiento permanente de ciertas zonas, dejando un paso reducido al agua; la pérdida de carga crece rápidamente y la filtración se efectúa localmente, con más rapidez y menos eficacia.

El lavado de estos filtros se realiza en contracorriente al caudal de 30 a 40 m/h, con agua de la piscina que, una vez utilizada se evacua al alcantarillado.

La frecuencia de lavado se toma como base la pérdida de carga y se procede al lavado cuando ésta alcanza un cierto límite, denominado impropriadamente atascamiento máximo.

Durante el proceso de lavado se produce una expansión del volumen de la masa de un 20 % a un 30 %. Por esta razón el filtro debe disponer de la cámara de expansión suficiente para evitar pérdidas de arena.

### **2.6.8 Mantas térmicas.**

Las mantas térmicas son un producto necesario para conservar el calor del agua de su piscina y protegerla de la suciedad. Es la mejor manera de ahorrar en productos químicos y de

conseguir una óptima climatización de su piscina ya que ayudan a conservar la temperatura y evitan las pérdidas de calor que se producen durante la noche.

¿Cómo se usa la Manta Térmica?

En primer lugar ha de colocar la manta térmica sobre el agua, recuerda siempre que la cara con las burbujas debe de estar en contacto con el agua mientras que la parte lisa queda al aire.

Es muy recomendable a la hora de guardar la manta, utilizar un enrollador para evitar roturas y cubrirla con una manta de protección, con esto evitaremos el deterioro cuando no esté en el agua.

Evitar desplegar la manta cuando la temperatura del agua roza los 30°C, y por ningún motivo despliegues la manta sobre la hierba, esta podría dañar las micras o las burbujas.

Por último, no utilizar ni desplegar la manta térmica durante las 48 horas siguientes al tratamiento de cloro de la piscina, este puede deteriorar el tejido de la manta.

Por nuestra seguridad y para la de los pequeños, NO NADAR debajo de la manta, ni tumbarse o caminar sobre ella.

Beneficios de la Manta Térmica:

- Como ya hemos hablado su función es conservar la temperatura del agua.
- Durante el tiempo que este desplegada, reducirá bastante la evaporación del agua, por lo que gastaremos menos en agua y productos químicos.
- Evita casi por completo la suciedad ambiental que pueda caer dentro de la piscina (hojas, objetos, insectos, etc.)
- Es un complemento fundamental en el caso de utilizar la energía solar para calentar el agua.



*Figura 29. Manta térmica.*  
Fuente: [www.ingerpool.com](http://www.ingerpool.com)

### **2.6.9 Instalación de Caldera y Climatización.**

La instalación de climatización deberá ser racional y responder a la preocupación de ahorro de energía en dos sentidos:

- ✓ Economía en el ámbito de inversión inicial.
- ✓ Economía en el ámbito de explotación.

Hay que señalar que la normativa actualmente en vigor no autoriza el consumo de energías convencionales para el calentamiento del agua de piscina no cubiertas excepto para piscinas con fines terapéuticos, y piscinas públicas en locales cerrados, siempre que la temperatura del agua no sobrepase los 25 °C. La energía solar y la bomba de calor han sido consideradas como fuentes no convencionales por la Dirección General de la Energía desde la publicación del Reglamento en 1980. Este sistema es uno de los más empleados en este tipo de instalaciones. El gas natural es más limpio que el de gasoil y con el sistema de recuperación del calor latente mediante el sistema de condensación resulta una alternativa eficaz. Una vez instalada, puede ser utilizado tanto como calefacción como para la producción de agua caliente si fuera preciso. Además tiene una regulación del calor excelente y no requiere de tanques de combustible, evitando los costes de mantenimiento y no requiere de hacer el

pedido periódicamente. Por el contrario presenta algunas desventajas, como son, tener que hacer una instalación previa, sobretodo de los conductos de gas natural o la necesidad de tener que pagar la parte de factura por tener contador y tener cubierta una potencia, y no solo pagar por el combustible consumido.



*Fig. 30(a).* Bomba centrífuga.

Fuente: <http://allpumps.com.ar/producto/interpump-toro/>

*Fig. 30(b).* Filtro de arena.

Fuente: <http://blog.piscinascode.com/info/filtro-de-arena>

*Fig. 30(c).* Caldera

Fuente: <http://calderasintesa.com/wp-content/uploads/caldera-1000-saliendo-planta-1-compressor.jpg>

### 2.6.10 Confort Térmico.

Para establecer las condiciones internas de confort en una piscina cubierta, hay que fijar la temperatura, el grado de humedad relativa, la velocidad de circulación y renovación del aire.

En piscinas cubiertas la temperatura seca del recinto tiene que estar entre 27° y 29° C., dos grados por encima de la temperatura del agua, que estará entre 25° y 26° C. Por lo que respecta a la humedad relativa del aire, en piscinas cubiertas tiene que estar entre el 65 % y el

70 %, mientras que en salas y pabellones tiene que ser inferior al 70 %. La mayoría de las normativas de las diversas comunidades regulan las condiciones de temperatura. La impulsión del aire se tiene que situar de manera que se impida su estratificación y la formación de condensaciones en las superficies frías, como pueden ser los ventanales.

Hay que estudiar la posibilidad de recuperar el calor entálpico del aire interior extraído por renovación y deshumidificación del aire ambiente. En el caso de las piscinas cubiertas, este aprovechamiento energético es necesario y rentable.

#### **2.6.11 El Ahorro Energético.**

Las piscinas cubiertas generan un gran consumo de energía y todo proceso que conlleva un consumo de energía implica la existencia potencial de una alternativa de ahorro. Es necesario entonces, estudiar los gastos para poder reducirlos en las medidas de las posibilidades. Las condiciones del agua del vaso de la piscina y las del aire ambiente interior se han de mantener dentro de unos márgenes razonables que aseguren:

- ✓ Durante las horas de ocupación:

Unos parámetros de confort prefijados.

- ✓ Durante las horas de no ocupación:

Unas condiciones de conservación de las instalaciones con un mínimo de pérdidas del calor acumulado en el vaso de la piscina evitando condensaciones en la estructura del edificio.

El consumo energético dependerá de factores relacionados con estos tres conceptos:

- ✓ Características tipológicas y tecnológicas de la instalación. Volumen y forma del

pabellón, distribución interior, fuentes energéticas utilizadas.

- ✓ Las condiciones exteriores. La orientación, exposición del viento, etc.
- ✓ Las condiciones interiores. La temperatura del aire ambiente, del agua, humedad e iluminación.

Los consumos energéticos se pueden agrupar bajo los siguientes conceptos:

- ✓ Climatización de los ambientes internos.
- ✓ Climatización de agua para usos de los sanitarios.
- ✓ Climatización del agua del vaso de la piscina.
- ✓ Otros consumos. Funcionamiento de los equipos, iluminación, etc.

La incidencia de cada concepto en el consumo energético total varía según el tipo de instalación, tamaño y condiciones ambientales.

En el caso de las piscinas cubiertas plantean necesidades energéticas superiores y más complejas que un pabellón deportivo. El funcionamiento de un ambiente interior con temperatura elevada y el control de la humedad a causa de la evaporación del agua del vaso de la piscina se han de resolver con instalaciones de climatización que controlen al mismo tiempo la aportación energética para calefacción y el tratamiento del aire ambiente.

En las piscinas descubiertas el consumo energético prioritario suele ser el del agua caliente de uso sanitario, ya que la reglamentación prohíbe el calentamiento del agua de la piscina utilizando energías convencionales, son instalaciones que aprovechan las energías alternativas.

### **2.6.12 Tratamiento de Desinfección.**

Un agua con aspecto claro y limpio también puede contener bacterias patógenas; la filtración más eficaz no eliminará todos los riesgos. La desinfección permanente del agua es necesaria y tiene dos finalidades:

- ✓ Higiénica

Destruir los virus, bacterias, parásitos, etc. y eliminar los riesgos de contaminación.

- ✓ De seguridad

Impedir el crecimiento de algas y mantenerla limpia.

El agua sin desinfectante, aunque no se utilice, se deteriora pronto por la proliferación de algas y bacterias. Para asegurar la salubridad, el agua ha de ser también desinfectante, porque elimina los microorganismos patógenos que vayan produciéndose.

### **2.6.13 Calderos y Calentadores de agua.**

#### **2.6.13.1 Caldero**

El generador de vapor moderno está constituido por un conjunto integrado de diferentes componentes cuya finalidad es aprovechar lo mejor posible el calor brindado por su combustible para hacer posible la conversión del agua en vapor, elemento de primordial importancia en el campo industrial por sus múltiples aplicaciones.

##### **2.6.13.1.1 Clasificación de un caldero**

Existen diversas maneras de realizar una clasificación de calderos, así, ya sea por disposición de los fluidos y su circulación, el mecanismo de transmisión de calor dominante, el tipo de combustible empleado, la presión de trabajo, el tiro, el modo de operación y parámetros exteriores del caldero ligados a la implantación, ubicación, lugar de montaje y aspectos estructurales.

✚ De acuerdo a la presión de trabajo:

- a) De Presión Alta.- Utilizados básicamente en la generación de potencia, presión de trabajo superior a 64 kg/cm<sup>2</sup> (62.7 bar)
- b) De Presión Media.- Usados en procesos industriales en pequeñas plantas cuya presión de trabajo está entre 20 y 64 Kg/cm<sup>2</sup> (19.6 y 62.7 bar).
- c) De Presión Baja.- Usados en procesos industriales en pequeñas plantas de generación de potencia con una presión de trabajo inferior a 20 Kg/cm<sup>2</sup> (19.6 bar)

✚ Por la posición de los gases y el agua

### **PIROTUBULARES**

Donde los gases, producto de la combustión, fluyen por el interior de los tubos calefactores, mientras que el agua por el exterior de estos: todo esto contenido en una carcasa.

### **ACUOTUBULARES**

Aquí los gases van por el exterior de los tubos, por lo tanto el agua va por el interior de los tubos, todo esto contenido en el interior de una carcasa.

✚ Por la posición y forma de los tubos

Posición de los tubos

- ✓ Verticales
- ✓ Horizontales
- ✓ Inclinados

Forma de los tubos

- ✓ Rectos
- ✓ Curvados

- ✚ Por el servicio prestado
  - ✓ Fijos
  - ✓ Portátiles
- ✚ Por Circulación del agua
  - ✓ De circulación natural.
  - ✓ De circulación asistida.
  - ✓ De circulación forzada.
- ✚ Por el mecanismo de transmisión de calor
  - ✓ De convección.
  - ✓ De radiación.
  - ✓ De radiación y convección.
- ✚ Por el combustible empleado
  - ✓ De carbón mineral
  - ✓ De combustibles gaseosos
  - ✓ De combustibles especiales
  - ✓ De recuperación de calor de gases
  - ✓ Mixtos y Nucleares.

#### **2.6.13.1.2 Partes y componentes de un caldero**

En líneas generales en una caldera se distinguen las siguientes grandes partes:

- a) El hogar con su parrilla (para combustibles sólidos, cenicero y altar), cámara de combustión (donde actúa el quemador), aquí se produce el fenómeno de la combustión y se transfiere calor por radiación.

- b) La caldera propiamente dicha, compuesta de un cuerpo cilíndrico de chapa de acero herméticamente cerrado y expuesto a la acción de las llamas y gases calientes, es aquí donde se transfiere calor por convección. Sus elementos principales lo constituyen: La cámara de agua, cámara de vapor, la superficie de calefacción y la superficie de vaporización.
- c) El conducto de humos y chimenea que conduce a los productos de la combustión desde el hogar hasta el exterior de la chimenea, donde se manifiesta el tiro.
- d) Instrumentos y Controladores (se considera también a los accesorios), estos elementos permiten tomar el control de operación de caldero para obtener el vapor según las características y cantidades deseadas alcanzando mayores niveles de eficiencia.

### **2.6.13.2 Calentadores de agua**

Son equipos que en la actualidad se utilizan con frecuencia dada su efectividad en rendimiento térmico, bajo costo de mantenimiento y por su control automatizado electrónicamente.

Estos calentadores pueden además ser utilizados para hidromasaje pues su doble función permite obtener temperaturas de 30°C para piscinas y 40°C para hidromasajes.

La capacidad de estos calentadores está sujeta al lugar de ubicación geográfica de la piscina, al uso de “cobertores” o cobijas y si son cubiertas o no.

Un calentador de agua, o calentador de lava, calefón, caldera o boiler es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o

la calefacción. A nivel industrial los usos son muy variados tanto para el agua caliente como para el vapor de agua.

Entre los combustibles utilizados se encuentran el gas natural, gas propano (GLP), queroseno y el carbón, aunque cada día se usa más la electricidad, la energía solar, bombas de calor (compresor) de refrigeradores o de acondicionadores de aire, calor reciclado de aguas residuales (no aguas negras) y hasta energía geotérmica. En el caso de las aguas calentadas con energías alternativas o recicladas, estas usualmente se combinan con energías tradicionales.

#### *2.6.13.2.1 Tipos de calentadores de agua*

Los tipos de calentadores de agua más conocidos son:

- ✓ calentador de punto

Estos calentadores son unidades muy pequeñas instaladas a poca distancia del lugar donde se requiere el agua caliente. Son alimentados con electricidad y se activan automáticamente por flujo o manualmente con un interruptor. Su uso se reduce a unas pocas aplicaciones comerciales o domésticas.

Tienen un reducido consumo eléctrico van desde 1500 W a 5000 W. Solo tienen un uso práctico en países de clima templado, dada su baja capacidad de calentamiento.

Podemos encontrar ejemplos de su uso instalados directamente a lavamanos o duchas (regaderas) de punto, comunes en viviendas económicas en países de clima templado.

- ✓ calentador de paso (boiler)

También llamados calentadores instantáneos o calentadores de flujo son también de reducido tamaño en los modelos eléctricos y algo más grandes en los modelos de gas natural o GLP. Son unidades que están apagadas, sin consumir energía, un sensor de flujo se activa cuando detectan circulación de agua e inician su procedimiento de calentamiento. Los modelos eléctricos van desde los 8 kW (1,91kcalorías/s) hasta los 22 kW (5,26 kcalorías/s). Los modelos de gas pueden alcanzar 31,4 kW (8 kcal/s) como es el caso de un calentador de 18 L/min. Los modelos eléctricos están equipados con resistencias calentadoras de inmersión y los de gas encienden una llama que calienta un intercambiador de calor por donde circula el agua.

Los modelos más avanzados están equipados con controles electrónicos de temperatura y caudalímetros. De esta manera el usuario puede seleccionar la temperatura que desea en grados. El controlador electrónico mide el flujo de agua que está circulando, la temperatura de entrada, y gradúa la potencia que aplicarán las resistencias de calentamiento en el caso de los modelos eléctricos o el tamaño de la llama en los modelos a gas.

Los modelos eléctricos pueden aplicar el 99% de la energía consumida al agua, mientras que los modelos a gas alcanzan entre un 80% y un 90% de eficiencia. En el caso de los calentadores a gas la energía no utilizada se libera en forma de gases calientes.

Los modelos eléctricos pueden instalarse en lugares cerrados pues no requieren ventilación, en cambio los de gas deben instalarse en lugares ventilados o, si se instalan en lugares cerrados, deben dirigir los gases que expelen a través de un conducto de ventilación al exterior.

Los calentadores eléctricos tienen ventajas de ahorro de espacio, ahorro de energía y agua caliente ilimitada pero sólo son prácticos en países de clima templado o caliente dada su baja capacidad de calentamiento a grandes flujos de agua, o si la temperatura inicial del agua es muy baja. Además el precio de la energía es más alto que en el caso del gas, a igualdad de calor producido.

Para seleccionar la potencia de un calentador de paso se debe conocer la cantidad de agua que se necesita calentar y a qué temperatura se desea elevar.

#### ✓ Calentadores de acumulación

Los calentadores de acumulación o termos, son los más económicos de explotación; poseen un tanque donde acumulan el agua y la calientan hasta alcanzar una temperatura seleccionada en su termostato. La capacidad de su depósito es muy variable y va desde los 15 litros hasta modelos de 1000 L. Utilizan como energía gas natural, gas propano (GLP), electricidad, carbón, luz solar, madera o keroseno. Para la selección del tamaño se debe considerar la cantidad de agua caliente que se pueda requerir en determinado momento, la temperatura de entrada del agua y el espacio utilizable.

Estos calentadores tienen la ventaja de suministrar agua caliente a temperatura constante por tantos litros como casi la totalidad de depósito. Además admite que se abran varios grifos a la vez sin que se vea afectada la temperatura del agua que surte lo que no ocurre en los calentadores instantáneos. Su desventaja está en el tamaño de su depósito si está mal elegido, pues si se agotase el agua caliente acumulada puede pasar un rato largo antes de que se recupere la temperatura, lo cual depende también de la energía utilizada.

Al momento de escoger un modelo de acumulador se debe tener en cuenta el tipo y calidad de aislamiento térmico que posee. Si se selecciona un modelo económico puede pagarse ese

ahorro después en la cuenta de electricidad o gas, ya que un aislamiento deficiente permite que se escape el calor del agua al ambiente, obligando al calentador a gastar más energía para volver a recuperar la temperatura.

#### 2.6.13.2.2 *Funcionamiento de calentador de gas*

Los calentadores a gas están dotados de un calderín de acero vitrificado y un elemento interior intercambiador para el calentamiento del agua. En la base de este conducto está situada la cámara de combustión del gas y el quemador. La seguridad en la combustión en los modelos con llama piloto está garantizada por la existencia de un termopar, que en caso de apagado de la llama impide el paso del gas al quemador. El termostato de sobrecalentamiento supone una medida adicional de seguridad, impidiendo que la temperatura del agua supere los 95°C. La gran ventaja de los termos a gas viene dada por:

- ✓ La acumulación, que permite dar servicio de agua caliente a varios puntos de consumo simultáneamente (a diferencia de los sistemas de producción instantánea).
- ✓ Su gran potencia de calentamiento, capaz de recuperar la temperatura del agua con mayor rapidez.

#### **2.6.14 Transferencia de calor y termodinámica.**

La transferencia de calor es el proceso de propagación del calor en distintos medios. La parte de la física que estudia estos procesos, se llama a su vez: Transferencia de calor o Transmisión de calor. La transferencia de calor se produce siempre que existe un gradiente térmico o cuando dos sistemas con diferentes temperaturas, se ponen en contacto. El proceso persiste hasta alcanzar el equilibrio térmico, es decir, hasta que se igualan las temperaturas. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos o regiones lo suficientemente próximas, la transferencia de calor no puede ser detenida, solo puede hacerse

más lenta.

La Termodinámica es la ciencia que estudia la relación entre el calor y otras formas de energía. El calor es energía en tránsito. Siempre que existe un gradiente de temperatura en un sistema o se ponen en contacto dos sistemas a diferente temperatura, se transfiere energía entre ellos. Sabemos de esta transferencia, no porque la veamos, sino por los cambios que se producen en el o los sistemas. La Termodinámica basándose en los estados de cada sistema desde un punto de vista macroscópico, es decir, en función de atributos tales como; la presión, la temperatura y el volumen, que se pueden medir, determina si ha habido cambios en la energía interna de los mismos. En cumplimiento del Primer principio y descartada la interacción de trabajo con el exterior, la variación de energía interna solo puede ser debida a calor, es decir, a transferencia de energía de un sistema al otro.

En general, se reconocen tres modos distintos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación, aunque en rigor, solo la conducción y radiación debieran considerarse formas de transmisión de calor, porque solo ellas dependen exclusivamente de un desequilibrio térmico para producirse:

- ✚ Conducción: Es la transferencia de calor que se produce a través de un medio material por contacto directo entre sus partículas, cuando existe una diferencia de temperatura y en virtud del movimiento de sus micropartículas.
- ✚ Convección: La transmisión de calor por convección se compone de dos mecanismos simultáneos. El primero es la transferencia de calor por conducción debida al movimiento molecular, a la que se superpone la transferencia de energía por el movimiento de fracciones del fluido que se mueven accionadas por una fuerza externa.
- ✚ Radiación: se puede atribuir a cambios en las configuraciones electrónicas de los

átomos o moléculas constitutivas. En ausencia de un medio, existe una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas, debido a que todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas.

En general en una piscina cubierta el agua y el aire interior se enfrían y debemos calentarlos para garantizar unas condiciones satisfactorias de confort en el interior. El aire se enfría fundamentalmente por el proceso de deshumectación: es necesario mantener su humedad relativa en los términos que marca la legislación, pero siempre hay un aporte de humedad por el agua evaporada del vaso de la piscina. El proceso de deshumectación consiste en hacer pasar un cierto caudal del aire interior a través de una batería fría, lo que hace condensar parte de su humedad, a la vez que el aire se enfría. Por este motivo es necesario volverlo a calentar para devolverlo a la temperatura ambiente.

En cuanto al agua del vaso de la piscina, podemos encontrar diversas razones por las que el agua pierde calor y es necesario calentarla de forma permanente:

- ✓ Por la evaporación del agua de la piscina

El agua del vaso de la piscina se evapora, pasando al aire ambiente, desde tres superficies distintas: Desde la lámina de agua del propio vaso de la piscina, desde el suelo mojado de las playas (superficie que circunda el vaso de la piscina) y desde el cuerpo de los bañistas recién salidos del agua (por evaporación y arrastre). La denominada “playa mojada” alrededor de la piscina se forma como consecuencia del arrastre de agua por parte de los bañistas que salen del vaso y de las salpicaduras provocadas por los que se están bañando. Su superficie estimada es proporcional al número de bañistas.

Para calcular las pérdidas por evaporación emplearemos la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{evap}} = M_e * C_{\text{vap}}$$

Dónde:

$Q_{\text{evap}}$  = Pérdidas de calor por evaporación, en W.

$M_e$  = Masa de agua evaporada, en kg/h.

$C_{\text{vap}}$  = Calor de vaporización, en  $W/m^2\text{°C}$

- ✓ Por las pérdidas por transmisión de calor

Durante el funcionamiento de la piscina, el agua pierde calor debido también a la transmisión de calor entre ésta y el ambiente o las paredes del vaso. Estas pérdidas dependen de la arquitectura de la piscina y del coeficiente de transmisión térmica del material utilizado. Así pues, las pérdidas por transmisión son:

$$Q_{\text{cond}} = C_t * A * (T_{\text{ag}} - T_{\text{pa}})$$

Dónde:

$Q_{\text{cond}}$  = Pérdidas de calor por conducción, en W.

$C_t$  = Coeficiente de transmisión de muros y solería, en  $W/m^2\text{°C}$

$A$  = Área lateral de la piscina, en  $m^2$ .

$T_{\text{ag}}$  = Temperatura del agua, en  $\text{°C}$ .

$T_{\text{pa}}$  = Temperatura de paredes, en  $\text{°C}$ .

- ✓ Por la renovación continua del agua que exige la normativa

El órgano competente en materia de condiciones higiénico-sanitarias se encargará de verificar el cumplimiento de la constante renovación del agua del vaso de la piscina. Esta agua retirada

será repuesta por agua proveniente de la red de abastecimiento, y por lo tanto a una temperatura inferior a la del vaso. Este hecho representará una pérdida en sí misma que hay que tener en cuenta en el balance energético del vaso. En este sentido, se ha supuesto que el proceso de renovación del agua se realiza de forma continua a lo largo de todo el día, mediante el vaciado de la parte correspondiente hora a hora. Este modo se asemeja bastante a lo que ocurre en la realidad en el procedimiento de operación de la piscina.

La normativa exige la renovación del agua de la piscina por razones higiénicas (5% del volumen del vaso al día), esto provoca una gran pérdida de calor. Es obvio que el tamaño de estas pérdidas depende de la temperatura del agua de la red y de la temperatura del agua de la piscina.

$$Q_{ren} = V_{ren} * \delta * C_e * (T_{ag} - T_{red})$$

Dónde:

$Q_{ren}$  = Pérdidas de calor por renovación, en W.

$V_{ren}$  = Volumen de agua que se retirara, en  $m^3$ .

$\delta$  = Densidad del agua, en  $kg/m^3$

$C_e$  = Calor específico del agua, en  $W/m^2\text{°C}$

$T_{ag}$  = Temperatura del agua, en  $\text{°C}$ .

$T_{red}$  = Temperatura mínima del agua de la red, en  $\text{°C}$ .

### Capítulo III Ingeniería del proyecto (cálculos térmicos e hidráulicos)

#### 3.1 Condiciones generales de cálculo

Tabla 9  
*Consideraciones generales.*

<b>Ubicación de la Piscina y Duchas</b>	<b>Interior</b>
<b>Superficie de la Piscina</b>	1250m <sup>2</sup> (50m x 25m)
<b>Volumen de la Piscina</b>	2500m <sup>3</sup> (25000000Lt.)
<b>Humedad Relativa</b>	65%
<b>Temperatura Deseada de Agua de la Piscina</b>	25°C
<b>Temperatura Deseada de ACS</b>	40°C
<b>Nro. Duchas Varones</b>	10
<b>Nro. Duchas damas</b>	10
<b>Principio de circulación:</b>	Circulación forzada
<b>Transferencia de calor:</b>	Intercambiador de calor interconectado con circuito primario de sistema auxiliar/Intercambiador de calor con acumulador solar
<b>Sistema de circulación:</b>	Sistema abierto/Sistema cerrado
<b>Aporte de energía auxiliar:</b>	Generador de valor en línea centralizado con Quemador mixto de (GLP/DIESEL)
<b>Vaso piscina principal olímpica:</b>	50 x 25 x 2 m
<b>Superficie de la lámina:</b>	1250m <sup>2</sup>
<b>Volumen de agua:</b>	2500m <sup>3</sup>

Fuente: propia.

#### 3.2 Demanda referida al agua de la piscina

En primer lugar, es necesario tener presente que en el recinto hay una fuerte evaporación.

Como consecuencia de ello la obtención de unas condiciones de confort adecuadas evitando

condensaciones, que son los dos objetivos de este tipo de instalaciones, para ello se deberá analizar los siguientes aspectos:

- ✓ Conseguir la temperatura y humedad ambientales adecuadas.
- ✓ El mantenimiento de la temperatura del agua del vaso de piscina.
- ✓ Garantizar el aire de ventilación mínimo higiénico.
- ✓ Evitar las corrientes de aire en la zona de ocupación y sobre la lámina de agua.
- ✓ Evitar que se produzcan condensaciones en los distintos cerramientos como consecuencia de la alta humedad absoluta y relativa del aire ambiente interior.

En cuanto a la temperatura del aire ambiente, la del agua y la humedad ambiental seguiremos la normativa aplicable. Como los usos de la piscina municipal, son diversos, deportistas en competición, recreo, infantil, mayores de 65 años, embarazadas, etc., por ello se tomarán como condiciones de confort las siguientes:

Tabla 10  
*Condiciones de confort*

Condiciones de confort	temperatura (°C)
Temperatura del agua	25°C
Temperatura del aire	27°C
humedad relativa	65%

Fuente: CIATESA

Condiciones requeridas:

- ✓ Forma cuadrada, rectangular.
- ✓ Profundidad (fondo), plano, variable.
- ✓ Temperatura del agua de suministro 15 °C.
- ✓ Temperatura del agua deseada en la piscina 25 °C.

### 3.3 Cálculos y selección de equipos

#### 3.3.1 Cálculo del volumen de agua de la piscina.

La forma de la piscina que analizaremos es una piscina olímpica de profundidad constante.

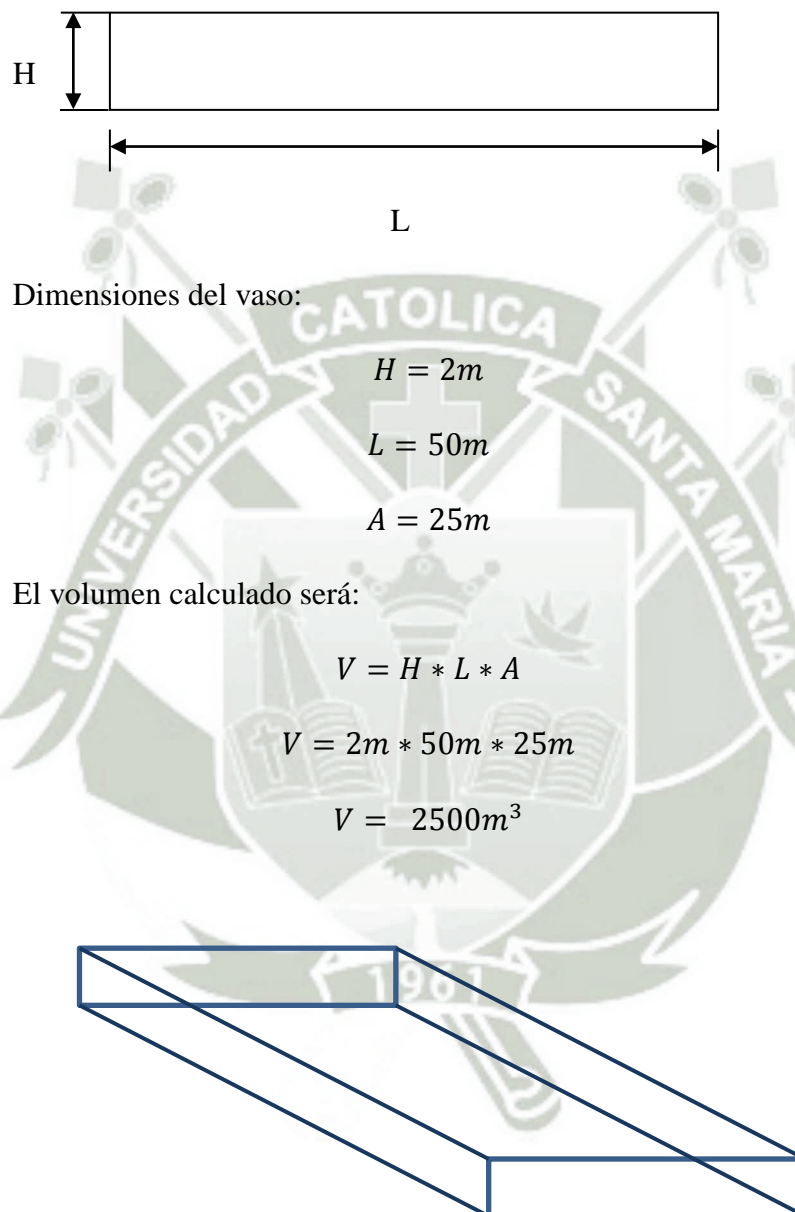


Figura 31. Ilustración del vaso de agua de la piscina.  
Fuente: propia.

#### 3.3.2 Selección de la bomba de filtración.

Se considera que la piscina se rige por una normativa que indica que el tiempo de renovación para piscinas públicas un ciclo cada 8 horas.

También las normativas regulan que las piscinas públicas deberá haber una aportación de agua nueva que será diariamente el 5 % del volumen del agua del vaso.

$$Vt = 2500 \text{ m}^3$$

Tenemos:

$$Qt = \frac{2500\text{m}^3}{8 \text{ h}}$$

Para piscinas públicas un ciclo cada 8h.

$$Qt = 312,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Qt = 1376,05 \text{ gpm}$$

### 3.3.3 Caudal total de succión por los skimmers.

De acuerdo a recomendaciones, se tiene que el 70% de la cantidad de agua en la succión, debe pasar por los Skimmers, y el 30% restante por la rejilla de fondo.

- ✓ Caudal que pasa por los Skimmers.

Si:

$$1376,05 \text{ gpm} \longrightarrow 100\%$$

$$Q_{sk} \longrightarrow 70\%$$

$$Q_{sk} = 963,24 \text{ gpm}$$

$$Q_{sk} = 218,75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

#### 3.3.3.1 Número de Skimmers.

Según recomendaciones de fabricantes de Skimmers de debe colocar 1 Skimmer por cada 50  $\text{m}^2$  de Superficie de piscina esto para piscinas públicas.

$$N^{\circ} sk = \frac{1 \text{ skimmer}}{50m^2} * 1250m^2$$

$$N^{\circ} sk = 25 \text{ skimmers}$$

Por lo tanto se instalaran 25 Skimmers.

Por simetría se distribuyeron 24 Skimmers.

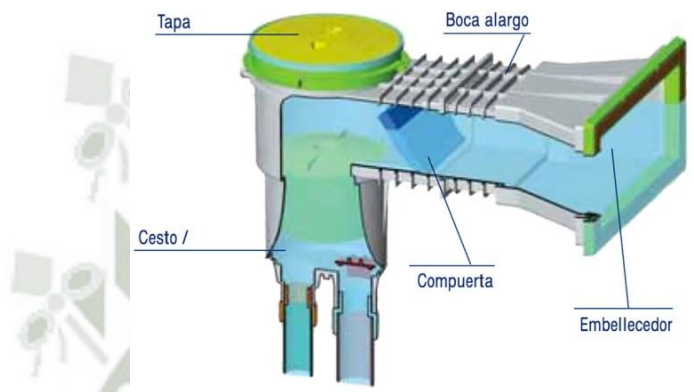


Figura 32. Ilustración de un Skimmer.

Fuente: <http://www.piscinadevinilbh.com.br/category/skimmer-para-piscina/>

### 3.3.3.2 Caudal por cada uno de los Skimmers.

$$Q_{csk} = \frac{Q_{sk}}{N^{\circ}sk}$$

Dónde:

$Q_{csk}$ : Caudal por cada Skimmer, en  $\frac{m^3}{h}$

$Q_{sk}$ : Caudal total de los Skimmers, en  $\frac{m^3}{h}$

$N^{\circ}sk$ : Número de skimmers, en unidades.

$$Q_{csk} = \frac{218,75 \frac{m^3}{h}}{24}$$

$$Q_{csk} = 9,11 \frac{m^3}{h}$$

- ✓ Caudal de la rejilla de fondo.

Se toma el 30% del caudal total.

$$1376,05 \text{ gpm} \longrightarrow 100\%$$

$$Q_f \longrightarrow 30\%$$

$$Q_f = 412,81 \text{ gpm} = 93,75 \frac{m^3}{h}$$

### 3.3.4 Caudal de cada inyector.

El número Skimmers debe ser igual al número de inyectores.

$$Q_{exp} = \frac{Q_t}{N^{\circ} \text{ iny}}$$

Dónde:

$Q_{exp}$  = Caudal de expulsión de cada inyector, en  $m^3/h$

$Q_t$  = Caudal total de retorno, en  $m^3/h$

$N^{\circ} \text{ iny}$  = Número de inyectores, en unidades.

$$N^{\circ} \text{ iny} = N^{\circ} sk = 24$$

$$Q_{exp} = \frac{Q_t}{N^{\circ} \text{ iny}}$$

$$Q_{exp} = \frac{312,5 \frac{m^3}{h}}{24}$$

$$Q_{exp} = 13,02 \frac{m^3}{h}$$

### 3.3.5 Selección de Manifold.

Según Richter la velocidad recomendada para tuberías en succión de bombas centrifugas es de 0,5 m/s.

$$Caudal = 0,5 \frac{\pi D^2}{4}$$

$$312,5 \frac{m^3}{hr} \times \frac{1hr}{3600s} = 0,5 \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = 470mm$$

### 3.3.6 Selección del diámetro de las tuberías.

Estas tuberías tendrán diámetros diferentes, ya que tanto los Skimmers como los inyectores, manejan diferentes caudales debido a que tenemos sistema de tuberías ramificadas, además el material de las tuberías será de PVC con una resistencia mínima de trabajo de 1 MPa (144,7 psi).

El diámetro de las tuberías se selecciona con su respectivo caudal en el ANEXO 2.

Asumiendo velocidades de 3, 2 y 1 m/s para cada tramo respectivamente.

Para los skimmers se selecciona 2 diámetros.

Tubería para las tomas de cada skimmer (1 tramo).

#### 3.3.6.1 *Calculo de Diámetro de aspiración de Skimmers.*

Según Richter la velocidad recomendada en tuberías principales muy largas es de 3 m/s.

##### ✓ TRAMO AB

$$218,75 \frac{m^3}{hr} \times \frac{1}{3600} = 0,06076 \frac{m^3}{s}$$

$$0,06076 = 3 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\phi = 160,59 mm$$

$$\phi = 6"$$

✓ TRAMO BC

$$\frac{109,375}{3600} = 3 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\phi = 113,55 \text{ mm}$$

$$\phi = 4''$$

✓ TRAMO CD

$$\frac{72,935}{3600} = 3 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\phi = 90,0 \text{ mm}$$

$$\phi = 4''$$

✓ TRAMO DE

$$\frac{36,44}{3600} = 3 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\phi = 65 \text{ mm}$$

$$\phi = 3''$$

### 3.3.6.2 *Calculo De Diámetro De Tubería De Llenado*

Según Richter la velocidad recomendada para tuberías principales será de 2 m/s.

✓ TRAMO ABC

$$\frac{156,25}{3600} = 2 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\varnothing = 166.23 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 6''$$

✓ **TRAMO CDE**

$$\frac{83,37}{3600} = 2 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\varnothing = 121.0 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 4''$$

**3.3.6.3** *Calculo de Diámetro de Sumideros, boquillas de Retorno de agua en el piso.*

Según Richter la velocidad recomendada en tuberías principales y retorno es de 1 m/s.

✓ **TRAMO AB**

$$\frac{93,75}{3600} = 1 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\varnothing = 182,0 \text{ mm} = 8''$$

✓ **TRAMO BCD**

$$\frac{46,875}{3600} = 1 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\varnothing = 128,76 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 5''$$

### 3.3.7 Cálculo de Rebosadero.

Por recomendación en la normativa vigente, el caudal que caerá en la canaleta será de 0,5% del caudal total de la piscina.

#### ✓ SELECCION DE LA CANALETA

$$\frac{15625}{3600} = \frac{Dh^2}{4} = 0,25$$

$$Dh = 148 \text{ mm}$$

50% plus

Seria 250 x 200

Área de canaleta

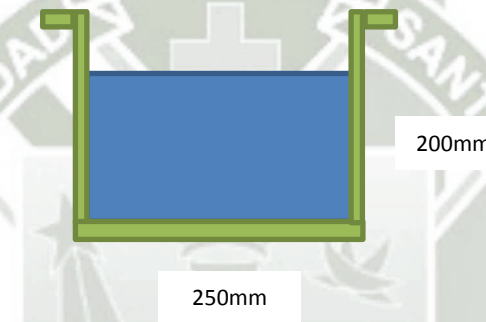


Figura 33. Rebosadero de piscina.  
Fuente: [www.lawebdelaspiscinas.es](http://www.lawebdelaspiscinas.es)

### 3.3.8 Selección del Tanque de Compensación.

El tanque de compensación es aquel que captará el agua que se almacena en la canaleta perimetral de la piscina, este tanque entrará en servicio cuando el volumen del agua de la piscina haya descendido y se estima según recomendaciones que el tiempo de retorno del agua a la piscina será de 10 minutos, calculamos las dimensiones del tanque.

$$Vm = Qt * t$$

$$Vm = 312,5 \frac{m^3}{h} * 0,17 h$$

$$Vm = 52,08 m^3$$

Si sabemos que:

$$Vm = A * h$$

$$Vm = \frac{\pi * D^2}{4} * h$$

Tomamos una relación  $h=4D$  tenemos:

$$Vm = \frac{\pi * D^2}{4} * 4 * D$$

$$D^3 = \frac{Vm}{\pi}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{52,08 m^3}{\pi}}$$

$$D = 2,56 m$$

$$h = 10 m$$

### 3.3.9 Selección del filtro de arena.

La selección del filtro de arena la realizamos en el ANEXO 3 con un  $Qt = 312,5 \frac{m^3}{h}$  si no hay un caudal exacto tomamos más de uno trabajando en paralelo entonces se selecciona 11 filtros Marca *Hayward* Modelo “S360SX”.

Además se recomienda una de presión en estos filtros de 50 psi.

### 3.3.10 Parámetros de selección de la bomba de agua.

Lugar: Pedregal- Arequipa

Altitud: 1410 m.s.n.m.

Humedad: 50-60%

Temperatura: 10- 25 °C

Fluido: Agua

✚ Ecuación de Bernoulli

$$Hb = \frac{P2 - P1}{\gamma} + Z2 - Z1 + \frac{V2^2 - V1^2}{2 * g} + \left( f * \frac{L}{D} + \Sigma K + f * \frac{\Sigma Leq}{D} \right) * \frac{8 * Q^2}{\pi^2 * D^4 * g}$$

Se desprecia los valores de presión en la entrada ni en la salida de igual manera las velocidades de entrada y salida.

$$Hb = Z2 - Z1 + \left( f * \frac{L}{D} + \Sigma K + f * \frac{\Sigma Leq}{D} \right) * \frac{8 * Q^2}{\pi^2 * D^4 * g}$$

Tabla 11  
*Rugosidad absoluta de materiales.*

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	ε (mm)	Material	ε (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Fuente: Miliarium.

Cálculos de número de Reynolds:

$$N^{\circ}Re = \frac{D * v * \rho}{\mu}$$

Dónde:

D: diámetro interior del tubo PVC, en m.

ρ: densidad del agua (kg/m<sup>3</sup>).

μ: viscosidad del agua (N\*s/m<sup>2</sup>).

ε: rugosidad absoluta de la tubería (mm).

$$N^{\circ}Re = \frac{D * v * \rho}{\mu}$$

$$N^{\circ}Re = \frac{0,1524m * 3,33 \frac{m}{s} * 1000 \frac{kg - m}{m^3}}{0,00089 \frac{N * s}{m^2}}$$

$$N^{\circ}Re = 570216$$

Cálculo de rugosidad relativa:

$$\epsilon r = \frac{\epsilon}{D}$$

$$\epsilon r = \frac{0,0015 \text{ mm}}{152,4 \text{ mm}} = 0,0000098$$

Del ábaco de factor de fricción ANEXO 8, tenemos:

$$f = 0,013$$

De la siguiente tabla tomamos las pérdidas en las conexiones.

Tabla 12.  
*Valores K para conexiones.*

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Fuente: Miliarium.

Tabla 13.  
*Perdidas secundarias en la tubería.*

Accesorio	diámetro	N. de accesorios	k	Σk	Leq	ΣLeq
codo de 90°	4	10	1,8	18	1,2	12
filtro de arena	4	1	0	0	3,5	3,5
colector		35	0	0	1	35
válvula check	4	1	2	2	6,8	6,8
válvula globo	4	2	0,2	0,4	36	72
válvula de 3 vías	4	2	0	0	40	80
			Σk	20,4	ΣLeq	209,3

Fuente: propia

$$H_b = Z_2 - Z_1 + \left( f * \frac{L}{D} + \Sigma K + f * \frac{\Sigma Leq}{D} \right) * \frac{8 * Q^2}{\pi^2 * D^4 * g}$$

Tomamos una longitud de tubería de 35m y hallamos la curva del sistema:

$$H_b = 0m + \left( 0,015 * \frac{35m}{0,0946m} + 20,4 + 0,015 * \frac{209,3m}{0,0946m} \right) * \frac{8 * Q^2}{\pi^2 * (0,0946m)^4 * 9,81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_b = 61011,88 * Q^2$$

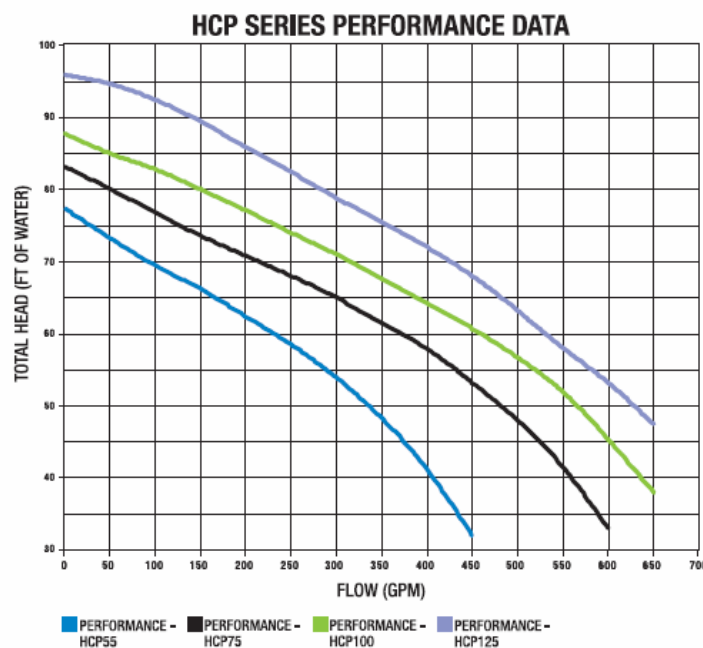


Figura 34. Curva de la bomba HAYWARD  
Fuente: Catalogo HAYWARD

Como se observa la Figura 34 de la curva el caudal se encuentra en GPM y la altura en pies de  $H_2O$  y en la ecuación de la curva del sistema se trabaja con caudal en  $\frac{m^3}{s}$  y la altura en metros por lo que debemos hallar una nueva curva del sistema con las unidades de la Figura 34.

Tabla 14  
Conversión unidades.

Q (GPM)	Q (m3/s)	Hb (m H2O)	Hb (pies H2O)
100	0.0063	2.428	7.97
200	0.0126	9.712	31.86
300	0.0189	21.852	71.69
400	0.0252	38.848	127.45
500	0.0315	60.699	199.14
600	0.0379	87.407	286.77

Fuente: propia.

Con estos valores graficamos nuestra curva de sistema y seleccionar la bomba obteniendo sus condiciones de operación.

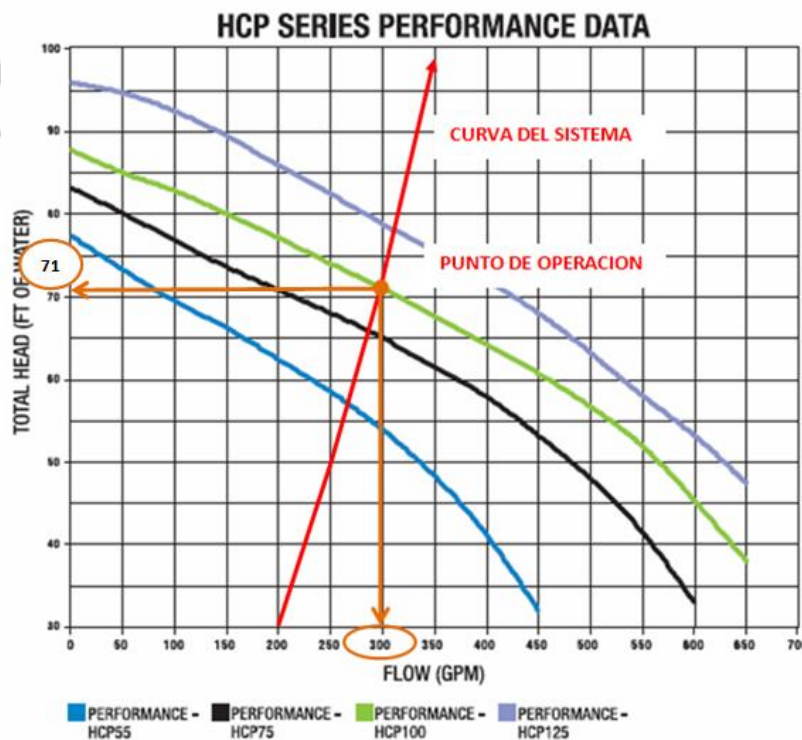


Figura 35. Punto de operación de la bomba.  
Fuente: catalogo HAYWARD.

**Modelo HCP100**

**Caudal de 300 GPM**

**Altura de 71,7 pies de H<sub>2</sub>O**

**Eficiencia de 73%**

### 3.3.10.1 Potencia teórica de la bomba de filtración.

Se calcula mediante la fórmula:

$$Pt = \gamma * H * Q$$

Dónde:

Pt: Potencia teórica de la bomba, en W

$\gamma$ : Peso específico del agua, en N/m<sup>3</sup>

H: Altura útil efectiva, en m

Q: Caudal, en m<sup>3</sup>/s

Con los datos anteriores calculamos la potencia de la bomba.

$$Q = 300 \text{ GPM} = 0,0189 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$H = 71,7 \text{ pies H}_2\text{O} = 21,85 \text{ m}$$

$$Pt = 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 21,85 \text{ m} * 0,0189 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Pt = 4051,18 \text{ W}$$

$$Pt = 5,43 \text{ HP}$$

### 3.3.10.2 Potencia real de la bomba de filtración.

$$Pr = \frac{Pt}{n}$$

Dónde:

Pr: Potencia real de la bomba, en *HP*.

Pt: Potencia teórica de la bomba, en *HP*.

n: Eficiencia, en %

$$Pr = \frac{5,43 \text{ HP}}{0,73}$$

$$Pr = 7,44 \text{ HP}$$

A continuación se realizarán todos los cálculos necesarios para poder conocer la demanda energética y poder posteriormente dimensionar los equipos más adecuados:

### 3.3.11 Masa de evaporación.

La evaporación en la lámina de agua será mayor cuando la ocupación de la piscina sea mayor. Además si la velocidad del aire es grande, también se favorece este fenómeno, al igual que las paredes y bañistas mojados. También el calor latente de los bañistas y del público así como el aire exterior usado para ventilar ya que puede contener más humedad que el aire interior.

De las diversas ecuaciones aplicables para el cálculo de la deshumidificación, se ha escogido la de Bernier para piscinas cubiertas, ya que contempla la suma de dos términos:

- ✓ Piscina sin agitación (coeficiente 16)
- ✓ Piscina con ocupación (coeficiente  $133 \cdot nb$ )

$$Me = S * [(16 + 133 * nb) * (We - Ga * Was)] + 0.1 * N$$

Dónde:

Me = masa de agua evaporada, en kg/h

S = superficie de piscina, en m<sup>2</sup>

We = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua, en  $\frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{aire}}}$

Was = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire interior, en  $\frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{aire}}}$

$G_a$  = grado de saturación

$n_b$  = n° de nadadores

$N$  = n° total de ocupantes (espectadores)

Las siguientes propiedades se seleccionan de la tabla 15 con sus respectivas temperaturas

$W_e = 0,02$  a  $25^\circ C$

$W_{as} = 0,0225$  a  $27^\circ C$

$S = 50m * 25m = 1250m^2$

$n_b = 150$  bañistas

$N_e = 100$  espectadores

Tabla 15  
Humedad absoluta del aire saturado.

T °C	Humedad absoluta: W (Kg AGUA / Kg AIRE)
20	0,0147
21	0,0155
22	0,0165
23	0,0177
24	0,0187
25	0,0200
26	0,0213
27	0,0225
28	0,0240
29	0,0255
30	0,0270

Fuente: CIATESA

✓ Agua en reposo

$$M_{e_1} = S * 16 * (W_e - G_a * W_{as})$$

$$M_{e_1} = 1250m^2 * 16 * \left( 0,02 \frac{kg_{agua}}{kg_{aire}} - 0,65 * 0,0225 \frac{kg_{agua}}{kg_{aire}} \right)$$

$$M_{e_1} = 107,5 \frac{kg}{h}$$

- ✓ Agua con bañistas

$$Me_2 = 133 * nb * (We - Ga * Was)$$

$$Me_2 = 133 * 150 * \left( 0,02 \frac{kg_{agua}}{kg_{aire}} - 0,65 * 0,0225 \frac{kg_{agua}}{kg_{aire}} \right)$$

$$Me_2 = 107,23 \frac{kg}{h}$$

- ✓ Masa de evaporación total

$$Me = Me_1 + Me_2 + 0.1 * Ne$$

$$Me = 107,5 + 107,23 + 0,1 * 100$$

$$Me = 224,73 \frac{kg_{agua}}{h}$$

Por tanto, es conveniente que la temperatura del agua no sea excesivamente alta y que la temperatura del aire sea siempre mayor que la del agua para que la evaporación y las condiciones de confort sean las adecuadas. Puesto que cuanto mayor sea la temperatura del agua será mayor su humedad absoluta en la saturación y como consecuencia aumentará la cantidad de agua evaporada, en las mismas condiciones del aire ambiente.

### 3.3.12 Pérdidas de calor del agua del vaso de la piscina.

Para poder mantener la temperatura del vaso es preciso conocer las diferentes pérdidas de calor provocando el siguiente balance de energía:

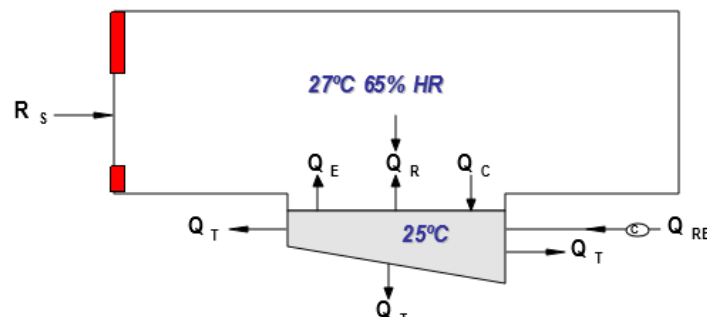


Figura 36. Esquema de los aportes de calor y las pérdidas en la piscina.

Fuente: CIATESA

QE = pérdidas por evaporación del agua del vaso

QR = pérdidas por radiación de calor

QC = pérdidas por convección de calor

QT = pérdidas por transmisión

QRE = pérdidas por renovación del agua del vaso

A continuación se analizan cada uno de estos tipos de pérdidas:

### 3.3.12.1 Pérdidas por evaporación.

El agua al evaporarse del vaso de la piscina, absorbe calor enfriando el resto del agua y bajando la temperatura del agua del vaso. Por tanto, cuanto mayor sea la evaporación mayor será el enfriamiento del agua del vaso. Para calcular las pérdidas por evaporación emplearemos la siguiente ecuación:

$$Q_{evap} = M_e * C_{vap}$$

Dónde:

Q<sub>evap</sub> = Pérdidas de calor por evaporación, en W.

M<sub>e</sub> = Masa de agua evaporada, en kg/h.

C<sub>vap</sub> = Calor de vaporización, en W/m<sup>2</sup>°C (25°C será de 678,42 Wh/kg).

$$Q_{evap} = 224,73 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 678,42 \frac{\text{W} * \text{h}}{\text{kg}}$$

$$Q_{evap} = 152461,33 \text{ W}$$

$$Q_{evap} = 152,46 \text{ Kw}$$

### 3.3.12.2 Pérdidas por radiación.

Para calcular las pérdidas que el vaso de la piscina por radiación se utiliza la fórmula de Stefan-Boltzmann. Estas dependen de la diferencia entre la temperatura media del agua y de los cerramientos del recinto.

$$Q_{rad} = S * \epsilon a * \sigma * (T_{ag} - T_{rec})$$

Dónde:

$Q_{rad}$  = Pérdidas de calor por radiación, en W.

$\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzmann:  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

$\epsilon a$  = Emisividad del agua

$T_{ag}$  = Temperatura del agua (°C)

$T_{rec}$  = Temperatura del recinto (°C)

$S$  = Superficie de los vasos de las piscinas, en  $\text{m}^2$

Como se tiene piscina cubierta estas pérdidas se desprecian.

### 3.3.12.3 Pérdidas por convección.

Las pérdidas por convección son también pequeñas por el mismo motivo que en el caso de las de radiación. Además, se da el caso de tener una ganancia en lugar de pérdidas ya que la temperatura del recinto es superior a la del agua. Para calcular las pérdidas por convección utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q_{con} = S * 0,6246 * (T_{ag} - T_a)^{4/3}$$

Dónde:

$Q_{con}$  = Pérdidas de calor por convección, en W.

$S$  = Superficie de los vasos de las piscinas, en  $\text{m}^2$ .

$T_{ag}$  = Temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_a$  = Temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Como el recinto se encuentra a similar temperatura estas pérdidas se desprecian.

### 3.3.12.4 Pérdidas por renovación.

La normativa exige la renovación del agua de la piscina por razones higiénicas (5% volumen del vaso al día), esto provoca una gran pérdida de calor. Es obvio que el tamaño de estas pérdidas depende de la temperatura del agua de la red y de la temperatura del agua de la piscina.

$$Q_{ren} = V_{ren} * \delta * C_e * (T_{ag} - T_{red})$$

Dónde:

$Q_{ren}$  = Pérdidas de calor por renovación, en W.

$\delta$  = Densidad del agua, en  $\text{kg}/\text{m}^3$

$C_e$  = Calor específico del agua, en  $\text{W}/\text{m}^2\text{^{\circ}\text{C}}$

$T_{ag}$  = Temperatura del agua, en  $^{\circ}\text{C}$ .

$T_{red}$  = Temperatura mínima del agua de la red, en  $^{\circ}\text{C}$ .

Teniendo en cuenta que el volumen del vaso es de:

$$V_{ren} = 0,05 * V_T$$

$$V_{ren} = 0,05 * 2500\text{m}^3 = 125 \text{m}^3$$

$$\delta = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$C_e = 1,16 \frac{\text{W} * \text{h}}{\text{kg} * ^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{ag} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{red} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{ren} = 125\text{m}^3 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,16 \frac{\text{W} * \text{h}}{\text{kg} * ^{\circ}\text{C}} * (25^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C})$$

$$Q_r = 1450000 \text{ W} * \text{h}$$

✓ Pérdida diaria

$$Q_{ren} = 1450000 \text{ W} * \text{h} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}}$$

$$Q_{ren} = 60416,67 \text{ W}$$

$$Q_{ren} = 60,42 \text{ kW}$$

### 3.3.12.5 Pérdidas por conducción.

Estas pérdidas dependen de la arquitectura de la piscina y del coeficiente de transmisión térmica del material utilizado. Así pues, las pérdidas por conducción son:

$$Q_{cond} = C_t * A * (T_{ag} - T_{pa})$$

Dónde:

$Q_{cond}$  = Pérdidas de calor por conducción, en W.

$C_t$  = Coeficiente de transmisión de muros y solería, en  $\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$

$A$  = Área lateral de la piscina, en  $\text{m}^2$ .

$T_{ag}$  = Temperatura del agua, en  $^{\circ}\text{C}$ .

$T_{pa}$  = Temperatura de paredes, en  $^{\circ}\text{C}$ .

$$Ct = 1,50 \frac{W}{m^2 * ^\circ C}$$

$$A = 2 * (A1 + A2) + A3$$

$$A = 2 * (50m * 2m + 25m * 2m) + 50m * 25m$$

$$A = 2 * (100m^2 + 50m^2) + 1250 m^2$$

$$A = 1550 m^2$$

$$Tag = 25^\circ C$$

$$Tpa = 20^\circ C$$

$$Q_{cond} = 1,50 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 1550 m^2 * (25 - 20)^\circ C$$

$$Q_{cond} = 11625 W = 11.63 kW$$

### 3.3.12.6 *Resumen de pérdidas por transferencia de calor en la piscina.*

Tabla 16  
*Resumen de pérdidas de calor.*

Resumen de pérdidas de calor

Perdidas	kW	%
perdidas por evaporación	152,46	67,9
perdidas por radiación	0,00	0
perdidas por convección	0,00	0
perdidas por renovación	60,42	26,9
perdidas por transmisión	11,63	5,2
Ganancias	0,00	0
Total	224,51	100

Fuente: propia

A la vista de estos datos, es fácil concluir, que desde el punto de vista de Ahorro Energético, habría que actuar sobre las pérdidas por evaporación, durante las horas de no utilización de la piscina, colocando una manta térmica que cubra la lámina de agua, y recuperar mediante un intercambiador de placas la energía calorífica de los casi 125m<sup>3</sup> de agua a 25°C que hay que tirar diariamente.

Con estas dos actuaciones se podría ahorrar hasta un tercio de la energía consumida, teniendo en cuenta que más de ocho horas diarias casi no habría pérdidas por evaporación y que fácilmente podríamos recuperar el 50% de las pérdidas por renovación del agua mediante un intercambiador agua -agua para precalentar el agua de reposición.

### 3.3.13 Potencia necesaria para la puesta en marcha.

Cuando se tenga que llenar el vaso de la piscina completamente con agua de red, la potencia calorífica necesaria es superior a la de mantenimiento, que es la que hemos calculado anteriormente. Para determinarla tendremos que aplicar la siguiente fórmula.

$$P_o = \frac{V * \delta * C_e * (T_{ag} - T_{red})}{t}$$

Dónde:

P<sub>o</sub> = Potencia necesaria para calentar el agua, en W.

V = Volumen de agua, en m<sup>3</sup>.

δ = Densidad del agua, en Kg/m<sup>3</sup>.

C<sub>e</sub> = Calor específico del agua, en KJ/Kg.

T<sub>ag</sub> = Temperatura del agua, en °C.

T<sub>red</sub> = Temperatura del agua de la red, en °C.

t = Tiempo necesario, en horas.

$$V = 2500\text{m}^3$$

$$\delta = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$C_e = 1,16 \frac{\text{W} * \text{h}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}}$$

$$T_{\text{ag}} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{red}} = 15^\circ\text{C}$$

$$t = 48 \text{ hrs} = 2 \text{ dias}$$

$$P_o = \frac{2500\text{m}^3 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,16 \frac{\text{W} * \text{h}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (25 - 15)^\circ\text{C}}{48 \text{ hrs}}$$

$$P_o = 604,167 \text{ kW}$$

### 3.3.14 Potencia total requerida.

$$P_t = P_o + Q_p$$

Dónde:

$P_t$  = Potencia teórica del equipo calefactor, en kW

$P_o$  = Potencia necesaria para calentar el agua, en kW

$Q_p$  = Pérdidas de calor en la piscina, en kW

$$P_t = 604,167 \text{ kW} + 224,51 \text{ kW}$$

$$P_t = 828,68 \text{ kW}$$

### 3.3.15 Calentamiento de agua.

#### 3.3.15.1 Paneles solares.

Comúnmente son de fabricación nacional, sus dimensiones son: largo 5 m y ancho 1,20 m, en estructura soportante de plancha galvanizada de 1,0 mm de espesor. El panel solar consta de un serpentín de tubería de cobre de  $\frac{1}{2}$  " – 1 " de diámetro embutido dentro de una base de poliuretano liquido de color negro asfáltico y sobre este como tapa se colocan planchas de vidrio de 3,0 mm de espesor de color negro.

Complementariamente se utiliza un control de temperatura solar, sensores de temperatura y caballetes que le den inclinación a los paneles. Los resultados obtenidos en nuestro medio son buenos aunque su costo inicial es bastante alto.

La piscina tiene los siguientes requerimientos:

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

#### 3.3.15.2 Recurso energético disponible.

Es la cantidad de radiación solar que llega a la superficie de la tierra, y se determina por la expresión:

$$G = G_0 * \left( a + b * \frac{n}{N} \right)$$

Dónde:

G = Radiación solar incidente en la superficie terrestre, en  $\text{W}/\text{m}^2$

$G_0$  = Constante solar o radiación que llega a la atmósfera superior, en  $\text{W}/\text{m}^2$

a, b = Dispersión de la radiación al atravesar la atmósfera

n = Número de horas de sol brillante (heliofanía)

N = Número máximo de horas de sol al día

$$G_o = 1367 \frac{W}{m^2}$$

$$a = 0,367 \text{ (SEAMHI)}$$

$$b = 0,396 \text{ (SEAMHI)}$$

$$n = 8,7 \text{ hrs (SEAMHI)}$$

$$N = 11 \text{ hrs}$$

$$G = 1367 \frac{W}{m^2} * (0,367 + 0,396 * \frac{8,7}{11})$$

$$G = 929,83 \frac{W}{m^2}$$

### 3.3.15.3 *Potencia necesaria para calentamiento.*

La demanda energética para calentar el agua de la piscina se determinó anteriormente.

$$P = P_o = 828,68 \text{ kW}$$

Es la cantidad de energía que se requiere para un determinado fin, en el caso que se requiera calentar agua se determinará esta demanda mediante la determinación del calor requerido para elevar la temperatura deseada del fluido:

$$A = \frac{P}{G * \eta}$$

Dónde:

$A$  = Área total de colector, en  $m^2$ .

$P$  = Potencia necesaria, en W.

$G$  = Radiación solar incidente en la superficie terrestre, en  $W/m^2$ .

$\eta$  = Eficiencia de colector.

$$A = \frac{828680 \text{ W}}{929,83 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 0,7}$$

$$A = 1273,17 \text{ m}^2$$

#### 3.3.15.4 *Numero de colectores solares*

Se toma colectores solares con dimensiones de 5 m de largo y 1,2 m de ancho, lo cual tenemos un área de  $6 \text{ m}^2$  por colector.

$$N_c = \frac{A}{A_c}$$

$$N_c = \frac{1273,17 \text{ m}^2}{6 \frac{\text{m}^2}{\text{colector}}}$$

$$N_c = 212,2 \approx 212 \text{ colectores}$$

La distribución de los colectores sobre el techo de la piscina podemos verlos en el anexo 14 PLANOS.

#### 3.3.16 **Calentadores de agua vs Calderos.**

Debemos tener en cuenta que la finalidad de estos equipos es proporcionar calor al agua para su utilización ya sea para calentamiento de piscinas o ACS. Primero empezaremos con la selección de calentadores de agua.

##### 3.3.16.1 *Calentadores de agua.*

Son equipos que en la actualidad se utilizan con frecuencia dada su efectividad en rendimiento térmico, bajo costo de mantenimiento y por su control automatizado electrónicamente.

Estas calderas pueden además ser utilizados para hidromasaje pues su doble función permite obtener temperaturas de 30°C para piscinas y 40°C para hidromasajes.

La capacidad de estas calderas están sujeta al lugar de ubicación geográfica de la piscina, al uso de “cobertores” o cobijas y si son cubiertas o no.

#### 3.3.16.1.1 Potencia requerida

La potencia requerida se tiene de anteriores cálculos:

$$P = 604166,7 \text{ W}$$

$$P = 2061502,3 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

Para calcular los calentadores necesarios tan solo se necesita dividir la potencia requerida para calentamiento entre la potencia de algún calentador en especial:

$$\text{Numero de calentadores} = \frac{2061502 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}}{400000 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}} = 5 \text{ calentadores}$$

#### 3.3.16.1.2 Selección de equipo calentador

- ✓ Calentador para piscina a gas
- ✓ Nombre del equipo: HAYWARD
- ✓ Modelo: H400
- ✓ Capacidad: 400000BTU/H
- ✓ Voltaje: 120/240 VAC 60Hz
- ✓ Combustible: GLP o Gas Natural
- ✓ Caudal: Min 25.36GPM – Max 125.22GPM
- ✓ Cuota de Quema: 8,3 Kg/h

- ✓ Peso: 138 Kg
- ✓ Tamaño: 0.383 m<sup>3</sup>

### 3.3.16.1.3 Tipo de combustible

El combustible para el funcionamiento de los equipos seleccionados es gas (GLP) que se adquiere en bombonas de 45 Kg.

### 3.3.16.1.4 Tuberías

Para realizar la instalación de los calentadores, se requerirá de tuberías galvanizada cedula 40 de diámetros de acuerdo a los cálculos realizados para el caudal. Estas tuberías son de 3", 2 1/2" y 2", respectivamente.

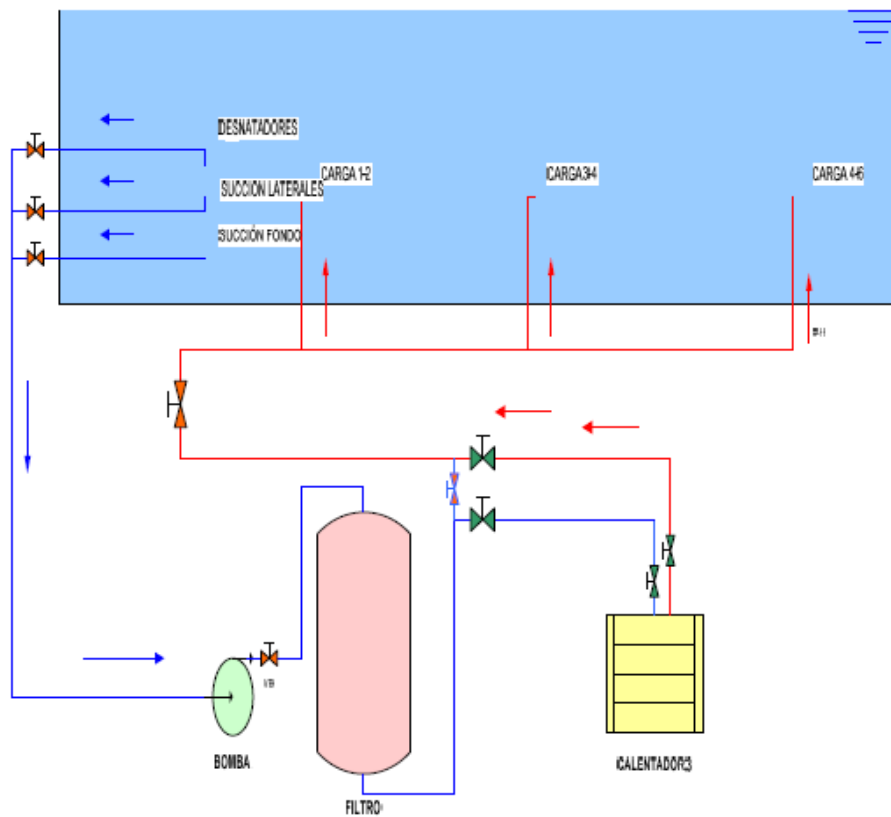


Figura 37. Esquema de la distribución de válvulas propuesto en el sistema.  
Fuente: propia.

### 3.3.16.2 Caldero.

Para la selección del caldero tan solo se necesita realizar una operación para determinar la potencia:

$$\text{Potencia} = \frac{2061502 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}}{33450 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}} = 60 \text{ BHP}$$

Con este valor podemos seleccionar la caldera adecuada, por lo tanto se podrá seleccionar una caldera de 60 BHP de la marca INTESA.

Tabla 17  
*Características de caldera INTESA de 60 BHP.*

MARCA	INTESA
<b>POTENCIA DE LA CALDERA-BHP</b>	60
<b>SUPERFICIE DE CALEFACCION LADO FUEGO (PIES CUADRADOS)</b>	300
<b>Lbs. Vapor/hora a 212 °F</b>	2070
<b>MILES de BTU/hr</b>	2009
<b>Consumo de combustible No. 2 (GPH)</b>	17,9
<b>Consumo de combustible Bunker No. 6 (GPH)</b>	-
<b>Gas 1000 btu/pie cubico (MBH)</b>	2511
<b>Altura total A (pulg).</b>	72
<b>Ancho total B (pulg).</b>	70
<b>Largo total C (pulg).</b>	110
<b>CHIMENEA D (pulg).</b>	14
<b>Contenido de agua (Gls).</b>	330
<b>Peso neto Kg.</b>	3400

Fuente: Libro de Suministros Energeticos-2013

### 3.3.17 Agua Caliente Sanitaria (ACS).

El agua fría se calentará desde 15° C hasta 40°C.

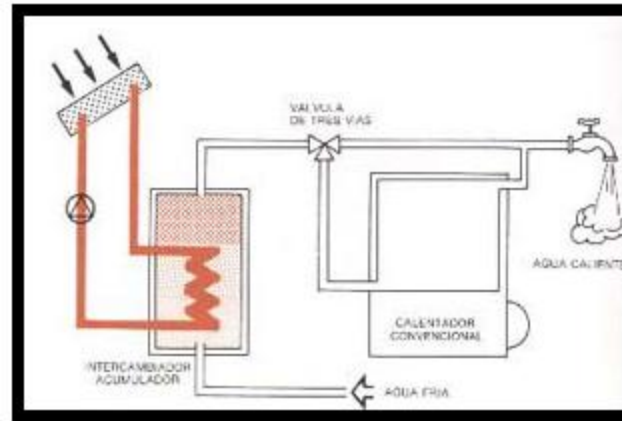


Figura 38. Sistema de instalación hidráulica de ACS.  
Fuente: solartec.

Para el cálculo de las necesidades energéticas y de suministro de agua para el agua caliente sanitaria (ACS), se han tomado las consideraciones del Reglamento Sanitario de Piscinas y los valores exigidos por el CTE (Código Técnico de la Edificación).

Las consideraciones del reglamento:

- ✓ Mínimo una ducha por cada 60 y 70 metros cuadrados de lámina de agua del estanque respectivamente y distribuyéndose en igual número para el uso de ambos sexos.
- ✓ Mínimo un inodoro por cada 150 y 200  $m^2$  de lámina de agua del estanque tanto para mujeres y varones respectivamente. Para el caso de varones se agregará un urinario por cada inodoro.
- ✓ Se colocarán lavatorios en la proporción de uno por cada inodoro, en los servicios higiénicos para uso de uno y otro sexo.

### 3.3.17.1 Número de duchas.

- Para hombre y mujeres:

$$N^{\circ} \text{ duchas} = \frac{1 \text{ ducha}}{60 \text{ m}^2} * 1250 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ} \text{ duchas} = 20,8 \approx 20$$

### 3.3.17.2 Número de inodoros.

- Para hombres:

$$N^{\circ} \text{ inodoros} = \frac{1 \text{ inodoro}}{200 \text{ m}^2} * 1250 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ} \text{ inodoros} = 6,25 \approx 6$$

- Para mujeres:

$$N^{\circ} \text{ inodoros} = \frac{1 \text{ inodoro}}{150 \text{ m}^2} * 1250 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ} \text{ inodoros} = 8,3 \approx 8$$

### 3.3.17.3 Número de urinarios.

$$N^{\circ} \text{ urinarios} = N^{\circ} \text{ inodoros}$$

$$N^{\circ} \text{ urinarios} = 6$$

### 3.3.17.4 Número de lavatorios.

- Para hombres:

$$N^{\circ} \text{ lavatorios} = N^{\circ} \text{ inodoros}$$

$$N^{\circ} \text{ lavatorios} = 6$$

- Para mujeres:

$$N^{\circ} \text{ lavatorios} = N^{\circ} \text{ inodoros}$$

$$N^{\circ} \text{ lavatorios} = 8$$

### 3.3.17.5 Caudal de agua.

- ✓ Ducha: 0,2 l/s.
- ✓ Lavatorio: 0,05 l/s.
- ✓ Inodoro: 0,1 l/s.
- ✓ Urinario: 0,04 l/s

#### 3.3.17.5.1 Cálculo de caudal de agua en la instalación

- En duchas:

$$\dot{V}_{ducha} = 0,2 \frac{l}{s} * 20$$

$$\dot{V}_{ducha} = 4 \frac{l}{s}$$

- En lavatorios:

$$\dot{V}_{lav} = 0,05 \frac{l}{s} * (8 + 6)$$

$$\dot{V}_{lav} = 0,7 \frac{l}{s}$$

- En inodoros:

$$\dot{V}_{inod} = 0,1 \frac{l}{s} * (8 + 6)$$

$$\dot{V}_{inod} = 1,4 \frac{l}{s}$$

- En urinarios:

$$\dot{V}_{urin} = 0,04 \frac{l}{s} * 6 = 0,24 \frac{l}{s}$$

Tabla 18  
*Resumen de cálculo de consumo de agua.*

Resumen de Cálculo de consumo de agua				
Sanitario	Caudal (lt/s)	Cantidad	Caudal frio (lt/s)	Caudal caliente (lt/s)
ducha	0,2	20	2	2
lavatorio	0,05	14	0,7	0
inodoro	0,1	14	1,4	0
urinario	0,04	6	0,24	0
<b>TOTAL</b>			4,34	2

Fuente: propia

Tenemos que el caudal total de consumos es de 6,34 l/s.

### 3.3.17.6 *Cálculo de potencia requerida para calentamiento de ACS.*

Para el cálculo de la potencia requerida partimos de la siguiente fórmula:

$$P_{req} = \dot{V} * \rho * C_e * (T_{ag} - T_{red})$$

Dónde:

$\dot{V}$ : Flujo volumétrico o caudal, en  $m^3/s$

$\rho$ : Densidad del agua, en  $kg/m^3$

$C_e$ : Calor específico del agua, en  $J/kg \text{ } ^\circ C$

$T_{ag}$ : Temperatura del agua, en  $^\circ C$

$T_{red}$ : Temperatura del agua de la red, en  $^\circ C$

$$V = 2 \frac{l}{s} = 0,002 \frac{m^3}{s}$$

$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$C_e = 4176 \frac{J}{kg \text{ } ^\circ C}$$

$$T_{ag} = 40 \text{ } ^\circ C$$

$$T_{red} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{req} = 0,002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4176 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} * (40 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$P_{req} = 208800 \text{ W} = 208,80 \text{ kW}$$



## Capítulo IV ingeniería de proyecto (cálculos eléctricos)

### 4.1 Preliminar

El presente capítulo comprende el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la piscina recreacional, de la PISCINA OLIMPICA EN EL COMPLEJO RECREACIONAL DE LA COLINA, DISTRITO DE PEDREGAL-AREQUIPA.

#### 4.1.1 Ubicación geográfica.

El complejo recreacional está ubicado en el distrito de Pedregal, provincia y departamento de Arequipa.

#### 4.1.2 Alcances.

Comprende el diseño de:

- ✓ Sistema de Alumbrado interior de los ambientes, tomacorrientes de los ambientes interiores, cuarto de máquinas, administración, tópicos, SS.HH, Luces de emergencia, alumbrado interior. Comprende tuberías, cajas de paso, salidas de alumbrado y tomacorrientes, tableros de distribución, tablero de control y fuerza para las electrobombas y sus respectivos interruptores automáticos: termomagnéticos y diferenciales.
- ✓ Sistema de puesta a tierra.

#### 4.1.3 Descripción de los ambientes.

Las áreas de instalaciones eléctricas interiores comprenden:

- 1) Cuarto de máquinas.
- 2) SS.HH.
- 3) Ambiente interior.

#### **4.1.3.1 *Redes e Instalaciones Eléctricas.***

- ✓ El medidor trifásico, con su respectiva acometida.
- ✓ El tablero general (TG) con sus respectivos interruptores termo magnéticos y el alimentador desde el medidor trifásico.
- ✓ El tablero general (TG) con sus respectivos interruptores termo magnéticos y el alimentador que viene de la concesionaria, Tableros de control y fuerza de las Electrobombas N° 1, 2, 3 y 4 y 1 Bomba inyectora.
- ✓ Los tableros TD-1, TD-2, TD-3, que se alimentan del alimentador que sale del Tablero General, los tableros de control y fuerza TC-1, TC-2, que sale del tablero de distribución TD-1.
- ✓ Los circuitos derivados para: alumbrado, tomacorrientes y fuerza.

#### **4.1.4 Descripción de suministro.**

##### **4.1.4.1 *Suministro de Energía.***

La energía eléctrica es suministrada desde la red existente de SEAL, mediante acometida a medidor trifásico.

El sistema de tensión es de 380/220V y frecuencia de 60 c/s.

##### **4.1.4.2 *Máxima Demanda.***

La máxima demanda total calculada para el inmueble, puede verse en el plano de instalaciones eléctricas, ver detalle “Cuadro de Cargas”.

DESCRIPCION	POT INSTALADA	DEMANDA MAX. (W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TABLERO GENERAL (TG)	68,025.00	63,550.00	380	107.28	134.10	10	70	0.58	0.15
(C-1) TOMA INDUSTRIAL MONOFASICA	4,000.00	3,200.00	220	16.16	20.20	10	4	1.27	0.58
(C-2) TOMA INDUSTRIAL TRIFASICA	6,000.00	4,800.00	380	8.11	10.14	10	2.5	0.88	0.23
TD-1	30,750.00	30,750.00	380	51.91	64.89	15	25	1.18	0.31
TD-2	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.49	10	10	0.69	0.18
TD-3	12,275.00	9,800.00	380	16.54	20.68	15	4	1.69	0.45

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-1	30,750.00	30,750.00	380	51.91	64.89	15	25	1.18	0.31
(C-1) TC-1	15,000.00	15,000.00	380	25.32	31.65	15	10	1.73	0.45
(C-2) TC-2	15,750.00	15,750.00	380	26.59	33.24	15	10	1.81	0.48

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TC-1	15,000.00	15,000.00	380	25.32	31.65	15	10	1.73	0.45
(C-1) ELECTROBOMBA N°3 (10HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	12	2.5	1.66	0.44
(C-2) ELECTROBOMBA N°4 (10HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	12	2.5	1.66	0.44

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TC-2	15,750.00	15,750.00	380	26.59	33.24	15	10	1.81	0.48
(C-1) ELECTROBOMBA N°1 (9HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	10	2.5	1.38	0.36
(C-2) ELECTROBOMBA N°2 (9HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	10	2.5	1.38	0.36
(C-3) ELECTROBOMBA INYECTORA (1HP)	750	750	220	4.01	5.01	15	2.5	0.72	0.33

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-2	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.43	10	10	0.60	0.16
(C-1) ALUMBRADO REFLECTORES R-15 (13 unidades)	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.43	90	10	5.39	1.42

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-3	12,275.00	9,800.00	380	16,54	20,68	15	4	1,69	0,45
(C-1) ALUMBRADO SSHH DAMAS Y VARONES	837.5	837.5	220	4.23	5.29	20	2.5	1.07	0.48
(C-2) TOMACORRIENTES SSHH DAMAS Y VARONES	837.5	837.5	220	4.23	5.29	30	2.5	1.60	0.73
(C-3) ALUMBRADO CUARTO DE MAQUINAS	1,300.00	1,300.00	220	6.57	8.21	25	2.5	2.07	0.94
(C-4) TOMACORRIENTES CUARTO DE MAQUINAS	1,300.00	1,300.00	220	6.57	8.21	15	2.5	1.24	0.56
(C-5) ALUMBRADO REFLECTORES (8 UNIDADES)	2,000.00	2,000.00	220	10.10	12.63	120	6	6.36	2.89
(C-6) ALUMBRADO PISCINA SUMERGIBLE (20 UNIDADES)	6,000.00	6,000.00	220	30.30	37.88	110	16	6.56	2.98

#### 4.1.5 Aspectos a tener en cuenta.

##### 4.1.5.1 Trabajos a elaborar.

Para seguridad de nuestros clientes, se realizara todas las actividades competentes a obra respetando los reglamentos y métodos constructivos adecuados.

##### 4.1.5.2 Materiales.

Los materiales que se usan, son de reconocida calidad, de primer uso y de utilización actual en el mercado nacional e internacional.

##### 4.1.5.3 De la conexión a tierra.

Para la totalidad de los elementos alimentadores de energía, se conectara a pozo toma a tierra.

#### 4.1.6 Bases de cálculos.

- ❖ Tensiones nominales 380/220 V, según corresponde, o cualquier otra tensión nominal dentro del rango de baja tensión, frecuencia 60 Hz. Sección 050-100 del CNE Utilización 2006.

- ❖ Máxima caída de tensión de alimentador: 2,5%. Máxima caída de tensión en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado: 4%. Sección 050-102 del CNE Utilización 2006.
- ❖ Determinación de áreas y previsión opcional de la demanda máxima total según el del CNE Utilización 2006, sección 050-202
- ❖ Tipo de instalación: El método de instalación de acuerdo a la NTP 370.301 será del tipo A1 tuberías de PVC empotradas en pared y del tipo B1 tuberías de PVC adosadas en pared y estructuras metálicas.
- ❖ Para las acometidas el aislamiento de los conductores será de compuesto termoplástico no halogenado NH-80, NYY y RV-K
- ❖ Los conductores de los circuitos secundarios será de compuesto termoplástico no halogenado NH-80
- ❖ Sistema de puesta a tierra: Comprende la instalación de conductores del circuito de protección del tablero a un pozo de puesta a tierra existente el cual será diseñado y construido de acuerdo a las normas técnicas. Los tomacorrientes en baños, circuitos de fuerza, Alumbrado interior colgante, deberán estar conectados al circuito de puesta a tierra.

El conductor de tierra en ningún caso necesita ser mayor que el conductor de mayor sección no puesto a tierra en el circuito. Sección 060-812 y 060-814 de CNE Utilización 2006.

- ❖ La capacidad nominal o el ajuste de los dispositivos de sobrecorriente no debe exceder la capacidad de corriente de los conductores que protegen. Sección 080-140 y 150-400 del CNE Utilización 2006.

- ❖ Un interruptor diferencial por cada 03 circuitos derivados de no más de 30 mA de umbral de operación de corriente residual que se instalará aguas abajo del interruptor automático general. Sección 040-216 y 150-400 del CNE Utilización 2006.
- ❖ Se debe proveer espacio al menos para 04 interruptores automáticos.
- ❖ Para futuras ampliaciones se debe proveer espacio para 02 interruptores. Sección 050-108 del CNE Utilización 2006.

#### **4.1.7 Planos.**

Forman parte de este proyecto el siguiente plano:

Instalaciones electricas primera planta-primera etapa IE-1

Instalaciones electricas detalles y diagramas unifilares-primera etapa IE-2

Estos planos los encontraremos en los ANEXOS.

### **4.2 Especificaciones técnicas de los materiales**

#### **4.2.1 Generalidades.**

En esta sección se dan las características de los equipos y materiales que conforman las instalaciones eléctricas de la piscina recreacional – primera etapa, desde el medidor de energía hasta los últimos puntos de utilización.

#### **4.2.2 Alcances.**

El suministro eléctrico proviene de las redes de SEAL y será del tipo subterráneo en Baja tensión de 380V.

#### **4.2.3 Conductos.**

Estos son en su mayoría de cloruro de polivinilo (PVC), rígido o flexible, del tipo liviano SEL y tipo pesado SAP.

Cada sistema de iluminación, tomacorriente y comunicaciones se instalará en conductos separados.

Se instalarán tuberías empotradas, tal como se indica en los planos. Las tuberías empotradas se instalarán en espacios forrados, paredes, pisos o cielo raso del almacén, durante la Construcción.

Las tuberías no han sido fijadas a cañerías o algún sistema no eléctrico, barras de suspensión o extensiones de instalaciones de otros sistemas.

Los electroductos se instalarán con una luz libre mínima de 3,30 cm con respecto a tuberías de vapor, agua caliente y a un mínimo de 15 cm de toda otra tubería mecánica.

Las tuberías que se instalarán para usar a futuro son taponadas con un tipo de tapón roscado.

Todas las tuberías colocadas bajo tierra son protegidas con una capa de hormigón de 8 cm de espesor.

Los sistemas de tubería a instalarse en áreas peligrosas cumplirán con los requisitos de los códigos indicados.

Todos los alambres y cables, salvo indicación contraria en los planos y especificaciones, se instalarán en tuberías plásticas SEL, el interior de estos tubos es liso y adecuado para la instalación de conductores aislados y sus especificaciones cumplirán con las normas vigentes, siendo el diámetro mínimo de 20 mm. Para los alimentadores entre el tablero general y los tableros de distribución, se utilizara tubería de PVC pesada SAP.

Las características de toda la tubería plástica que se utilizarán, cumplirá con las normas INTINTEC sobre tuberías plásticas para instalaciones eléctricas empotradas.

Toda tubería de alumbrado y tomacorrientes que no tengan indicación es de  $\varnothing 20\text{mm}$  con dos alambres de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ .

Los extremos de todas las tuberías y codos se cortaran en escuadra y se colocara su respectivo conector, para evitar cortes de cables.

Se evitara sistemáticamente la formación de trampas o bolsillos, no permitiéndose más de 4 curvas de 90 grados entre caja, salvo que estas sean hechas por el fabricante de tuberías, más no así hechas en obra.

Las tuberías que llegasen hasta los techos deberán terminar con una curva “Cachimba”, para evitar el ingreso de la lluvia.

Las tuberías para los circuitos de teléfonos, Intercomunicadores y TV cable entre los buzones de comunicaciones y las cajas de paso al ingreso de los almacenes y otros, y los teléfonos públicos son tipo PVC SAP y la distribución interna con tubería tipo PVC SEL.

#### 4.2.4 Conductores.

##### Conductores Freetox NH-80

Los conductores son de voltaje nominal de 600 voltios y tipo de aislamiento requeridos para la condición y servicio destinado.

Son fabricados de acuerdo con los requerimientos del National Electrical Code, Board of Underwriters, A.S.A. y N.E.M.A. El cable y alambre se entregará en el sitio de la obra en bobinas enteras, cada una con una etiqueta en la que estuvo asentado el nombre del fabricante, tipo codificado de alambre y fecha de fabricación.

Características:

- ✓ Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado HFFR.
- ✓ Es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libres de halógenos.
- ✓ Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros,

pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, en almacenes industriales.

- ✓ Tensión de servicio 450/750 V.
- ✓ Temperatura de operación 80°C.

Tabla 19  
*Datos técnicos de conductor NH-80*

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	RE. ELECT. MAX. CC 20°C	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	ohm/km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	12.1	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	7.41	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	4.61	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	3.08	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	1.83	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	1.15	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	0.727	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	0.524	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	0.387	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	0.268	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	0.193	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	0.153	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	0.124	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	0.0991	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	0.0754	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	0.0601	633	391

Fuente: INDECO

✚ Conductor Unipolar NYY 0.6/1 kV

Normas:

El suministro de los cables, la fabricación de los alambres, cableado de los conductores, inspección y pruebas: se sujetaran a la versión de las normas vigentes a la fecha de adquisición y son:

- ✓ ITINTEC 370.221, 370.042, 370.043, 370.051
- ✓ IEC 228, 538, 540

- ✓ ASTM D 1693-70, B3, B8
- ✓ NTP-IEC 60502-1
- ✓ DGE 013- CS- 1/1978 Normas de cables de energía en redes de distribución subterránea.
- ✓ VDE-100

Características:

- ✓ Conductores de cobre recocido, sólido, cableado (comprimido, compactado o sectorial) ó flexible. Aislamiento de PVC, con o sin conductor de tierra (aislado) y cubierta exterior de PVC.
- ✓ Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones. Retardante a la llama.
- ✓ El conductor triplex NYY son tres conductores unipolares y se designa de acuerdo a la tabla de datos adjunto.

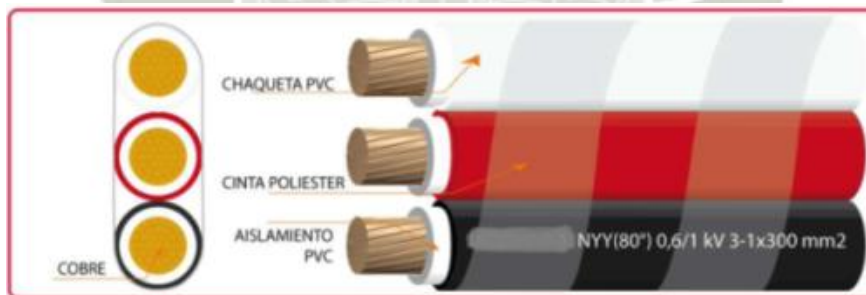


Figura 39. Conductor NYY 0.6/1 KV  
Fuente: INDECO

Tabla 20  
Datos técnicos NYY TRIPLE

CALIBRE	Nº HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm		A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

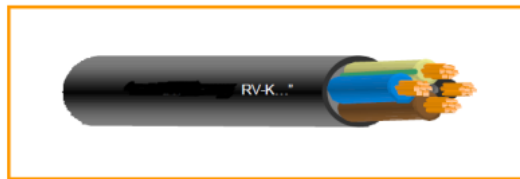
Fuente: INDECO

✚ Conductor RVK - XLP

Cable flexible, de potencia y control para instalaciones fijas. Recomendado en circuitos que exigen cables extra flexibles. Especialmente para ser usado en edificios industriales y subestaciones. Puede ir instalado de forma aérea, en ducto, directamente enterrado y de buen comportamiento en lugares húmedos, puede estar sumergido en agua. En calibres pequeños es usado como cable de control para interior de gabinetes, en calibres milimétricos se denomina RV-K.

- ✚ Tensión de Servicio: 0,6/ 1 kV
- ✚ Temperatura de Servicio: 90°C
- ✚ Temp. Sobrecarga de Emergencia: 130° C
- ✚ Temperatura de Cortocircuito: 250°C

### CABLE RV-K 0,6/1kV



Cables industriales de tensión asignada 0,6/1kV., aislados con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

*Figura 40. Cable RV-K 0,6/1Kv*  
Fuente: CONDUMEX

✓ Normas de Fabricación

IEC 60502-1 Según Protocolo de Producto PE N° 2/15 de la SEC.

✓ Formación

Multiconductor de cobre de 1 a 37 conductores cableados entre sí.

✓ Conductor

Conductor de cobre flexible clase 5 según IEC 60228.

✓ Aislamiento

Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) de excelentes propiedades eléctricas y buena resistencia al ozono, y a agentes químicos.

✓ Revestimiento

Compuesto termoplástico de Policloruro de Vinilo (PVC), con buena resistencia a la intemperie. A pedido se puede fabricar con mayor resistencia a la radiación ultravioleta (Tipo UV), mayor resistencia a la llama (Tipo TC; IEC 60332-3-24) apto para instalar en bandejas porta cables.

Tabla 21  
*Datos técnicos conductor RV-K*

Dimensiones					
Sección	Diámetro	Peso	Aire libre a 30°C	Enterrado a 20°C	Caída tensión
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	A	A	V/A · km
1 x 1,5	5,7	41	21	22	29,5
1 x 2,5	6,2	53	29	29	17,7
1 x 4	6,7	69	40	37	11,0
1 x 6	7,2	89	53	46	7,32
1 x 10	8,2	134	74	61	4,23
1 x 16	9,3	193	101	79	2,68
1 x 25	10,9	284	135	101	1,73
1 x 35	12,1	377	169	122	1,23
1 x 50	13,8	522	207	144	0,860
1 x 70	15,9	721	268	178	0,603
1 x 95	17,6	913	328	211	0,457
1 x 120	19,5	1.156	383	240	0,357
1 x 150	21,7	1.450	444	271	0,286
1 x 185	23,9	1.745	510	304	0,235
1 x 240	26,9	2.285	607	351	0,178
1 x 300	29,6	2.844	703	396	0,142
1 x 400	33,8	3.726	823	464	0,108
1 x 500	37,4	4.728	946	525	0,085
1 x 630	42,7	6.088	1088	596	0,064
2 x 1,5	8,4	91	26	26	34,0
2 x 2,5	9,5	121	36	34	20,4
2 x 4	10,6	162	49	44	12,7
2 x 6	11,4	208	63	56	8,45
2 x 10	14,4	346	86	73	4,89
2 x 16	16,6	512	115	95	3,10
3 G 1,5	9	108	26	26	34,0
3 G 2,5	10	145	36	34	20,4
3 G 4	11,1	196	49	44	12,7
3 G 6	12,3	262	63	56	8,45
3 G 10	15,2	434	86	73	4,89
3 x 16	17,6	645	100	79	2,68
3 x 25	21,1	972	127	101	1,73
3 x 35	24,1	1.306	158	122	1,23
3 x 50	27,8	1.822	192	144	0,860
3 x 70	30,8	2.464	246	178	0,603

Fuente: Powerflex RV-K

#### 4.2.5 Cajas de conexión y paso.

Se proveerá cajas de conexión y paso en los puntos donde se indicará o donde las condiciones de la obra lo requieran.

Se proveerá cajas de acceso en toda tubería cuya longitud exceda los 15 mts. o cuyo recorrido requiera de 4 o más curvas.

Todas las cajas son modelo BTICINO de resina auto extingible de la dimensiones apropiadas para cada salida o similar del mercado arequipeño.

Se usan los siguientes tipos:

- ✓ Cajas redondas modelo 500 de 60 mm de diámetro y 48 mm de profundidad, para centros de luz, braquetes, parlantes, salidas y cajas terminales.
- ✓ Cajas de paso cuadrado de 506 de 150x150x75mm y 200x200x100mm., para, cajas de paso, salidas de fuerza.

#### 4.2.6 Tomacorrientes.

Todos los tomacorrientes son tipo universal simple y doble para 200V., 15 A, con línea a tierra, son similares al modelo MAGIC de BTICINO o similar, con placas de aluminio anodizado oxidal o bronce, con sus respectivos soportes metálicos.

#### 4.2.7 Interruptores.

Los interruptores simples, dobles, triples y de conmutación son modelo MAGIC de BTICINO o similar con placas de aluminio anodizado oxidal o bronce con sus respectivos soportes metálicos.

#### 4.2.8 Posición de salidas.

La ubicación de las principales salidas de instalaciones eléctricas, sobre los pisos terminados está enumerada a continuación:

- |   |              |
|---|--------------|
| ➤ Tablero de distribución                     | : 1.40m. NPT |
| ➤ Braquetes                                   | : 2.20m. NPT |
| ➤ Interruptores                               | : 1.20m. NPT |
| ➤ Tomacorrientes                              | : 0.40m. NPT |
| ➤ Tomacorrientes con tierra para baños        | : 1.10m. NPT |
| ➤ Tomacorrientes con tierra Luz de emergencia | : 2.20m. NPT |
| ➤ Salida Luz de emergencia                    | : 2.20m. NPT |

#### **4.2.9 Tableros de distribución.**

Tipo empotrable en el muro con gabinete y puerta metálicos hechos con planchas de 1/20 pulg. Llevarán instalados interruptores termomagnéticos y diferencial de las capacidades indicadas en los planos. La caja llevará en sus cuatro costados agujeros perforados que permitan el ingreso de los tubos. Deberá llevar un borne para puesta a tierra.

Se proveerá, instalará y probará los tableros de distribución indicados en los planos, similares a los fabricados por Trianon, T.J. Castro o BTicino o similar.

Están formados de dos partes:

- ✓ Gabinetes : Consta de caja, marco y tapa con chapa, barras y accesorios.
- ✓ Interruptores: Según capacidad indicada en planos.

##### **4.2.9.1 Interruptores termo-magnéticos.**

Los interruptores llevan claramente marcados las palabras SERARA (OFF) Y SOBRE (ON).

Son apropiados para trabajar en las condiciones climáticas de la zona donde se van a instalar, si ocurrieran fallas por este motivo, estas serán subsanadas por cuenta del Contratista, dentro del plazo de garantía.

Serán para empotrar y de balancín con terminales de tornillo para fijación de los conductores.

Serán similares a los serie Magic de Bticino.

Son monofásicos, para 250 voltios, 60 ciclos, de los rangos de 16, 20, 25, 30, 50, 63 Amp.

Con 10,000 Amp. De interrupción asimétrico.

Son trifásicos, para 600 voltios, 60 ciclos, de los rangos de 16, 20, 30, 50, 80 Amp. Con

10,000 Amp. De interrupción asimétrico.

Son operables a mano (trabajo normal) y disparados automáticamente cuando ocurran sobre cargas o cortos circuitos.

Son del tipo integral, automáticos termo magnéticos similar a la serie de General Eléctric Westinghouse, BTicino, etc. o similar.

#### **4.2.9.2 Interruptores Termo magnéticos diferenciales.**

Con la finalidad de evitar cualquier peligro de electrocución y detectar fugas de corriente, abriendo el circuito inmediatamente, y dando cumplimiento a la norma CEI EN 61008-1 y el ítem 3.2.9 del Código Nacional de Electricidad Tomo V, se recomienda que los circuitos derivados de tomacorrientes son protegidos por un interruptor contra fugas a tierra, es decir un interruptor termo magnético diferencial, de las capacidades indicadas en los diagramas unifilares.

Son monofásicos, para 220 voltios, 60 ciclos, de los rangos de 25 y 40, A con 10,000 A de interrupción asimétrico. Los interruptores diferenciales serán de una sensibilidad de 30 mA. y de capacidad indicada en los planos.

Son trifásicos, para 380 voltios, 60 ciclos, de los rangos de 25 A con 10,000 A de interrupción asimétrico. Los interruptores diferenciales serán de una sensibilidad de 30 mA. y de capacidad indicada en los planos.

#### **4.2.10 Artefactos de alumbrado.**

##### **4.2.10.1 Centros de Luz y braquetes.**

En estos casos el artefacto se definió por el propietario y son preferentemente con lámparas fluorescentes o lámparas ahorradoras de energía.

## ✓ Luminaria INDIKO O SIMILAR 2 x 36 w

Luminaria estanca para tubos fluorescentes T L - D. Cuerpo de A B S, con soportes para fijación exterior incorporada y ajustable, que no requieren realizar agujeros en la carcasa para su montaje.

Difusor de policarbonato de alta resistencia sujeto al cuerpo a través de clips que facilitan el mantenimiento sin necesidad de utilizar herramientas especiales. Reflector de chapa de hierro esmaltado color blanco que cumple también la función de placa porta equipo. Sistema de fijación de la luminaria mediante dos soportes que ajusten a presión sin necesidad de perforar el artefacto. Dos accesos de cableado con pasa cables en los extremos garantizando su hermeticidad.

Clasificación: IP 66

La luminaria hermética INDIKO para lámparas fluorescentes tubulares de 36W (TL'5), ofrece una solución completa y eficiente para la iluminación industrial. Posee un sello de silicona que protege a la luminaria INDIKO contra el ingreso de polvo y humedad (IP66), por lo que puede ser usada tanto en zonas interiores como exteriores. La carcasa es de policarbonato y ABS de alta calidad y posee un diseño que permite una fácil y rápida instalación, adosado al techo o suspendido. El difusor es de policarbonato lo que le da una alta resistencia al impacto y mayor tiempo de vida; y gracias a su diseño prismático se obtiene un eficiente uso de la luz y control del deslumbramiento.

## ✓ Luminaria CONTEMPO 1X250W

El reflector CONTEMPO es compacto, robusto, y resistente a la intemperie. Está diseñado para aplicaciones decorativas o de alumbrado de áreas. El reflector CONTEMPO tiene dos

versiones de ópticas de aluminio de alta calidad: simétrica y asimétrica. Utiliza una lámpara tubular de halogenuros metálicos HPI-T ó sódio de alta presión SON-T de 250W.

Características:

Carcasa: aluminio inyectado, acabado en color gris, logo PHILIPS en alto relieve.

Óptica: versiones en asimétrica y simétrica, aluminio martillado.

Equipo de encendido: balasto, ignitor y condensador integrados dentro del cuerpo del reflector

Prensaestopa: grado de proteccion IP65.

Brazo soporte: cinco perforaciones para anclaje, tapa de nylon para pernos de ajuste, marcas para graduar ángulo de inclinación.

Vidrio de protección: cristal delantero templado, clips de bisagra para rápida liberación para mantenimiento de lámpara y equipo de encendido.

Dimensiones

Datos de pedido

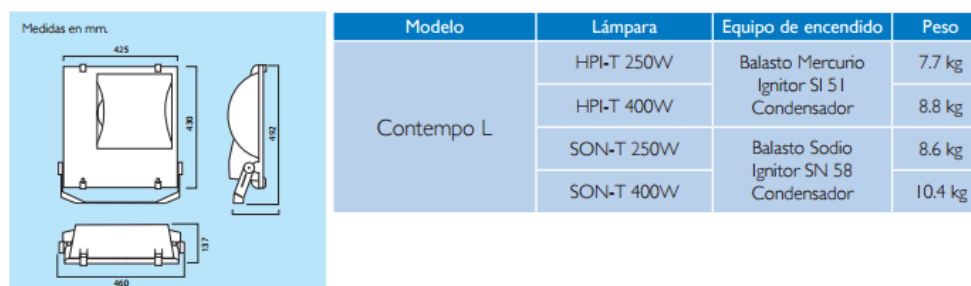


Figura 41. Especificaciones de luminaria CONTEMPO  
Fuente: PHILIPS

✓ Luminaria Subacuática Empotrable

Construido cuerpo y aro-tapa en bronce fundido. Aro-tapa de bronce pulido y cromado.

Cierre con tornillos de acero inoxidable cabeza redonda de 3/16 x 5/8.

Guarnición de Silicona en forma de U con doble filete de expansión. Cristal templado de 4 mm. de espesor resistente a cambios bruscos de temperatura y golpes.

Resorte de acero inoxidable para sujeción de lámpara.

Portalámparas de porcelana GU 5,3 con cable siliconado y bornera.

Salida con acople escalonado (diámetro exterior aprox. 13 mm.) para manguera reforzada, caño plástico o flexible de  $\frac{1}{2}$  para salida del cable al transformador.

Grampas para amurar. Utiliza una lámpara de 300 W.

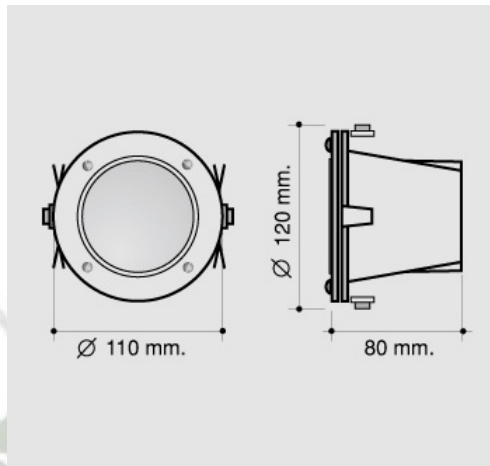


Figura 42. Dimensiones de luminaria subacuática empotrable.  
Fuente: Wolffiluminacion

#### 4.2.11 Pozo de tierra.

El sistema de tomacorrientes estará conectado a un pozo de tierra, el mismo que está conformado por los siguientes elementos:

- Varilla Cooperweld de 19mm ( $\frac{3}{4}$ " Ø) x 2,4m
- Conector de bronce apto para cable de  $10 \text{ mm}^2$  y varilla de  $\frac{3}{4}$ " Ø.
- Conductor de cobre electrolítico cableado de  $16 \text{ mm}^2$ , temple blando.
- Tres dosis de Gel.

La sección de conductor de puesta a tierra, se ha obtenido de la tabla 3-X del código Nacional de Electricidad Tomo V.

La resistencia del pozo de tierra es menor o igual a  $10 \Omega$ .

Durante la ejecución de la obra se tomara los valores de resistividad del terreno, con la finalidad de obtener el valor indicado de resistividad, del pozo de tierra.

#### **4.2.12 Tuberías.**

Las tuberías a usarse serán de PVC tipo SEL y SAP según se indica en los planos al igual que los diámetros; para formar esquinas se emplearan curvas.

#### **4.2.13 Cajas de paso cuadrada.**

La caja de paso será fabricada de fierro galvanizado; serán cuadrada de 150 x 150 x 75mm y 200 x 200 x 100 mm. Que servirá como paso para los circuitos derivados de los alimentadores de los tablero que alimentan a los bloques.

#### **4.2.14 Luces de emergencia de 12 v.**

Luces de emergencia con batería recargable 12 V, fusible de 10 A, enchufe de seguridad de 2 vías y lámpara de 12 V.

Dentro de sus accesorios contiene, cable armado 3x12 AWG con cubierta metálica engargolada tipo armorflex X, MCA, VIAKON con abrazadera tipo omega de  $\frac{1}{2}$ "  $\phi$  y enchufe de seguridad de 2vías.

### **4.3 Especificaciones técnicas de montaje**

#### **4.3.1 Generalidades.**

Las presentes especificaciones se refieren a los trabajos a efectuar por el instalador para el montaje de las instalaciones eléctricas interiores, materia de esta obra. Tiene por objeto complementar las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar y establecer los lineamientos respectivos a la ejecución de las obras de montaje electromecánico.

Se aplicarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad, las Normas del Ministerio de Energía y Minas, El Reglamento Nacional de Edificaciones y la práctica común de ingeniería.

#### **4.3.2 Preparación para el entubado de las instalaciones empotradas.**

Las tuberías y cajas que irán empotradas en elementos de concreto armado, se instalarán después de haber sido armado el enfierrado y serán asegurados los tubos con amarras de alambre y las cajas serán fijadas con clavos. Introducir papel bien acuñado dentro de la caja. En los muros de albañilería, las tuberías empotradas se colocarán en canales acabados. Las cajas en que se instale directamente el accesorio (interruptor, tomacorrientes, etc.) deberán quedar al ras del acabado para lo cual se procederá a su colocación cuando se hayan colocado las reglas para el tarrajeo de los muros de albañilería.

#### **4.3.3 Preparación del alambrado y colocación de accesorios.**

Las tuberías y cajas serán limpiadas y secadas previamente y luego se pintaran interiormente con barniz aislante negro. Una vez realizada esta preparación se procederá sucesivamente al alambrado y colocación de accesorios (interruptores, toma corrientes, etc.) después de terminados los revoques del ambiente.

#### **4.3.4 Preparación para la colocación de tableros.**

Las cajas de los tableros se colocarán en los espacios previstos al levantar los muros a fin de evitar roturas posteriores. El exterior de las cajas deberá cubrirse con una mano de pintura electrostática o al horno antes de proceder a su colocación si no trae éste tipo de pintura de fábrica.

#### **4.3.5 Normas y procedimientos que regirán en el trabajo.**

- ✓ Al instalar las tuberías se dejaran tramos curvos entre las cajas a fin de que se puedan absorber las contracciones del material sin que se desconecte de las respectivas cajas.
- ✓ No se aceptarán más de 3 curvas de 90° o equivalente entre cajas.

- ✓ Todas las uniones serán del tipo especificado por el fabricante. Las cajas deberán instalarse perfectamente centradas y aplomadas, y al ras de la albañilería.
- ✓ Para las cajas de los cielo – rasos el contratista procurará soportes apropiados, previendo la colocación de artefactos pesados. El alambrado se realizará pasando los conductores de caja a caja y debidamente marcados, cuando sean más de tres conductores. Para facilitar el alambrado se empleara talco o parafina, siendo estrictamente prohibido el empleo de grasa. Todo terminal será taponeado con tarugos cónicos de madera ó con tapones de papel para las tuberías de poco diámetro. Estos tapones se colocarán inmediatamente después de instalado el terminal y permanecerán colocados hasta el momento del alambrado.
- ✓ Todos los empalmes serán aislados con cintas de material plástico en un espesor igual al del conductor.

#### 4.3.6 Posiciones de las salidas.

La posición de las salidas que se indica en los planos es solo aproximada, debiendo verificarse en obra su posición correcta.

La altura sobre los pisos terminados, salvo otra indicación expresa en los planos, serán como se indica a continuación:

- |  |                  |
|--|------------------|
| ✓ Tablero de distribución eléctrica (borde sup ) | 1,40 mts.        |
| ✓ Braquetes                                      | 2,20 mts.        |
| ✓ Interruptores                                  | 1,20 mts.        |
| ✓ Toma corrientes                                | 0,40 mts.        |
| ✓ Cajas de paso                                  | 0,40 y 2,50 mts. |
| ✓ Luces de Emergencia                            | 2,20 mts.        |

#### 4.3.7 Otras indicaciones de carácter general.

Código Nacional de Electricidad Utilización 2006 que se aplicará.

Todo trabajo relacionado con electricidad deberá sujetarse de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad y Normas del Ministerio de Energía y Minas.

#### 4.3.8 Pruebas de las instalaciones eléctricas.

Una vez terminado el trabajo el Contratista probará la instalación completa de acuerdo a los requerimientos dispuestos en el Código Nacional de Electricidad. La resistencia de aislamiento de todos los circuitos será probada individualmente con un megómetro de 500 V. en presencia del Propietario.

Antes de la colocación de los artefactos ó portalámparas se realizaran pruebas de aislamiento entre los conductores, debiéndose efectuar la prueba, tanto de cada circuito, como de cada alimentador.

Deberá obtenerse los siguientes valores, con los tableros de alumbrado y toma-corrientes conectados excepto artefactos eléctricos:

- Circuitos de 15 a 20 Amp. ó menos 1'000,000 Ohms.
- Circuitos de 21 a 50 Amp. 250,000 Ohms.

Después de la colocación de artefactos y aparatos de utilización, se efectuará una segunda prueba la que se considerará satisfactoria si se obtiene resultados que no bajen del 50 % de los valores que se indican más arriba.

Previo a la aceptación final del trabajo, toda la instalación deberá ser inspeccionada de acuerdo con las normas de N.E.C. y con el Código Nacional de Electricidad.

Todos los circuitos alimentadores, derivados y secundarios se les harán ensayo de continuidad y antes de la colocación de los artefactos de alumbrado y aparatos de utilización, se efectuará una prueba de toda la instalación.

Las pruebas serán de aislamiento a tierra y de aislamiento entre conductores, debiéndose efectuar las pruebas tanto de cada circuito como de cada alimentador.

Se comprobará el funcionamiento a satisfacción de todos los sistemas eléctricos auxiliares, de control y aparatos instalados.

El resultado de las pruebas deberá terminar en un protocolo de pruebas debidamente suscrito por todos los responsables de las instalaciones.

#### **4.3.9 Artefacto de iluminación de emergencia.**

Para el sistema de emergencia se ha previsto la instalación de artefactos acumuladores de energía y aplicables en emergencias, los que son de reconocida calidad y de las potencias adecuadas.

#### **4.3.10 Construcción y mantenimiento del pozo a tierra.**

##### **4.3.10.1 Construcción.**

Utilizando el telurómetro que es un instrumento de medida de resistencia, se evalúa y se mide la resistividad del terreno.

Luego se procede a la excavación de un pozo de 0,8 m de diámetro por 3m de profundidad, desechando todo material de alta resistividad tales como piedras, hormigón, arena, etc.

Se rellena el pozo utilizando tierra de cultivo tamizada con el aditivo sales y/o THOR-GEL hasta los primeros 0,3m y se compacta, luego se instala la varilla de copperweld de 19mm Ø x

2,4m con la helicoidal de cable desnudo de cobre, llenándose luego los siguientes 0,2m y se vuelve a compactar, se repite la operación hasta completar 1m<sup>3</sup> de profundidad.

Se aplica 2 dosis por cada 1m<sup>3</sup> de THOR-GEL del pozo, disolviendo por cada dosis el contenido de las 2 bolsas (crema y azul) por separado en unos 20 litros de agua y se vierte en el pozo, hasta su total absorción, repitiéndose la aplicación hasta culminar el pozo.

Se conecta los pozos con un cable desnudo de cobre de 16mm<sup>2</sup>, para la conexión al banco de medidores, y es tapado con el tamizado de tierra agrícola y bentonita.

Se instala la caja de registro de concreto al pozo terminado.

#### **4.3.10.2 Mantenimiento**

En subestaciones de distribución industriales el examen se realiza menos frecuentemente - típicamente una vez cada 5 ó 6 años.

Se recomienda una inspección muy rigurosa, removiendo cubiertas, etc., donde sea apropiado. Particularmente se requiere que el examinador revise que estén de acuerdo a norma las conexiones de todas las partes metálicas normalmente accesibles, estanques de transformadores, de interruptores, puertas de acero, rejas de acero, etc.

Las siguientes pruebas se realizan típicamente, con el equipo normalmente en servicio. Debe usarse un procedimiento especial para resguardarse de posibles voltajes excesivos que ocurran durante la prueba.

- ✓ Prueba de conexión del electrodo de tierra y partes metálicas normalmente accesibles.
- ✓ Recorrido del electrodo enterrado y examen de éste en algunos sitios para asegurar que no ha sufrido corrosión.
- ✓ Se mide el valor de resistencia del electrodo a tierra del lado de alta tensión y se compara con valores previos o de diseño.
- ✓ Se revisa el valor del índice de acidez pH del suelo.

#### 4.4 Cálculos justificativos

##### 4.4.1 Cuadro de cargas tablero general (TG).

DESCRIPCION	POT INSTALADA	DEMANDA MAX. (W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm <sup>2</sup> )	V	V%
TABLERO GENERAL (TG)	68,025.00	63,550.00	380	107.28	134.10	10	70	0.58	0.15
(C-1) TOMA INDUSTRIAL MONOFASICA	4,000.00	3,200.00	220	16.16	20.20	10	4	1.27	0.58
(C-2) TOMA INDUSTRIAL TRIFASICA	6,000.00	4,800.00	380	8.11	10.14	10	2.5	0.88	0.23
TD-1	30,750.00	30,750.00	380	51.91	64.89	15	25	1.18	0.31
TD-2	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.49	10	10	0.69	0.18
TD-3	12,275.00	9,800.00	380	16.54	20.68	15	4	1.69	0.45

##### 4.4.1.1 Cálculo de alimentador para el TG.

✚ Para la piscina

- Calibre del conductor
  - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{63,550.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 107,28 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 107,28 \times 1.25 = 134,21 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                      T = 70 °C

**Conductor: 3-1x70 mm<sup>2</sup>+1x50 mm<sup>2</sup> (N)    NYY (222 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 55 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x150A                      10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

### Sección mínima del conductor de tierra 25 mm<sup>2</sup> NH-80

#### 4.4.1.2 Toma industrial monofásica (C-1).

- Calibre del conductor Derivación
  - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{3,200.00}{220 \times 0.9} = 16.16 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 16.16 \times 1.25 = 20.20 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 2x4 mm<sup>2</sup> RV-K (34 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 2x25A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

### Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 4 mm<sup>2</sup> RV-K

#### 4.4.1.3 Toma industrial trifásica (C-2).

- Calibre del conductor Derivación
  - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{4,800.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 8.11 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 8.11 \times 1.25 = 10.14 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC  $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

**Conductor: 3x2,5 mm<sup>2</sup> RV-K (34 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP- $\Phi$  15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x15A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 2,5 mm<sup>2</sup> RV-K**

#### 4.4.2 Cuadro de cargas tablero distribución (TD-1) (C-3).

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm <sup>2</sup> )	V	V%
TD-1	30,750.00	30,750.00	380	51.91	64.89	15	25	1.18	0.31
(C-1) TC-1	15,000.00	15,000.00	380	25.32	31.65	15	10	1.73	0.45
(C-2) TC-2	15,750.00	15,750.00	380	26.59	33.24	15	10	1.81	0.48

##### 4.4.2.1 Cálculo de alimentador (TD-1).

✚ Para el Cuarto de Maquinas

- Calibre del conductor Derivación
- Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{30,750.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 51,90 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 51,90 \times 1.25 = 64,89 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 3x25 mm<sup>2</sup> + 1x16 mm<sup>2</sup>(N) NH-80 (88 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 25 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x70A 10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 10 mm<sup>2</sup> NH-80**

#### 4.4.3 Cuadro de cargas tablero control (TC-1).

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm <sup>2</sup> )	V	V%
TC-1	15,000.00	15,000.00	380	25.32	31.65	15	10	1.73	0.45
(C-1) ELECTROBOMBA N°3 (10HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	12	2.5	1.66	0.44
(C-2) ELECTROBOMBA N°4 (10HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	12	2.5	1.66	0.44

##### 4.4.3.1 Cálculo de alimentador (TC-1).

✚ Para las electrobombas

- Calibre del conductor Derivación
  - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{15,000.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 25,32 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 25,32 \times 1.25 = 31,65 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                    T = 70 °C

**Conductor:** 3x10 mm<sup>2</sup> NH-80 (51 A)

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 20 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x35A                    10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 10 mm<sup>2</sup> NH-80**

4.4.3.1.1 *Cálculo del circuito derivado para electrobomba n° 3 (C-1)*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{7,500.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85} = 13,41A$$

$$I_{\text{diseño}} = 13,41 \times 1.25 = 16,76 A$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                    T = 70 °C

**Conductor:** 3x2,5 mm<sup>2</sup> RV-K (25 A)

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x20A                    10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

#### 4.4.3.1.2 Cálculo del circuito derivado para Electrobomba N° 4 (C-2)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{7,500.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85} = 13,41A$$

$$I_{\text{diseño}} = 13,41 \times 1.25 = 16,76 A$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 3x2,5 mm<sup>2</sup> RV-K (25 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x20A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

#### 4.4.4 Cuadro de cargas tablero control (TC-2).

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm <sup>2</sup> )	V	V%
TC-2	15,750.00	15,750.00	380	26.59	33.24	15	10	1.81	0.48
(C-1) ELECTROBOMBA N°1 (9HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	10	2.5	1.38	0.36
(C-2) ELECTROBOMBA N°2 (9HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	10	2.5	1.38	0.36
(C-3) ELECTROBOMBA INYECTORA (1HP)	750	750	220	4.01	5.01	15	2.5	0.72	0.33

##### 4.4.4.1 Cálculo de alimentador (TC-2).

✚ Para las electrobombas

- Calibre del conductor Derivación
  - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{15,750.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 26,59 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 26,59 \times 1.25 = 33,24 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                      T = 70 °C

**Conductor: 3x10 mm<sup>2</sup> RV-K (73 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 20 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x35A                      10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 10 mm<sup>2</sup> NH-80**

#### 4.4.4.1.1 Cálculo del circuito derivado para Electrobomba N° 1 (C-1)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{7,500.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85} = 13,41 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 13,41 \times 1.25 = 16,76 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                      T = 70 °C

**Conductor: 3x2,5 mm<sup>2</sup> RV-K (25 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x20A            10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

4.4.4.1.2 *Cálculo del circuito derivado para Electrobomba N° 2 (C-2)*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{7,500.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85} = 13,41A$$

$$I_{\text{diseño}} = 13,41 \times 1.25 = 16,76 A$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC            T = 70 °C

**Conductor: 3x2,5 mm<sup>2</sup> RV-K (25 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x20A            10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

4.4.4.1.3 *Cálculo del circuito derivado para Bomba inyectora IHP (C-3)*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{750.00}{220 \times 0.85} = 4,01A$$

$$I_{\text{diseño}} = 4,01 \times 1.25 = 5,01A$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 2x2,5 mm<sup>2</sup> RV-K (25 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 2x15A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 2,5 mm<sup>2</sup> RV-K**

#### 4.4.5 Cuadro de cargas tablero distribución (TD-2) (C-4).

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-2	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.43	10	10	0.60	0.16
(C-1) ALUMBRADO REFLECTORES R-15 (13 unidades)	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.43	90	10	5.39	1.42

##### 4.4.5.1 Cálculo de alimentador (TD-2).

- ✚ Para el área Alumbrado de Piscina
  - Calibre del conductor Derivación
    - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{13,000.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 21,95 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 21,95 \times 1.25 = 27,43 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                    T = 70 °C

**Conductor:** 3x10 mm<sup>2</sup> + 1 x 6 mm<sup>2</sup> (N) NH-80 (51 A)

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 20 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x35A                    10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 10 mm<sup>2</sup> NH-80**

4.4.5.1.1 *Cálculo del circuito derivado para Alumbrado de piscina (C-1)*

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{13,000.00}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 21,95 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 21,95 \times 1.25 = 27,43 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                    T = 70 °C

**Conductor:** 3x10 mm<sup>2</sup> NH-80 (51 A)

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL-Φ 20 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x35 A                    10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 10 mm<sup>2</sup> NH-80**

#### 4.4.6 Cuadro de cargas tablero distribución (TD-3) (C-5).

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm <sup>2</sup> )	V	V%
TD-3	12,275.00	9,800.00	380	16,54	20,68	15	4	1,69	0,45
(C-1) ALUMBRADO SSHH DAMAS Y VARONES	837.5	837.5	220	4.23	5.29	20	2.5	1.07	0.48
(C-2) TOMACORRIENTES SSHH DAMAS Y VARONES	837.5	837.5	220	4.23	5.29	30	2.5	1.60	0.73
(C-3) ALUMBRADO CUARTO DE MAQUINAS	1,300.00	1,300.00	220	6.57	8.21	25	2.5	2.07	0.94
(C-4) TOMACORRIENTES CUARTO DE MAQUINAS	1,300.00	1,300.00	220	6.57	8.21	15	2.5	1.24	0.56
(C-5) ALUMBRADO REFLECTORES (8 UNIDADES)	2,000.00	2,000.00	220	10.10	12.63	120	6	6.36	2.89
(C-6) ALUMBRADO PISCINA SUMERGIBLE (20 UNIDADES)	6,000.00	6,000.00	220	30.30	37.88	110	16	6.56	2.98

##### 4.4.6.1 Cálculo de alimentador (TD-3).

✚ Para el área Cuarto de maquinas

- Calibre del conductor Derivación
  - Cálculo del circuito alimentador

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{9800}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 16,58A$$

$$I_{diseño} = 16,58 \times 1.25 = 20,72 A$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC                      T = 70 °C

**Conductor: 3-1x4 mm<sup>2</sup> + 1x2,5 mm<sup>2</sup> (N) NH-80 (31A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SAP-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 3x30A            10 kA**

Según la tabla 17 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 10 mm<sup>2</sup> NH-80**

*4.4.6.1.1 Cálculo del circuito derivado para Alumbrado SS.HH. Damas y Varones (C-1)*

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{837.50}{220 \times 0.9} = 4.23 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 4.23 \times 1.25 = 5.29 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC            T = 70 °C

**Conductor: 2x2,5 mm<sup>2</sup> NH-80 (14 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 2x15 A            10 Ka**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de tierra 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

*4.4.6.1.2 Cálculo del circuito derivado para Tomacorrientes SS.HH. hombres y mujeres (C-2)*

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{837.50}{220 \times 0.9} = 4.23 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 3.84 \times 1.25 = 5.29 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC  $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

**Conductor:  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$  NH-80 (14 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL- $\Phi$  15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM  $2 \times 15 \text{ A}$  10 Ka**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial  $2,5 \text{ mm}^2$  NH-80**

#### 4.4.6.1.3 Cálculo del circuito derivado para Alumbrado Cuarto de Máquinas (C-3)

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{1,300.00}{220 \times 0.9} = 6.57 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 6.57 \times 1.25 = 8.21 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC  $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

**Conductor:  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$  NH-80 (14 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL- $\Phi$  15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM  $2 \times 15 \text{ A}$  10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

*4.4.6.1.4 Cálculo del circuito derivado para Tomacorrientes Cuarto de Máquinas (C-4)*

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{1,300.00}{220 \times 0.9} = 6.57 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 6.57 \times 1.25 = 8.21 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 2x2,5 mm<sup>2</sup> NH-80 (14 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 2x15 A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 2,5 mm<sup>2</sup> NH-80**

*4.4.6.1.5 Cálculo del circuito derivado para Alumbrado reflectores (8 unidades) (C-5)*

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{2000.00}{220 \times 0.9} = 10,10 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 10,10 \times 1.25 = 12,63 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 2x6 mm<sup>2</sup> RV-K (44 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL-Φ 15 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 2x15 A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 2,5 mm<sup>2</sup> RV-K**

4.4.6.1.6 *Cálculo del circuito derivado para Alumbrado sumergible piscina (C-6)*

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{6000.00}{220 \times 0.9} = 30.30 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño}} = 30.30 \times 1.25 = 37.88 \text{ A}$$

Según la tabla 2 del C.N.E. – Utilización

Método de instalación: A1

Aislamiento PVC T = 70 °C

**Conductor: 2x16 mm<sup>2</sup> RV-K (95 A)**

Según la tabla 6 del C.N.E. – Utilización

**Tubería PVC-SEL-Φ 25 mm**

Según la tabla 13 del C.N.E. – Utilización

**ITM 2x40 A 10 kA**

Según la tabla 16 del C.N.E. – Utilización

**Sección mínima del conductor de enlace equipotencial 6 mm<sup>2</sup> RV-K**

#### 4.5 Cálculo de la caída de tensión

Por capacidad de corriente, la caída de tensión de alimentador no deberá ser superior a 2,5%.

La máxima caída de tensión en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado será de 4%. Sección 050-102 (según CNE-Utilización 2006) se selecciona la sección de los conductores NH-80, RV-K y NYY de la tabla anterior.

El calibre será el indicado en la columna “Sección” de la tabla, para las acometidas de la planta.

##### 4.5.1 Cuadros de caída de tensión.

DESCRIPCION	POT INSTALADA	DEMANDA MAX. (W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TABLERO GENERAL (TG)	68,025.00	63,550.00	380	107.28	134.10	10	70	0.58	0.15
(C-1) TOMA INDUSTRIAL MONOFASICA	4,000.00	3,200.00	220	16.16	20.20	10	4	1.27	0.58
(C-2) TOMA INDUSTRIAL TRIFASICA	6,000.00	4,800.00	380	8.11	10.14	10	2.5	0.88	0.23
TD-1	30,750.00	30,750.00	380	51.91	64.89	15	25	1.18	0.31
TD-2	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.49	10	10	0.69	0.18
TD-3	12,275.00	9,800.00	380	16.54	20.68	15	4	1.69	0.45

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-1	30,750.00	30,750.00	380	51.91	64.89	15	25	1.18	0.31
(C-1) TC-1	15,000.00	15,000.00	380	25.32	31.65	15	10	1.73	0.45
(C-2) TC-2	15,750.00	15,750.00	380	26.59	33.24	15	10	1.81	0.48

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TC-1	15,000.00	15,000.00	380	25.32	31.65	15	10	1.73	0.45
(C-1) ELECTROBOMBA N°3 (10HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	12	2.5	1.66	0.44
(C-2) ELECTROBOMBA N°4 (10HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	12	2.5	1.66	0.44

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TC-2	15,750.00	15,750.00	380	26.59	33.24	15	10	1.81	0.48
(C-1) ELECTROBOMBA N°1 (9HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	10	2.5	1.38	0.36
(C-2) ELECTROBOMBA N°2 (9HP)	7,500.00	7,500.00	380	13.41	16.76	10	2.5	1.38	0.36
(C-3) ELECTROBOMBA INYECTORA (1HP)	750	750	220	4.01	5.01	15	2.5	0.72	0.33

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-2	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.43	10	10	0.60	0.16
(C-1) ALUMBRADO REFLECTORES R-15 (13 unidades)	13,000.00	13,000.00	380	21.95	27.43	90	10	5.39	1.42

CUARTO DE MAQUINAS	POT INSTALADA	DEMANDA MAX.(W)	TENSION (V)	I (A)	Id (A)	Longitud (m)	S (mm2)	V	V%
TD-3	12,275.00	9,800.00	380	16,54	20,68	15	4	1,69	0,45
(C-1) ALUMBRADO SSHH DAMAS Y VARONES	837.5	837.5	220	4.23	5.29	20	2.5	1,07	0,48
(C-2) TOMACORRIENTES SSHH DAMAS Y VARONES	837.5	837.5	220	4.23	5.29	30	2.5	1,60	0,73
(C-3) ALUMBRADO CUARTO DE MAQUINAS	1,300.00	1,300.00	220	6.57	8.21	25	2.5	2,07	0,94
(C-4) TOMACORRIENTES CUARTO DE MAQUINAS	1,300.00	1,300.00	220	6.57	8.21	15	2.5	1,24	0,56
(C-5) ALUMBRADO REFLECTORES (8 UNIDADES)	2,000.00	2,000.00	220	10.10	12.63	120	6	6,36	2,89
(C-6) ALUMBRADO PISCINA SUMERGIBLE (20 UNIDADES)	6,000.00	6,000.00	220	30.30	37.88	110	16	6,56	2,98

#### 4.6 Selección de la protección

La protección adecuada para cada alimentador principal tiene interruptor termo magnético  $3\phi$  de 80 A y con llaves diferencial de 2 x 25A, 30mA, 2 x 40A, 30mA.

#### 4.7 Sección del conductor de puesta a tierra

Como la máxima capacidad o ajuste del dispositivo de sobre corriente de las acometidas es  $< 100$  A, entonces el conductor de pozo a tierra debe tener como calibre mínimo  $10 \text{ mm}^2$

## 4.8 Cálculos del pozo a tierra

### 4.8.1 Cálculo de la resistencia por la fórmula de Rudemberg.

$$R = \frac{\rho}{2 \pi L} \times \ln\left(\frac{2L}{r}\right)$$

$\rho$  : Resistividad del terreno en ( $\Omega$ -m)

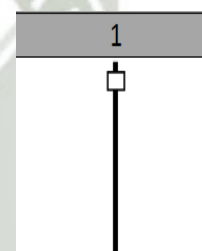
$r$  : Radio de la varilla (m)

$L$  : Longitud de la varilla

Según estudio de resistividad del terreno, este valor es 228.81  $\Omega$ -m

Pozo a tierra BT < 10  $\Omega$

Datos Entrada	
Resistividad del Terreno ( $\Omega$ -m)	228,81
Longitud de la varilla (m)	2,4
Diámetro varilla (m)	0,019
Cable Helicoidal (S/N)	S
Nro. dosis de Thor-gel	2
Tipo de arreglo	1
Factor por helicoidal	0,7
% de reducción de resistividad	85
Resistencia del pozo a tierra ( $\square$ )	9,92
Resistencia total del sistema ( $\square$ )	9,92



Entonces:

9,92  $\Omega$  < 10  $\Omega$ , se conserva el diseño:

- Arreglo tipo 1
- 02 dosis Thor-gel
- Con cable helicoidal

#### 4.9 Conductor de pozo a tierra

Como la capacidad de conducción del conductor de acometida de mayor sección es  $< 100 \text{ A}$ , entonces el conductor de pozo a tierra debe tener como calibre mínimo  $10 \text{ mm}^2$ .

#### 4.10 Selección del Grupo Electrónico

Los principales factores a tener en cuenta para la elección de un grupo electrónico son:

Saber qué tipo de trabajo debe realizar el grupo electrónico, si se trata de un servicio pesado (6-12 ó más horas al día durante varios días o incluso meses) ó si es para servicio de emergencia.

Conocer la potencia absorbida que es necesaria, sumando la potencia de todos los aparatos eléctricos a alimentar que puedan funcionar a la vez. Ya sean electrobombas, motores, lámparas para iluminación, etc.

Tener en cuenta las condiciones atmosféricas, la temperatura ambiental y la altitud.

Cuando de alimentar motores eléctricos se trate, hay que tener en cuenta el factor de potencia y la sobrecarga de arranque que en general es cuatro veces mayor a la potencia nominal si se arranca de forma directa, o algo mayor de tres cuando el motor se arranca con el dispositivo estrella triángulo.

Si el grupo electrónico que se quiere definir es para servicios pesados, es aconsejable aumentar la potencia del grupo una vez definido, multiplicando ésta por 1,1 como coeficiente de seguridad.

Las condiciones climáticas y la altitud afectan de igual manera al alternador y al motor, reduciendo la potencia de ambos en un 2% cada 5 grados de temperatura por encima de los 20

grados centígrados. Asimismo por cada 100 metros de altitud sobre el nivel del mar, se reduce en un 1% la potencia del grupo electrógeno.

Los equipos que deberá mantener el grupo electrógeno son:

1. 2 bombas de 10 HP.
  2. 13 Reflectores cada uno de 1000 w.
  3. Iluminación de los servicios higiénicos.
  4. Iluminación del cuarto de máquinas.
  5. Alumbrado de la piscina.
- ✓ Potencia de las bombas

$$P = \frac{7,500}{0,8} = 9,37 \text{ kVA}$$

Se considera que la potencia para el arranque en bombas será 3 veces la potencia nominal:

$$P = 9,37 \times 3 = 28,11 \text{ kVA}$$

Hemos asumido que solo 2 bombas estarán en servicio cuando el grupo electrógeno entre por lo tanto:

$$P = 56,22 \text{ kVA}$$

- ✓ Potencia para iluminación

Sumando todas las potencias para iluminación tenemos:

$$P = \frac{17,9}{0,8} = 22,37 \text{ kVA}$$

Ahora ya tenemos la potencia total:

$$P = 78,59 \text{ kVA}$$

Sobrecarga de arranque que admite los generadores: 2,5

$$P = \frac{78,59}{2,5} = 31,43 \text{ kVA}$$

Considerando un factor de seguridad de 1,1

$$P = 31,43 \times 1,1 = 34,57 \text{ kVA}$$

Finalmente sumaremos un estimado del 18% de potencia debido a pérdidas por temperatura y altura:

$$P = \frac{34,57 \times 18}{100} = 6,22 \text{ kVA} + 34,57 = 40,79 \text{ kVA}$$

Se ha seleccionado un grupo electrógeno MM-45 MITSUBISHI de modasa (anexo 9).



## Capítulo V Aspectos de mantenimiento de piscinas temperadas

### 5.1 Desinfección y filtración del agua

El agua es un elemento ideal para el crecimiento y el desarrollo de muchas y distintas formas de vida, algunas de ellas patógenas para el ser humano y otra poco salubres.

El agua que usamos para llenar la piscina ya ha sido tratada anteriormente y han sido eliminados todos los patógenos y otras formas de vida.

El proceso de depuración / desinfección del agua de la piscina tiene el objetivo de mantener la salubridad del agua ya depurada. Algunos métodos incluso consiguen que el agua sea también potable.

A diferencia del agua del grifo corriente, el agua de la piscina está estancada y al aire libre y para más dificultad en su cuidado nos bañamos en ella y dejamos rastros orgánicos, a estos residuos orgánicos se suman la contaminación ambiental, las algas y los hongos amantes de la humedad.

En los siguientes capítulos vamos a ir tratando todos los métodos que disponemos en los mercados tanto químicos como eléctricos para la desinfección del agua de nuestra piscina.

#### 5.1.1 Métodos de desinfección del agua de la piscina.

##### 5.1.1.1 *Métodos químicos.*

###### **Cloro:**

El método más usado, fácil, eficaz y barato. Puedes leer más sobre el uso del cloro para piscinas en Cloro para la desinfección del agua de la piscina.

#### **Peróxido de hidrogeno:**

Muy eficaz y muy usado también, y aunque se conoce desde la antigüedad, con nuevas formas como el MEGADIN. Se ha conseguido una gran eficacia desinfectante y sobre todo más ecológica que el cloro.

#### **Hipoclorito de Sodio:**

Igual con este nombre no sabes de qué hablamos, pero es lejía. Al igual que el peróxido de hidrogeno es conocido desde hace mucho su poder desinfectante. Y ahora nuevos productos lo están haciendo también más usual como método para la desinfección de la piscina.

#### **Dióxido de cloro:**

Se usa en combinación con otras sustancias químicas en los productos que disponemos en el mercado para el tratamiento del agua. También se disponen de generadores autónomos.

#### **Bromo:**

Es una alternativa al cloro que está perdiendo fuerza, es utilizada en combinación con otros agentes químicos en productos destinados a la prevención del crecimiento de algas y bacterias comunes.

#### 5.1.1.2 Métodos físico-químicos

#### **Ionización cobre/plata:**

Es un sistema muy eficaz capaz de destruir microorganismos resistentes a otros procesos químicos. Se basa en la propiedad que tienen los iones de cobre y plata para los microorganismos.

### **Electro cloración salina**

También llamado cloración salina, es un sistema que genera cloro a partir de agua salada o sal. Hidritec dispone por ejemplo de un sistema de electrolisis que genera hipoclorito sódico utilizando solo agua y sal.

### **Luz ultravioleta:**

Mediante el uso de radiación ultravioleta a una longitud de onda determinada, se destruyen y eliminan los microorganismos y agentes patógenos.

### **Ozono:**

Utilizando el poder de oxidación de esta molécula se consigue una gran desinfección del agua. Si quieres ver más Ozono para la desinfección del agua de la piscina.

### **Osmosis inversa:**

Su principal función es la eliminación de sales disueltas en el agua.

### **Clorotron:**

Un nuevo producto que salió al mercado hace unos meses que filtra la piscina usando la energía solar. El clorotron es inicialmente caro pero sus creadores aseguran que ahorra gran cantidad de dinero al no tener que usar distintos productos y maquinaria.

## **5.2 Puesta en marcha de la piscina**

Antes de poner en funcionamiento la piscina, es necesario realizar una puesta en marcha que nos garantice que todo está preparado para un funcionamiento correcto.

**1.- Limpieza del vaso de la piscina:** Empezaremos por quitar la suciedad más visible del agua, la que flota, por medio de un recoge-hojas, y la que está depositada en el suelo, barriendo suavemente los sedimentos gruesos que puedan atascar el limpia-fondos, llevándolos hacia una esquina y sacándolos del agua. A continuación nos dirigiremos hacia la depuradora para ponerla en marcha, pero antes debemos saber cuál es su función.

**2.- Depuradora:** Depurar, es hacer pasar todos los días la totalidad del agua de la piscina por el filtro para eliminar la turbiedad del agua. En primer lugar debemos saber cuál es el volumen de agua de la piscina para ello multiplicamos la longitud x la anchura y x la altura media el total son los m<sup>3</sup> de agua. Por ejemplo una piscina de 8m x 4m y una altura de 1,2m a 1,8m tendrán un volumen de  $8 \times 4 \times 1,5 = 48m^3$ .

**3.- La Bomba:** Para saber el tiempo que debe funcionar la depuradora tendremos que saber primero el caudal que nos dará la bomba. La Bomba instalada sera normalmente una QFP de 0,8cv con un caudal de 10m<sup>3</sup>/h por lo tanto en el ejemplo anterior  $48m^3/10m^3 = 4,8$  horas de funcionamiento. Es aconsejable darle un margen de entre 30 minutos y una hora más, por lo tanto programaremos el reloj para un tiempo de funcionamiento de 5 horas y media.

Para poner en marcha la piscina primero hay que cargar la bomba y las tuberías de agua. ¡¡MUY IMPORTANTE!! Si la caseta está instalada por debajo del nivel de agua de la piscina, siempre que se abra el pre filtro deberán cerrarse previamente las válvulas de entrada y colocar la válvula selectora en posición de cerrado. (Para saber si las válvulas están abiertas o cerradas basta con fijarse en la posición de la maneta roja, si la maneta cruza la tubería como se ve en la foto, las válvulas están cerradas, si está alguna en línea con la tubería, la válvula estará abierta).



*Figura 43. Sistema de filtro*  
Fuente: soluciones especiales de piscinas

### 5.3 PH del agua

El pH del agua es un valor muy a tener en cuenta en las piscinas. La acción del cloro depende directamente de él y, por lo tanto, el confort de los bañistas y el estado de la instalación.

✚ El pH siempre debe estar entre 7,2 y 7,6.

El pH indica la acidez o alcalinidad. Debe mantenerse entre los valores 7,2 y 7,6. Es importante mantener este valor para cuidar la instalación de la piscina y evitar posibles irritaciones en los bañistas.

Si el pH es superior a 7,6, el desinfectante (cloro normalmente) pierde efectividad. Al contrario, si es inferior a 7,2, el agua de la piscina adquiere propiedades ácidas y puede irritar los ojos y la piel de los bañistas.

Tabla 22  
*Escala de PH.*

<b>Escala de pH</b>		
<b>0</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
Acido	Neutro	Alcalino
<b>0 - 7.1</b>	<b>7.2 - 7.6</b>	<b>7.7 - 14</b>
Agua corrosiva para instalación. Puede irritar los ojos, la piel y las mucosas	Agua sana y bajo control	Mayor consumo de productos químicos que no actúan correctamente.

Fuente: mantenimiento piscinas Zaragoza

- ✚ Corregir en caso necesario.

En caso que el valor del pH del agua no sea correcto, puede utilizar los productos químicos (líquido o granulado) para corregir el valor si fuese necesario.

- ✚ Hacer el control diario.

Dada la importancia de mantener el valor de pH del agua en el rango adecuado. Blautech dispone de la instrumentación adecuada para la medición del pH y otras propiedades químicas.

- ✚ La tendencia natural del pH es la de aumentar.

En el control del pH, es importante tener en cuenta el hecho de que en las piscinas, por naturaleza, el pH del agua tiene tendencia a adquirir propiedades alcalinas (aumento del pH).

#### **5.4 Prevención contra las algas**

El agua verde o las algas flotantes son problemas comunes en las piscinas. El tratamiento puede tomar múltiples químicos y varios días de espera si las algas han tenido tiempo de acumularse. Puedes evitar que las algas vuelvan con mucho menos esfuerzo por medio de un mantenimiento regular a la piscina.

Usa cloro como tu exterminador de algas por excelencia. Cuando el agua de tu piscina está verde o contiene grumos visibles de algas, es que la piscina no tiene suficiente cloro. Darle un "choque" a la piscina con una gran dosis de cloro es la forma más efectiva de matar a las algas existentes y regresar a tu piscina a condiciones sanitarias. Esto generalmente funciona en el espacio de 1 a 3 días, pero puede tomar hasta 1 semana si las condiciones de la piscina son malas.

Los otros métodos que se mencionan a continuación son más rápidos, pero es posible que no arreglen los problemas subyacentes de higiene. También son más costosos y pueden tener efectos secundarios no deseados:

Cepilla las paredes y el suelo de la piscina. Cepilla vigorosamente para retirar tanto de las algas como sea posible. Esto reducirá la cantidad de tiempo que tome matar y despejar la floración de algas. Presta especial atención a los escalones, detrás de las escaleras y otros recovecos en donde las algas tienden a acumularse.

Asegúrate de que el cepillo sea compatible con tu piscina. Los cepillos de acero funcionan bien sobre el concreto, mientras que los cepillos de nailon son preferibles para las piscinas de vinilo.

Revisa la seguridad química de la piscina. Vas a manipular químicos peligrosos durante este método. Siempre lee primero la información de seguridad en las etiquetas. Como mínimo, sigue estos estándares de seguridad para todos los químicos para piscinas.

Usa guantes, protección para los ojos y ropa que cubra tu piel. Después del uso, lávate las manos e inspecciona la ropa en busca de químicos.

Evita inhalar los químicos. Ten cuidado al manipularlos en un clima ventoso.

Siempre agrega los químicos al agua, nunca el agua a los químicos. No coloques palas mojadas de regreso en el recipiente.

Guarda los químicos en recipientes sellados y a prueba de fuego, lejos de los niños y en repisas separadas en el mismo nivel (no uno encima de otro). Muchos químicos para piscinas explotan cuando tocan otro químico para piscina.

Ajusta el pH de la piscina. Usa un kit de prueba de pH para piscinas para medir el pH del agua. Si el pH está por encima de 7,6 (lo cual es común durante una floración de algas), agrega un reductor de pH (como bisulfato de sodio) a la piscina según las instrucciones de la etiqueta. Apunta a niveles de pH entre 7,2 y 7,6 para hacer que el cloro sea más efectivo y reducir el crecimiento de la infestación. Espera por lo menos un par de horas, luego prueba la piscina otra vez.

Los kits de prueba que usan tabletas o goteros son mucho más precisos que las tiras de papel. Si los niveles de pH han vuelto a la normalidad pero la alcalinidad total está por encima de 120 ppm, revisa la etiqueta del reductor de pH en busca de instrucciones para bajar la alcalinidad total a entre 80 y 120 ppm.

Elige un producto de cloro de choque. Es posible que el cloro que uses para el tratamiento regular de la piscina no sea la mejor opción para un tratamiento de choque. Idealmente, debes usar un producto líquido de cloro destinado para piscinas. El producto debe contener hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio o hipoclorito de litio.

Evita el hipoclorito de calcio si tienes agua dura.

Todos los productos de hipoclorito son inflamables y explosivos. El litio es relativamente más seguro pero mucho más costoso.

Evita los productos de cloro granulado o en tabletas (como el dicloro o el tricloro), los cuales contienen estabilizantes que no deben agregarse a la piscina en grandes cantidades.

Agrega una dosis particularmente grande de choque. Revisa la etiqueta del producto de cloro en busca de instrucciones de "choque". Para combatir las algas, usa dos veces la cantidad recomendada para un choque regular. Usa el triple de la cantidad si el agua está muy turbia o

incluso el cuádruple si ni siquiera puedes ver el escalón superior de la escalera. Con el filtro de la piscina encendido, agrega el choque directamente al perímetro de la piscina (si tienes un revestimiento de vinilo en la piscina, vierte el choque en una cubeta de agua de piscina primero para evitar que se decolore).

Advertencia: el cloro líquido explotará y producirá un gas corrosivo si toca las tabletas o gránulos de cloro. Nunca viertas el cloro líquido en el desnatador de la piscina o en cualquier cosa que contenga estos productos.

Debido a que los rayos UV en la luz del sol descomponen el cloro, el choque es más efectivo cuando se agrega en la noche y se deja hasta el día siguiente.

Prueba la piscina otra vez al día siguiente. Después de que el filtro de la piscina haya estado encendido durante 12 a 24 horas, examina la piscina. Las algas muertas se tornan blancas o grises y ya sea se suspenden en el agua de la piscina o se asientan en el suelo. Ya sea que las algas estén muertas o no, prueba la piscina otra vez para ver los nuevos niveles de cloro y del pH.

Si los niveles de cloro son más altos (de 2 a 5 ppm) pero las algas aún están ahí, continúa manteniendo estos niveles como siempre durante los siguientes dos días.

Si los niveles de cloro se han elevado pero aún están por debajo de 2 ppm, dale un choque una segunda vez la noche siguiente.

Si no hubo un cambio significativo en los niveles de cloro, es probable que la piscina tenga demasiado ácido cianúrico (más de 50 ppm). Esto viene de usar cloro granulado o en tabletas y puede "encerrar" el cloro en formas inutilizables. La única forma de combatir esto es dar choques repetidos (a veces muchas veces) o drenar parcialmente la piscina.

Las grandes cantidades de hojarasca u otros objetos en la piscina también pueden consumir el cloro. Si la piscina ha estado sin usarse durante mucho tiempo, esto podría tomar toda una semana y varios tratamientos de choque.

Cepilla y haz pruebas diariamente. Cepilla vigorosamente para combatir nuevos brotes de algas en las paredes. A lo largo de los siguientes días, el cloro debería matar a las algas. Haz pruebas diarias para confirmar que los niveles de cloro y pH sean aceptables.

Una piscina bien mantenida tiene aproximadamente los siguientes valores: cloro libre: 2 a 4 ppm, pH: 7,2 a 7,6, alcalinidad: 80 a 120 ppm y dureza cálcica: 200 a 400 ppm. Las ligeras diferencias en estándares son comunes, así que una pequeña desviación no debería ser un problema.

Aspira las algas muertas. Una vez que no quede color verde en la piscina, aspira todas las algas muertas hasta que el agua esté limpia. Puedes omitir este paso y dejar que el filtro se ocupe de ello, pero solo si tienes un filtro potente y estás dispuesto a esperar varios días.

Si tienes problemas para quitar todas las algas, agrega un coagulante o floculante de forma que las aglomere. Estos están disponibles en tiendas de piscinas, pero es posible que no valgan la pena para una piscina doméstica.

Limpia el filtro. Si tienes un filtro D.E., ponlo en la configuración de lavado. Si tienes un filtro de cartucho, retíralo y limpia el cartucho con una manguera a alta presión seguida de ácido muriático diluido o cloro líquido si es necesario. Si no limpias el filtro minuciosamente, es posible que las algas muertas lo bloqueen.

### 5.5 Programa de mantenimiento

Antes de empezar cualquier tratamiento en su piscina, debe conocer cuál es su capacidad. De esta forma, podrá calcular exactamente las dosis de productos químicos que deberá adicionar al agua.

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/l} = 1 \text{ gr/m}^3$$

Piscina circular	Longitud (m) x anchura (m) x Prof. Media (m) x 0,78 = volumen (m <sup>3</sup> )
Piscina rectangular o cuadrada	Longitud (m) x anchura (m) x Prof. Media (m) = volumen (m <sup>3</sup> )
Piscina ovalada	Longitud (m) x anchura (m) x Prof. Media (m) x 0,89 = volumen (m <sup>3</sup> )



Figura 44. Dimensiones de diversas formas de piscinas.  
Fuente: TEHOX.

#### Diariamente

- ✓ Analice el pH del agua y ajústelo entre 7,2 y 7,4 si es necesario.
- ✓ Analice el nivel de cloro residual libre, manteniéndolo entre 0,5 y 2 ppm. Si utiliza un dosificador, regúlelo de manera que se mantenga este residual de cloro.
- ✓ Limpie el agua de hojas e insectos.

#### Semanalmente

- ✓ Limpie los skimmers y cepille las paredes del vaso. A continuación, pase el limpia fondos.
- ✓ Haga un contralavado del filtro y limpie el prefiltro de la bomba.

- ✓ Reponga los compactos de tricloro de los skimmers o del dosificador (ver tratamiento del agua).
- ✓ Añada la dosis de mantenimiento de su producto antialgas.

#### **Mantener el nivel de agua correcto.**

- ✓ Cuando haga aportaciones de agua nueva a la piscina, analice el nivel de cloro y el pH, si es necesario, ajústelos.
- ✓ Ante cualquier amenaza de lluvia, aumente el nivel de cloro y de antialgas.
- ✓ Revise y mantenga en su correcto funcionamiento el dosificador de cloro.

#### **5.6 Hibernación de la piscina**

Cuando la temperatura del agua esté por debajo de 15°C, ajustar el pH entre 7,2 y 7,6 y realizar una cloración de choque con dicloro granulado (15 g. por cada  $m^3$  de agua).

Deje en funcionamiento el filtro y al día siguiente añada invernador normal o el especial para piscinas de liner (5 litros por cada 100  $m^3$  de agua). Este procedimiento estabiliza el agua para que no crezcan algas, nazcan bichos, etc.

Analice el pH del agua para tener un pH entre 7,2 y 7,6 y deje en funcionamiento el filtro durante unas 8 horas para lograr una perfecta distribución del producto en el agua.

Realice una limpieza del filtro con limpiador desincrustante sólido, recuerde hacer un buen contralavado y enjuague después de la limpieza del filtro y cubra su piscina con un cobertor.

Es importante repetir todos estos pasos a mitad de la temporada invernal.

Se puede utilizar el dosificador flotante de hibernación en vez del invernador de dosificación manual que evita la descomposición del agua en las épocas en las que no se utiliza.

### 5.7 Tratamiento del agua

Para disponer de un agua cristalina y desinfectada, le recomendamos el siguiente tratamiento.

✓ Tratamiento inicial

Realice una cloración de choque con 15 g. de dicloro granulado o con 1 ó 2 tabletas de cloro rápido, dosificando el producto a través de los skimmers. Tiene que complementar esta cloración con la adición de un producto antialgas tal como el antialgas concentrado o el antialgas extra, a razón de 1 litro cada 100  $m^3$  de agua.

✓ Tratamiento de mantenimiento

La adición de cloro al agua de la piscina se realiza con el producto compactos de tricloro (1 compacto por cada 20  $m^3$  de agua, semanalmente). Los compactos se colocan periódicamente en los skimmers o en un dosificador. Aproximadamente una vez por semana, debe comprobarse el nivel de compactos y reponerlos si es preciso. Este tratamiento le proporciona una gran independencia y le asegura un residual de cloro las 24 horas del día.

La acción desinfectante del cloro debe complementarse, una vez por semana, con la adición de un producto antialgas, tal como antialgas concentrado o el antialgas extra, dosificando el producto directamente al agua, a razón de 1/4 de litro por cada 100  $m^3$  de agua.

### 5.8 Precauciones en el uso de los productos químicos

- ✓ Al usar los productos químicos, lea con atención la etiqueta y siga sus instrucciones.
- ✓ No mezclar los productos entre sí. Añadir al agua de la piscina primero uno y a continuación otro para evitar posibles reacciones entre ellos.
- ✓ Cuando diluya un producto, nunca añada el agua sobre el producto.
- ✓ Aplíquelo directamente al agua de la piscina o en dosificadores y skimmers.

- ✓ Mantener los envases cerrados, en lugar seco, protegidos del calor y fuera del alcance de los niños.
- ✓ En caso de contacto con los ojos, lávelos inmediatamente con abundante agua y acuda al médico.
- ✓ Evite el contacto de los productos de piscina con otro tipo de productos químicos.

### 5.9 Problemas y soluciones

Problema	Causa	Solución
<b>Agua turbia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtración pobre</li> <li>- PH alto</li> <li>- Exceso de residuos orgánicos</li> </ul>	Realice un contralavado de filtro. Añada 1 l. de Floculante Líquido por cada 100 m <sup>3</sup> de agua. Analice el pH y ajústelo entre 7,2 y 7,4. Añada 15 g. de Dicloro Granulado por cada m <sup>3</sup> de agua.
<b>Agua verde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de algas</li> </ul>	Realice una cloración de choque con 15 g. de Dicloro Granulado por cada m <sup>3</sup> de agua. Añada 3,5 l. de Algicida Plus por cada 100 m <sup>3</sup> de agua. Ajuste el pH.
<b>Agua marrón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de hierro o manganeso</li> </ul>	Ajuste el pH entre 7,2 y 7,4. Añada 15 g. Dicloro Granulado por cada m <sup>3</sup> de agua. Seguidamente, añada 1 l. de Floculante Líquido por cada 100 m <sup>3</sup> de agua.
<b>Manchas en las paredes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de iones metálicos</li> </ul>	Vacíe la piscina y limpie las manchas con Desincrustante de Superficies Extra.
<b>Incrustaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precipitación de las sales cálcicas en el agua</li> </ul>	Ajuste el pH entre 7,2 y 7,4. Añada una vez por semana Anti-Calcaéreo Extra.
<b>Irritación de ojos y piel Malos olores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH desajustado</li> <li>- Exceso de residuos orgánicos</li> </ul>	Analice el pH y ajústelo entre 7,2 y 7,4. Realice una cloración con 15 g. de Dicloro Granulado por cada m <sup>3</sup> de agua.

Cuadro 6. Problemas, Causa y solución en piscinas  
Fuente: Poolsolutions

### 5.10 Riesgos sanitarios por contaminación biológica

Una piscina es, generalmente, un lugar de ocio y disfrute, donde todos los usuarios consiguen su recompensa de una u otra manera, los deportistas y nadadores su tono físico, los enfermos su rehabilitación, los niños su diversión, etc.

Pero una piscina puede convertirse de la noche a la mañana de un lugar de recreo, en un lugar peligroso y contaminado si no se aplican los tratamientos y prevenciones adecuadas. A continuación los principales riesgos sanitarios que te puedes encontrar en una piscina:

Es por causa de la posible presencia de microorganismos patógenos en las piscinas y depende de:

- ✓ Los tipos y número de microorganismos.
- ✓ El individuo que está expuesto por (edad, estado de salud y estado inmunitario).

#### **5.10.1 Tipos de microorganismos.**

A. Protozoos, por ejemplo algunas especies de amebas.

B. Hongos, por ejemplo la candida.

C. Bacterias, por ejemplo los estreptococos y los estafilococos.

D. Virus, por ejemplo el papilovirus y el virus de la hepatitis A.

Cada uno de estos microorganismos necesita para vivir unas determinadas condiciones de temperatura, oxígeno, humedad, acidez, etc., que a veces se pueden encontrar en las piscinas que no se presta el cuidado suficiente. Si se conocen sus necesidades, se facilitará su eliminación.

#### **A. Protozoos**

Se pueden distinguir dos tipos:

- ✓ Los saprófitos, que se nutren de vegetales y de animales en descomposición (por ejemplo los paramecios).
- ✓ Los parásitos, que viven en organismos vivos (por ejemplo, las amebas).

### **B. Hongos**

Su hábitat normal son las zonas húmedas y se encuentran, principalmente, en las playas y en los suelos de los vestuarios, como también en la ropa, el calzado, etc., que haya estado en contacto con hongos.

Las enfermedades que se denominan micosis pueden ser profundas y cutáneas. La mayoría son causadas por hongos del género de los dermatofitos.

### **C. Bacterias**

Durante la natación o el baño, la flora microbiana de la boca y faringe pueden pasar al agua. En una piscina en malas condiciones el riesgo de infección bacteriana es muy elevado. Las causas pueden ser diversas:

Según las condiciones ambientales, las bacterias se pueden multiplicar rápidamente y sobrevivir varias semanas en forma de esporas que, a la vez, se pueden volver a multiplicar.

Algunas personas que hayan sufrido enfermedades infecciosas, que ya están clínicamente curadas ó que las hayan pasado y no lo hayan advertido, pueden aportar gérmenes patógenos a la piscina e infectar a los otros bañistas.

El ser humano es portador de numerosas bacterias inofensivas, no patógenas, pero no obstante, pueden infectar a personas con pocas defensas inmunitarias.

### **D. Virus**

Estos gérmenes se desarrollan en células vivas, las cuales pueden llegar a destruir. Se pueden encontrar en el agua, con el virus de la poliomielitis y de la hepatitis, y también en los suelos húmedos.

Las piscinas pueden ser una fuente de contagio de verrugas cutáneas, como por ejemplo verrugas en la planta del pie, pero no inciden en la transmisión de la hepatitis B o del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).

### **5.10.2 Factores que Favorecen la contaminación Microbiológica.**

- ✓ La concentración humana en el agua, el intercambio de toallas y otros objetos que acentúan el riesgo.
- ✓ La falta de renovación de aire.
- ✓ Las piscinas cubiertas no se benefician de los efectos depuradoras de los rayos solares; esto y la falta de ventilación, aumentan los riesgos sanitarios.
- ✓ La atmósfera húmeda y tibia.
- ✓ Las piscinas mantienen una temperatura y humedad elevadas, condiciones favorables para que se desarrollen los gérmenes.
- ✓ Los revestimientos antideslizantes.
- ✓ Las superficies que son lisas pueden agredir la piel mojada y blanda, lo cual favorece la penetración de algunos microorganismos.
- ✓ La piel húmeda.
- ✓ Después del baño conviene eliminar a fondo la humedad; ningún hongo sobrevive en la piel seca.
- ✓ El estado inmunitario del organismo humano.
- ✓ Si hay una disminución de las defensas, por convalecencia, estrés, fatiga, etc., y al mismo tiempo una presencia importante de gérmenes, puede aparecer una enfermedad infecciosa.

### 5.11 Origen y tipo de contaminación

Una piscina puede contaminarse durante su utilización y, por lo tanto, suponer un peligro sanitario para sus usuarios.

Esta contaminación puede provenir de:

- a) Los bañistas: cada usuario, tanto si está sano como enfermo o convaleciente, elimina a través de la piel, de las mucosas y del aparato genitourinario gérmenes que se depositan en el agua.

La mayoría de estos gérmenes llegan al agua envueltos con partículas de piel, de cosméticos y de protectores solares, por lo que se encuentran muy protegidos contra los desinfectantes habituales del agua y eso dificulta su eliminación. Estas partículas se concentran en la superficie del agua, más próxima a los bañistas, donde los desinfectantes se debilitan a causa de las radiaciones solares.

- b) Los no bañistas: contaminan a través del calzado. Es necesario prohibir el acceso a la zona de playa.
- c) El agua: el agua del vaso ha de proceder de la red pública o de alguna otra fuente autorizada, ya que estas aguas están sometidas a controles sanitarios.
- d) La contaminación atmosférica: en las piscinas descubiertas el viento deposita hojas y partículas que pueden transportar gérmenes patógenos.
- e) Los productos químicos para el tratamiento de aguas: cuándo son mal utilizados y/o las instalaciones depuradoras están mal diseñadas pueden ser una fuente de contaminación.

En una piscina pueden producirse dos tipos de contaminación: biológica y química.

### 5.11.1 Riesgo sanitario para contaminación biológica.

Se produce a causa de la posible presencia de microorganismos patógenos en las piscinas y depende de:

- Los tipos y el número de microorganismos.
- El individuo que está expuesto (edad, estado inmunitario, etc.).

Tipo de microorganismos:

- a. Protozoos, por ejemplo algunas especies de amebas.
- b. Hongos, por ejemplo la cándida.
- c. Bacterias, por ejemplo los estreptococos y los estafilococos.
- d. Virus, por ejemplo el papiloma virus y el virus de la hepatitis A. Cada uno de estos microorganismos necesita para vivir unas determinadas condiciones de temperatura, oxígeno, humedad, pH, etc., que a veces pueden encontrarse en piscinas de las cuales no se tiene el cuidado suficiente. Si se conocen sus necesidades se facilita su eliminación.

A continuación explicaremos cada tipo de microorganismos:

#### A. Protozoos

Podemos distinguir de dos tipos:

- ✓ Los saprófitos, que se alimentan de vegetales y de animales en descomposición (por ejemplo, los paramecios).
- ✓ Los parásitos, que viven en organismos vivos (por ejemplo, las amebas).

#### B. Hongos

Su hábitat normal son las zonas húmedas y pueden encontrarse, sobre todo, en las zonas de playas y en el suelo de los vestuarios, como también en la ropa, en el calzado, etc., que hayan estado en contacto con hongos.

Las enfermedades que se llaman micosis pueden ser profundas y cutáneas.

La mayoría son causadas por hongos del género de los dermatofitos.

#### C. Bacterias

Durante la natación o el baño, la flora microbiana de la boca y la faringe puede pasar al agua.

En una piscina en malas condiciones el riesgo de infección bacteriana es elevado. Las causas pueden ser diversas:

- ✓ Según las condiciones ambientales, las bacterias pueden multiplicarse rápidamente o sobrevivir diversas semanas en forma de esporas que, al mismo tiempo, pueden volver a multiplicarse.
- ✓ Algunas personas que hayan sufrido enfermedades infecciosas, que ya estén clínicamente resueltas o las hayan pasado y no lo hayan advertido, pueden aportar gérmenes patógenos en la piscina e infectar a otros bañistas.
- ✓ El ser humano es portador de numerosas bacterias inofensivas, no patógenas, alguna de las cuales, sin embargo, pueden infectar personas con pocas defensas inmunitarias.

#### D. Virus

Estos gérmenes se desarrollan en células vivas, a las cuales pueden llegar a destruir. Pueden encontrarse en el agua, como el virus de la poliomielitis y el de la hepatitis A y también en los suelos húmedos. Las piscinas pueden ser una fuente de contagio de verrugas cutáneas, como por ejemplo verrugas plantares. Sin embargo no inciden en la transmisión de la hepatitis B o del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).

### **5.11.2 Riesgos sanitarios por contaminación química.**

Más de cinco enfermedades pueden contraer las personas que se bañen en piscinas sin las autorizaciones sanitarias del Ministerio de Salud o sin un régimen adecuado de limpieza de agua y desinfección, debido a la presencia de bacterias y hongos dañinos para la salud. Las

piscinas en las cuales no se cambia el agua o que no son desinfectadas con cloro suelen tener hongos y bacterias que en casos extremos podrían causar la muerte; la falta de higiene en las piscinas podría producir dermatofitosis, que afecta las uñas y el cabello, causando lesiones severas; así como conjuntivitis y otitis, que implican infecciones oculares y auditivas, respectivamente. Además, los usuarios de piscinas antihigiénicas también podrían presentar diarreas, vómitos, náuseas y dolores abdominales generados por la bacteria Salmonella. Existen amebas de vida libre que pueden estar presentes en las piscinas, las cuales pueden generar afecciones neurológicas, comas y hasta la muerte, si no se toman las precauciones del caso.

### **5.12 Medidas preventivas**

La prevención de la contaminación del agua y del entorno de las piscinas de tratamiento y la lucha contra el desarrollo de los agentes infecciosos se basa en el estricto cumplimiento de:

- ✓ Normas de higiene y limpieza concernientes al propio paciente y a las piscinas y resto de instalaciones y locales anexos.
- ✓ Normas de renovación y tratamiento del agua de la piscina.

Por lo que respecta a los pacientes, es necesario que exista un centro médico de selección de pacientes; el médico debe ver al paciente y permitirá el acceso solamente a aquellos que no tengan signo alguno de enfermedad infecciosa, incontinencia de esfínteres u otra causa susceptible de constituir riesgo de contaminación para los otros usuarios. El Comité professionnel francés en 1983, recomendó la exigencia de un certificado médico autorizando el acceso a la piscina termal; el establecimiento Termal no debía permitir la entrada a pacientes, incluso a los que estuvieran a cargo de la Seguridad Social, que no lo portara o si infringían las normas de higiene establecidas.

A los usuarios de piscinas de tratamiento se les debe exigir máxima higiene corporal, debiendo ser informados por el personal sanitario en favor de una educación sanitaria.

Deben pasar por la ducha completa con agua y jabón y por los pediluvios antes de entrar en la piscina. El traje de baño debe ser lavado y esterilizado después de cada uso y se debe exigir el uso de gorro de baño. A estas mismas normas de higiene corporal atenderán los pacientes en silla de ruedas. Después del baño, se pasará por ducha y pediluvio para prevenir ciertas infecciones micóticas.

Toda persona que entre en los locales de la piscina debe pasar por el pediluvio o llevar calmas estériles.

Te prohíbe fumar, mascar chicle, escupir, dejar residuos de alimentos, introducir animales en el recinto, etc.

Es necesario el mantenimiento de las piscinas y locales para evitar proliferación de gérmenes que fácilmente se desarrollan en ambiente húmedo y caliente.

Las cabinas, vestuarios, duchas y suelos se deben desinfectar diariamente con detergente y desinfectante bactericida, fungicida, viricida y aclarado con agua, ya que son los lugares que suelen presentar mayor contaminación.

El material accesorio utilizado con los pacientes fuera y dentro del agua se debe limpiar y desinfectar adecuadamente.

En cuanto a la piscina propiamente dicha, se puede empezar por destacar que sus dimensiones deben ser las adecuadas para el uso a que son destinadas, y su forma la más conveniente para la práctica de ejercicios rehabilitadores y la hidrocinesiterapia que pueda ser prescrita, debiéndose evitar cuanto suponga recodos y dificultades para la más estricta limpieza y el aporte y evacuación del agua de la misma.

Las paredes deben ser lisas y claras, el suelo antideslizante y plano o con una ligera inclinación para facilitar el desagüe, pudiendo ser escalonado para facilitar la sumersión a los niveles más convenientes a cada paciente.

Las piscinas de tratamiento deberán ser diariamente vaciadas parcial o totalmente, según los casos, para proceder a la limpieza con enjabonado, cepillado manual o automático de paredes y fondo y proyección de vapor de agua, pudiéndose modificar tales atenciones según las características del agua, su composición química, pH, flora, etc.

El agua de la piscina debe ser renovada o reciclada, filtrada y desinfectada.

El sistema de aporte y evacuación del agua deberá ser el más conveniente para que tales operaciones puedan producirse con la máxima perfección y no solo por lo que respecta al agua sino también de posibles sedimentos, muy frecuentes en determinadas aguas mineromedicinales.

El aporte de agua puede producirse en circuito abierto o en circuito cerrado. En el primer caso el agua es renovada parcial o totalmente, después de su uso; el llenado y vaciado debe ser continuo y de tal forma que en la piscina se produzca una verdadera y permanente corriente de agua, determinante de un barrido uniforme de la masa de agua. La cantidad de agua necesaria en estos casos es muy importante, por lo que solamente podrá utilizarse este sistema en aquellos Establecimientos Balnearios en los que cuentan con un gran aforo.

La capacidad de renovación de la totalidad del volumen de agua debe ser suficiente para que se produzca en determinados espacios de tiempo, y asegure la calidad del agua.

Lo más frecuente es que el agua de la piscina sea reciclada utilizando el sistema de circuito cerrado, en el que el agua es reciclada de forma continua, después de haber sido filtrada y desinfectada. También, puede haber aporte de agua nueva.

El reciclaje del agua de la piscina se puede producir por distintos sistemas, siendo clásico el aporte 100% por la parte más elevada del vaso y la salida 100% por el fondo y siempre mejor por varios puntos; se facilita así la eliminación de partículas densas. Se considera sistema invertido SI el aporte 100%.

### 5.13 Condiciones de funcionamiento

Para poder abrir las piscinas de forma segura, deben cumplirse las siguientes obligaciones:

- ✓ Disponer de un socorrista con conocimientos en primeros auxilios siempre presente durante el horario de baño. En el caso de piscinas que midan entre 500 y 1.000  $m^2$  o que tengan dos piscinas y la separación entre una y otra no permita una vigilancia eficaz, deberá haber dos o más socorristas.
- ✓ Contar con elementos para ayudar al rescate, como perchas y salvavidas.
- ✓ Tener un botiquín en un lugar visible y señalizado, así como un teléfono y un listado visible con información de servicios de urgencia.
- ✓ Si las piscinas miden en su totalidad entre 500 y 1.000  $m^2$ , deben contratar a un ATS/DUE o un médico de forma permanente. Si miden más de 1.000  $m^2$ , las dos figuras son obligatorias de forma permanente. En ambos casos, se debe disponer del material necesario para asistir a un herido, si se da la situación.

La propia piscina y los elementos de su alrededor tienen que ajustarse a estos requisitos:

- ✓ Tener expuestas las normas de régimen interno de uso de la piscina en lugar visible.
- ✓ La altura máxima para las piscinas de adultos debe ser máximo de tres metros. La de las piscinas infantiles para menores de seis años no puede superar los 0,60 m.

- ✓ Los trampolines están prohibidos. Solamente se permite la instalación de toboganes, que no molesten, que no tengan juntas o solapas que puedan dañar al usuario y que estén situados en zonas debidamente acotadas.
- ✓ Debe haber aseos diferentes para cada sexo, con agua corriente potable, dosificador de jabón, toallas mono uso o secador de manos y papel higiénico.
- ✓ Para acceder a la zona del vaso, se debe pasar obligatoriamente por piletas con duchas.
- ✓ En total debe haber un mínimo de dos duchas alrededor de la piscina.
- ✓ El paseo que rodea la piscina tiene que medir al menos un metro de ancho, así como estar construido libre de impedimentos y con materiales antideslizantes, ya que está pensado para andar con los pies descalzos. No se permiten canalillos o Lavapiés alrededor de la piscina.
- ✓ La zona de la piscina tiene que tener papeleras y ceniceros distribuidos por todo el recinto, en una cantidad adecuada para el número habitual de asistentes.
- ✓ El almacén de productos químicos y la instalación de tratamiento de agua estarán en lugares inaccesibles para el usuario.

Para el mantenimiento y funcionamiento de la piscina, es necesario:

- ✓ Una persona técnicamente capacitada, que sea responsable del correcto funcionamiento de la instalación.
- ✓ Un Libro de Registro Oficial, a disposición de los usuarios, donde se anoten dos veces al día datos como el PH, el desinfectante utilizado, la lectura del contador de agua depurada, etcétera.
- ✓ Depurar el agua de los vasos a diario y de forma continua al menos durante el horario de apertura, con los procedimientos adecuados.

- ✓ Tener los puntos de sistema de aspiración por fondo, si los hay, debidamente protegidos para evitar accidentes.
- ✓ Cuando la piscina no esté en funcionamiento, el vaso tiene que estar cubierto o vallado para evitar que se estropee y que alguien pueda caerse en él.
- ✓ Es obligatorio vaciar los vasos totalmente al menos una vez en la temporada.

Obligaciones y prohibiciones para el usuario:

- ✓ Duchase antes de entrar en la piscina.
- ✓ No comer en la zona de baño, entrar con calzado de calle o introducir animales.
- ✓ No se puede utilizar la piscina cuando no esté presente el socorrista, es decir fuera del horario de apertura.

#### **5.14 Seguridad en la piscina**

Con la llegada del verano y las vacaciones escolares, la piscina se convierte en uno de los lugares de disfrute para los más pequeños. Sin embargo, es un espacio de ocio que no está exento de riesgos y posibles incidentes. Según el informe mundial sobre prevención de lesiones en niños, elaborado por la Organización Mundial de la Salud, en la mayoría de países los ahogamientos son una de las 3 principales causas de lesiones no intencionales, registrándose las mayores tasas en menores de 5 años.

En nuestro país existen más de un millón de piscinas residenciales y los expertos aseguran que un menor puede ahogarse en menos de 3 minutos en tan solo 20 centímetros de agua, sin que sus padres se percaten del accidente.

No en vano, un tercio de las personas que son hospitalizadas por ahogamientos son menores de 14 años, según el Ministerio de Sanidad. Andalucía, Canarias, Comunidad Valenciana y Cataluña concentraron el verano pasado el mayor número de ahogamientos, seguidos por

Galicia, Madrid, Murcia, Asturias, Castilla-León, Castilla- La Mancha, País Vasco, Aragón, Extremadura, Baleares, Navarra y Cantabria.

#### **5.14.1 Precauciones necesarias.**

Por ello, es importante mantener una serie de medidas preventivas, que Abrisud resume en un decálogo para niños dentro de su Campaña de Seguridad Infantil en la Piscina 2014.

Entre las recomendaciones, Abrisud les recuerda que nunca dejen en el agua juguetes para evitar el riesgo de que otros niños se lancen a por ellos, o que respeten las horas de la digestión y entren despacio en la piscina para no sufrir choques térmicos.

También es conveniente que los padres inculquen a sus hijos que jueguen con precaución para evitar resbalar en los bordillos, escaleras o toboganes.

Estos son algunos de los 10 consejos de seguridad infantil que los padres deben inculcar a sus hijos para que los niños disfruten de manera segura del baño y que Abrisud ha resumido en formato de guía infantil ilustrada y en un vídeo cuento para niños que aún no saben leer.

Ninguna de las recomendaciones suple la vigilancia activa de un adulto cuando un niño se baña en la piscina, pero sí son una manera amena de inculcar unas normas básicas para evitar accidentes y disfrutar de la piscina con seguridad.

#### **5.14.2 Decálogo de consejos de seguridad en la piscina para niños.**

1. No te bañes nunca tú solo, espera que tus papás estén siempre contigo.
2. Hasta que aprendas a nadar bien, tienes que ponerte siempre manguitos o chaleco hinchable. Acuérdate de ponértelos con tus papás, antes de entrar en la piscina.
3. No te lances de cabeza en la parte menos honda, puedes darte un golpe fuerte en la cabeza y hacerte daño.

4. Cuidado cuando juegues o corras cerca de los bordillos, toboganes o escaleras.  
Resbalan mucho y puedes caer
5. Después de comer, tienes que esperar un rato. Puedes dormir la siesta o jugar un rato, mientras haces la digestión.
6. Entra siempre despacito en la piscina, si entras de golpe puedes tener un corte de digestión y te dolerá mucho la tripa.
7. No olvides nunca recoger tus juguetes dentro del agua. Si un amiguito salta para jugar con ellos, puede tener un accidente y hacerse daño.
8. Si ves que algún niño se hace daño, ve rápidamente a buscar a una persona mayor que os ayude.
9. Aprende a nadar bien, mejor que nadie. Es la mejor manera de disfrutar de la piscina.
10. Las vallas o cubiertas de piscina están para que no te hagas daño. No las abras sin el permiso de tus papás.

**Capítulo VI estimación de costos relacionados con el diseño integral de la obra –  
electromecánica**

DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>SISTEMA DE BOMBEO Y RECIRCULACION</b>				
<b>SISTEMA DE BOMBEO Y RECIRCULACION</b>	glb	1.00	49,534.00	49,534.00
<b>ACCESORIOS SANITARIOS Y ELECTRICOS PARA INSTALACIONES</b>	glb	1.00	6,537.20	6,537.20
<b>SISTEMA PARA MANTENIMIENTO INYECCION Y RECUPERACION DEL AGUA DE PISCINA</b>				61,117.20
<b>KIT PARA SISTEMA DE DOSIFICACION PARA MANTENIMIENTO DE CLORO Y PH</b>	glb	1.00	10,890.00	10,890.00
<b>SISTEMA DE CLORACION</b>				
<b>SISTEMA DE CLORACION AUTOMATIZADO</b>	glb	1.00	380.00	380.00
<b>ACCESORIOS PARA VASO DE PISCINA</b>				6,937.20
<b>ACCESORIOS PARA EMPOTRAR</b>	glb	1.00	5,400.00	5,400.00
<b>POZO DE COMPENZACION Y POZO NIVEL</b>	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
<b>SERVICIO DE INSTALACION</b>	glb	1.00	37.20	37.20
<b>ACCESORIOS DE LIMPIEZA PISCINA</b>				2,595.00

<b>MANGUERA FLEXIBLE DE 2" X 15M USA</b>	und	1.00	950.00	950.00
<b>TUBO TELESCOPICO DE 3.6 X 7M</b>	pza	1.00	290.00	290.00
<b>CABEZAL DE 22 RUEDAS PROVAC #241</b>	pza	1.00	1,190.00	1,190.00
<b>CEPILLO DE ACERO CON MANGO METALICO DE 18"</b>	pza	1.00	120.00	120.00
<b>RECOJEDOR DE HOJAS MARCO PLASTICO</b>	pza	1.00	45.00	45.00
<b>TEMPERADO SOLAR PISCINA</b>				106,837.20
<b>COLECTORES SOLARES DE POLIPROPILENO</b>	glb	1.00	91,500.00	91,500.00
<b>TENDIDO DE TUBERIA Y ACCESORIOS DE COLECTORES</b>	glb	1.00	15,337.20	15,337.20
<b>TABLEROS DE AUTOMATIZACION</b>				11,312.40
<b>TABLERO DE ENCENDIDO DEL TODO EL SISTEMA</b>	und	1.00	11,312.40	11,312.40
<b>EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA PISCINA</b>				80,800.00
<b>COBERTOR TERMICO PARA PISCINA</b>	pza	1.00	10,500.00	10,500.00
<b>LINEAS DE FLOTACION 120 MM X 25 M</b>	m	1.00	18,900.00	18,900.00
<b>TENSOR DE CORCHERA EN AC INOX</b>	pza	1.00	1,440.00	1,440.00
<b>GANCHO DE CORCHERA EN AC INOX</b>	pza	1.00	360.00	360.00
<b>ANCLAJE DE CORCHERA EN HAYWARD</b>	pza	1.00	1,200.00	1,200.00

<b>PARTIDORES EN FIBRA DE VIDRIO Y AC INOX(FABRICACION NACIONAL)</b>	pza	1.00	11,400.00	11,400.00
<b>ENROLLADOR PARA COBERTOR DE 12' X 16'</b>	pza	1.00	12,000.00	12,000.00
<b>INSTALACIONES GENERALES</b>	glb	1.00	25,000.00	25,000.00
<b>COSTO DIRECTO</b>				326,050.20



## Conclusiones

1. Se realizó el diseño de la piscina olímpica en base a un análisis exergético en el cual se llegó a la conclusión que las pérdidas por evaporación son las que acarrearán el mayor porcentaje, es por esto que, necesitaremos de utilizar mantas térmicas para que no exista una elevada pérdida de calor.
2. Investigamos acerca de las diversas tecnologías solares y se decidió que la energía solar térmica por paneles solares es la aconsejable para nuestro diseño, además investigamos también sobre todos los elementos indispensables para nuestra piscina olímpica.
3. Se realizó la selección de los todos los componentes de la piscina, desarrollando los cálculos respectivos para el perfecto dimensionamiento de cada uno. Se determinó que se necesitarán 212 paneles solares, los cuales poseen un área de  $6 m^2$ , en caso tengamos inconvenientes con el calentamiento solar, se seleccionó 5 equipos calentadores de agua a gas propano marca HAYWARD modelo H400FDP.
4. Se logró diseñar un sistema que incluyó la tecnología solar térmica, básicamente para el calentamiento de nuestra piscina olímpica con 212 colectores solares térmicos y un sistema alternativo de calentamiento.
5. Se realizó una representación de la distribución de los paneles solares sobre el techo de la piscina, dejando en claro que no se realizó el diseño estructural del techo cobertor, tan solo es una distribución para tener una idea de cómo se pueden distribuir los paneles.
6. Logramos realizar en diseño de las instalaciones eléctricas de todas las áreas de la piscina tales como: iluminación en los servicios higiénicos, cuarto de máquinas, piscina, además del diseño de las instalaciones de la planta de fuerza para el sistema

hidráulico, cada circuito se encuentra con su respectivo sistema de puesta a tierra, tal como lo exige la norma.

### Referencia Bibliografica

- ✓ Ing. Carlos Gordillo Andia M Sc. 2013. SUMINISTROS ENERGETICOS.
- ✓ YUNUS A. CENGEL. TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA. III Edicion.  
Mexico. Mc Graw Hill.
- ✓ Frank Kreith, Mark S. Bohn, Raj. Principios de Transferencia de Calor VII Edicion
- ✓ Helena Garcia, Alejandra Corredor, Laura Calderon, Miguel Gomez. 2013. Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia.
- ✓ Renewables-made in Germany. 2012.( <http://www.renewables-made-in-germany.com/es/renewables-made-in-germany/tecnologias/energia-solar-termica/energia-solar-termica/tecnologias-y-aplicaciones.html> consultado el: 12 de Octubre del 2015)
- ✓ Energía solar ventajas y desventajas. 2015. (<http://erenovable.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/> consultado el: 15 de Octubre del 2015)
- ✓ Centro de la investigación de la geotermia (2014) (UGE).  
(<http://www.googleenergy.com> consultado el 18 de Octubre del 2015).
- ✓ Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. 2007. Guía técnicas IDEA.  
Gobierno de España. España :  
(<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/relcategoria.1030/id.430/relmenu.53> consultado el 18 de Octubre del 2015).
- ✓ PS-POOLEQUIPMENT. 2016. (<http://www.climatizacionparapiscinas.es/paneles-solares/solarflex> Consultado el 20 de Octubre del 2015).

- ✓ Solar Energy International. 2011. (<http://www.solarenergy.org/programa-hispano/?gclid=CJfpmd-Uv80CFYsmhgodagwNiw> consultado el 20 de Octubre del 2015).
- ✓ Guia de instalación del calentador solar de piscina Enersol. 2015. Enersol-solar pool heating (<http://enerworks.com/downloads/Enersol-Installation-Manual-Spanish.pdf?b3fdf2> consultado el 02 de Noviembre del 2015).
- ✓ SOLARCORPPERU-ENERGIAS RENOVABLES. 2012. (<http://www.solarcorperu.com/14-paneles-solares> Consultado el 10 de Noviembre del 2015).
- ✓ Consejo Superior de deportes, instalaciones públicas/ piscinas cubiertas. 2010. (<http://www.csd.gob.es> consultado el 10 de Noviembre del 2015).
- ✓ Solaris: <http://www.solaris.es/>
- ✓ Menerga\_ climatización eficiente. 2005(<http://www.agendascomunes.net> consultado el 15 de Diciembre del 2015).
- ✓ John Perlin, pagina web del California Solar Center. 2014. ([http://www.californiasolarcenter.org/history\\_solarthermal.html](http://www.californiasolarcenter.org/history_solarthermal.html) consultado el 20 de Diciembre del 2015).
- ✓ M Halverson E Richman B Liu D Winiarski ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007 Final Determination Quantitative Analysis. 2011. U.S. Department of Energy. ([http://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical\\_reports/PNNL-20456.pdf](http://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-20456.pdf) consultado el 22 de Diciembre del 2015).
- ✓ SEBASTIAN HELLMUTH DAIBER ROJAS. 2009. “ANALISIS DE DESEMPEÑO DE TRES SISTEMAS SOLARES TERMICOS”. Tesis ING.

- ✓ ALEJANDRO IGNACIO CUEVAS STREETER. 2009. “ANÁLISIS EXERGO-ECONÓMICO DE UN SISTEMA DE COLECTORES SOLARES PARA UNA PISCINA MUNICIPAL”. Tesis ING civil mecánico.
- ✓ MAG.FAP WILAR GAMARRA MOLINA.2003. “ATLAS DE ENERGIA SOLAR DEL PERU”.
- ✓ Agustín Maílló. 2009. “Climatización de piscinas cubiertas”. CIATESA (Compañía industrial de aplicaciones térmicas S.A.)
- ✓ Reynaldo Condori Yucra. 2010. “ESTUDIO PARA LA CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA Y LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA ACS CON ENERGÍA SOLAR DE LA UNAP”. IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES\_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES). Cusco. Perú.

## ANEXOS

### LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1 Valores de los coeficientes del modelo ångström-prescott

ANEXO 2 Selección de los diámetros de tubería.

ANEXO 3 Selección del filtro de arena.

ANEXO 4 Selección de la bomba.

ANEXO 5 Selección del diámetro interno.

ANEXO 6 Propiedades físicas del agua.

ANEXO 7: Calentador de agua HAYWARD H400FDP

ANEXO 8 Diagrama de Moody.

ANEXO 9 Grupo Electrónico

ANEXO 10 Selección de conductor CNE-Utilización

ANEXO 11 Selección de tubería CNE-Utilización

ANEXO 12 Selección de protección CNE-Utilización

ANEXO 13 Selección de enlace equipotencial CNE-Utilización

ANEXO 14 PLANOS

Anexo 1: valores de los coeficientes del modelo ångström-prescott por estación, número de datos utilizado y error promedio.


Coeficientes del modelo Angström-Prescott por estación.  
(Baigorria et.al., 2003a)

Estación meteorológica	a	b	Número de datos	Error (%)
<b>Costa</b>				
Miraflores	0,355	0,392	3 681	-2,4
A. Von Humboldt	0,211	0,467	12 186	12,9
San Camilo	0,321	0,468	2 241	-0,4
La Joya	0,593	0,181	7 534	2,8
<b>Sierra</b>				
Bambamarca	0,322	0,336	2 697	6,6
Weberbauer	0,231	0,521	1 859	-2,7
Cosmos	0,32	0,384	929	7,4
Huayao	0,397	0,379	6 285	2,2
Granja Kcayra	0,376	0,364	2 199	3,4
Chuquibambilla	0,395	0,384	1 892	-2,1
Puno	0,378	0,438	2 805	9,2
Characato-La Pampilla	0,367	0,396	1 220	10,7
<b>Selva</b>				
San Ramon SM	0,301	0,377	2 742	6,6
El Porvenir	0,278	0,32	1 613	7
Bellavista	0,355	0,341	714	5,9

Fuente: Atlas Energía Solar del Perú, 2003



Anexo 2: selección de los diámetros de tubería.



## LÍNEA PRESIÓN AGUA FRÍA

El sistema de presión agua fría se aplica principalmente en:

- Distribución de agua blanca a presión en edificaciones.
- Sistema de Enfriamiento "Chillers" de centros comerciales y edificaciones.
- Sistemas de bombeo, recirculación y tratamiento de agua en piscinas.
- Tuberías para transporte de fluidos corrosivos.
- Algunas aplicaciones de riego.

**Características:**

- **Tuberías:** en 6mts. Espiga - Espiga, color gris.

Diámetro Nominal (comercial) in.	Peso (Kg)	Presión de trabajo (psi) a 23°C	RDE
1/2	1.300	500	9
3/4	1.690	400	11
1	2.210	315	13.5
1 1/2	3.750	250	17
2	5.868	250	17
2 1/2	6.970	200	21
3	10.340	200	21
4	17.070	200	21

- **Conexiones:** Sch. 40 Campana para soldar en los extremos

**Normas Técnicas:**

- 1 **Materiales de las tuberías y conexiones:** ASTM D12454-B
- 2 **Dimensiones de las tuberías:** ASTM D 2241
- 3 **Dimensiones de las conexiones:** ASTM D2466

## LÍNEA PRESIÓN AGUA CALIENTE

El sistema de presión agua caliente se utiliza exclusivamente para aplicaciones residenciales.

**Características**


- **Tuberías:** en 3mts. Espiga - Espiga, color beige.

Diámetro Nominal (comercial) in.	Peso (Kg)	Presión de trabajo (psi) a 82° C	RDE
1/2	0.387	100	11
3/4	0.651	100	11
1	1.029	100	11

- **Conexiones:** RDE 11Campana para soldar en los extremos

**Normas Técnicas**

- 1 **Materiales de las tuberías y conexiones:** ASTM D23447-B
- 2 **Dimensiones de las tuberías:** ASTM D 2846
- 3 **Dimensiones de las conexiones:** ASTM D2846



Anexo 3: selección del filtro de arena

**SPECIFICATIONS**

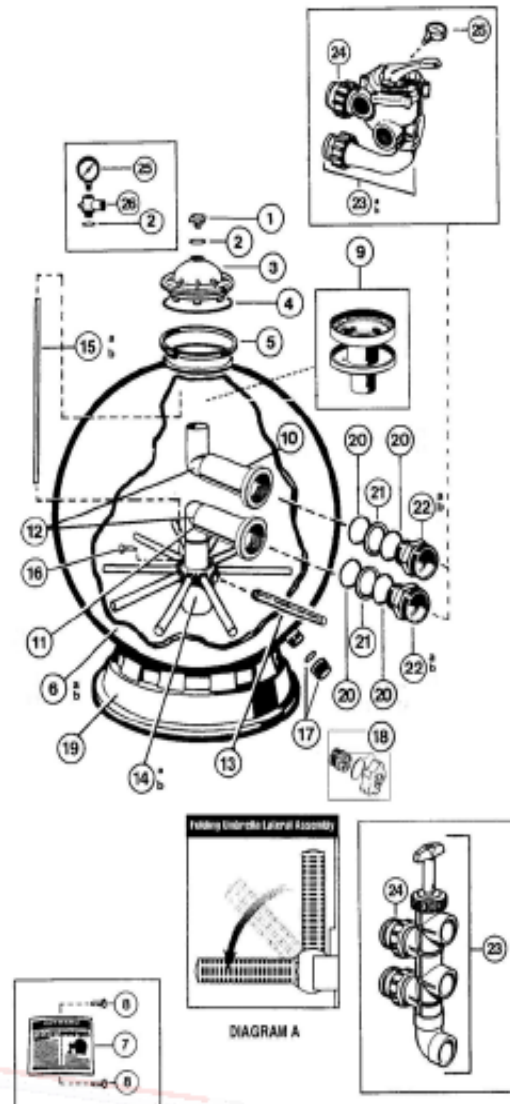
MODEL NUMBER	EFFECTIVE FILTRATION AREA		MAXIMUM WORKING PRESSURE		REQUIRED CLEARANCE				MEDIA REQUIRED		
	FT <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	PSI	BAR	SIDE		ABOVE		TYPE	AMOUNT	
					INCH	MM	INCH	MM		LBS	KG
S311SX	5.0	.46	50	3.45	18	460	18	460	0.45-0.55mm	350	160
S360SX	6.7	.62	50	3.45	18	460	18	460	0.45-0.55mm	700	318

**PARTS MODELS:**

**S311SX, S311SXV, S360SX**

REF NO	PART NO.	DESCRIPTION	NO. REQ
1	SX200G	Manual Air Relief Cap	1
2	SX200Z5	O-RING, 13/16" O.D.	1
3	SX244K	Top Closure Dome	1
4	GMX600F	Valve/tank o-ring	1
5	SX310N	Flange Clamp	1
6a	SX311A2FW	Filter Tank w/Base (S311SX)	1
6b	SX360AA2FW	Filter Tank w/Base (S360SX)	1
7	SX311G	Label Plate with Label	1
8	SX311Z1	Label Plate Screws	1
9	SX244G	Top Diffuser	1
10	SX311CD1FW	Top Elbow Assembly (S311SX)	1
11	SX311CD2FW	Bottom Elbow Assy (S311SX)	1
12	SX360CD	Elbow Assy (S360SX) Prior 2000	2
	SX360CDFW	Elbow Assy (S360SX)	2
13	SX310HA	Lateral (Screw In) Prior 2005	10
	SX310HN	Lateral (One piece)	10
14	SX311DA	Lateral Holder Assy (S311SX)	1
	SX242MA3	Lateral Holder Assy (S360SX)	1
15	CX1100Z4	Plastic Air Tube	1
16	SX200Z2	Air Tube Lock Screw	1
17	SX108HG	Drain Cap Kit (Round)	1
18	SX180LA	Drain Cap Assy	1
19	SX310J	Filter Stand Support	1
20	SX360Z1	O-Ring	4
21	SX360E	O-Ring Spacer	2
22	SX244P	Bulkhead Fitting (S311SX)	2
	SX311F	Bulkhead Fitting (S360SX)	2
23	SP710X62	1 1/2" Vari-Flo Control Valve Assembly with Gauge	1
	SP715X62	2" Vari-Flo Control Valve Assembly with Gauge	
	SP0410X602G	Slide Valve Assembly	
24	SX200Z4	O-Ring	2
25	ECX270861	Pressure Gauge	1
26	DEX2400S	Relief Valve/Gauge Adapter Assy	1
	DEX2400Z3A	O-Ring for Relief valve stem (Set of 3)	

**FIGURE B**

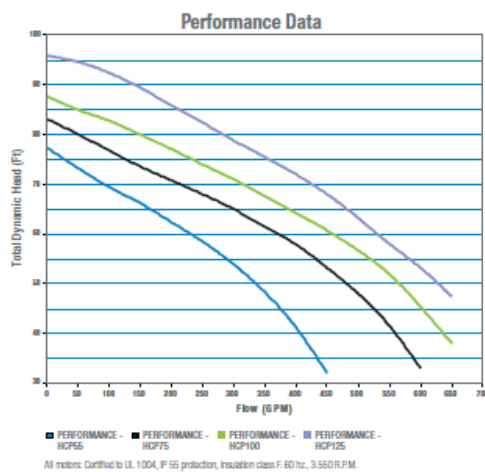
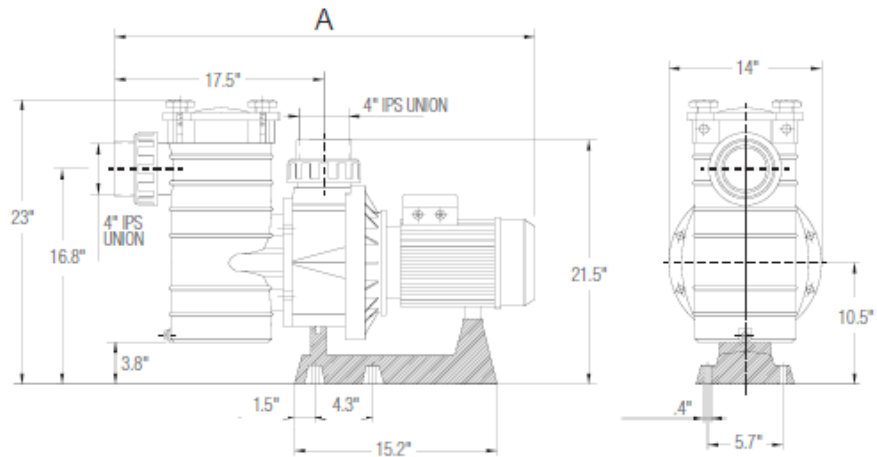


Anexo 4: selección de la bomba

### 3. Dimensions

FIGURE 3.1

Model	HP	(A) Inch
HCP55	5.5	34.2
HCP75	7.5	36.0
HCP100	10.0	37.2
HCP125	12.5	37.2



Head Loss in Ft – HCP Single Speed Pumps				
GPM	PERFORMANCE - HCP55	PERFORMANCE - HCP75	PERFORMANCE - HCP100	PERFORMANCE - HCP125
0	77.4	83.2	87.78	95.9
50	73.3	80.1	85	94.64
100	69.5	76.8	82.8	92.44
150	66.2	73.6	80	89.42
200	62.4	70.8	77.1	85.9
250	58.5	68	74	82.43
300	53.9	65	71	78.8
350	48.3	61.4	67.7	75.5
400	41.2	57.9	64.2	72
450	32	53.2	60.7	68
500		48	56.7	63.2
550		41.5	51.9	58
600		33	45.33	53.2
650			38	47.4
700				

FIGURE 3.2 - ELECTRICAL SPECIFICATIONS:  
Commercial Pump Ordering Information

Model No.	Horse-power	Voltage	Phase	Amps	Dimensions	Shipping Weight (lbs)
HCP55	5.5 hp	230/460	3	14.6/7.3	35.00"	101
HCP75	7.5 hp	230/460	3	21/10.5	35.98"	132
HCP100	10.0 hp	230/460	3	26.1/13	37.16"	154
HCP125	12.5 hp	230/460	3	31.6/15.8	38.74"	165

Anexo 5: diámetros nominales e internos de tuberías pvc - producto peruano

CLASE	DIAMETRO NOMINAL (mm)	GROSOR MINIMO DE PARED (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAMETRO NOMINAL (pulg)	ACOPLE
5	63	1.60	59.80	2"	Flexible (UF)
5	75	1.90	71.20	2 1/2"	Flexible (UF)
5	90	2.20	85.60	3"	Flexible (UF)
5	110	2.70	104.60	4"	Flexible (UF)
5	140	3.50	133.00	5 1/2"	Flexible (UF)
5	160	4.00	152.00	6"	Flexible (UF)
5	200	4.90	190.20	8"	Flexible (UF)
5	250	6.20	237.60	10"	Flexible (UF)
5	315	7.70	299.60	12"	Flexible (UF)

CLASE	DIAMETRO NOMINAL (mm)	GROSOR MINIMO DE PARED (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAMETRO NOMINAL (pulg)	ACOPLE
7.5	48	1.80	44.40	1 1/2"	Simple Presion (SP)
7.5	63	2.30	58.40	2"	Flexible (UF)
7.5	75	2.80	69.40	2 1/2"	Flexible (UF)
7.5	90	3.30	83.40	3"	Flexible (UF)
7.5	110	4.00	102.00	4"	Flexible (UF)
7.5	140	5.10	129.80	5 1/2"	Flexible (UF)
7.5	160	5.80	148.40	6"	Flexible (UF)
7.5	200	7.30	185.40	8"	Flexible (UF)
7.5	250	9.10	231.80	10"	Flexible (UF)
7.5	315	11.40	292.20	12"	Flexible (UF)

CLASE	DIAMETRO NOMINAL (mm)	GROSOR MINIMO DE PARED (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAMETRO NOMINAL (pulg)	ACOPLE
10	21	1.80	17.40	1/2"	Simple Presion (SP)
10	26.5	1.80	22.90	3/4"	Simple Presion (SP)
10	33	1.80	29.40	1"	Simple Presion (SP)
10	42	2.00	38.00	1 1/4"	Simple Presion (SP)
10	48	2.30	43.40	1 1/2"	Simple Presion (SP)
10	63	3.00	57.00	2"	Flexible (UF)
10	75	3.60	67.80	2 1/2"	Flexible (UF)
10	90	4.30	81.40	3"	Flexible (UF)
10	110	5.30	99.40	4"	Flexible (UF)
10	140	6.70	126.60	5 1/2"	Flexible (UF)
10	160	7.70	144.60	6"	Flexible (UF)
10	200	9.60	180.80	8"	Flexible (UF)
10	250	11.90	226.20	10"	Flexible (UF)
10	315	15.00	285.00	12"	Flexible (UF)

Anexo 6: propiedades físicas del agua

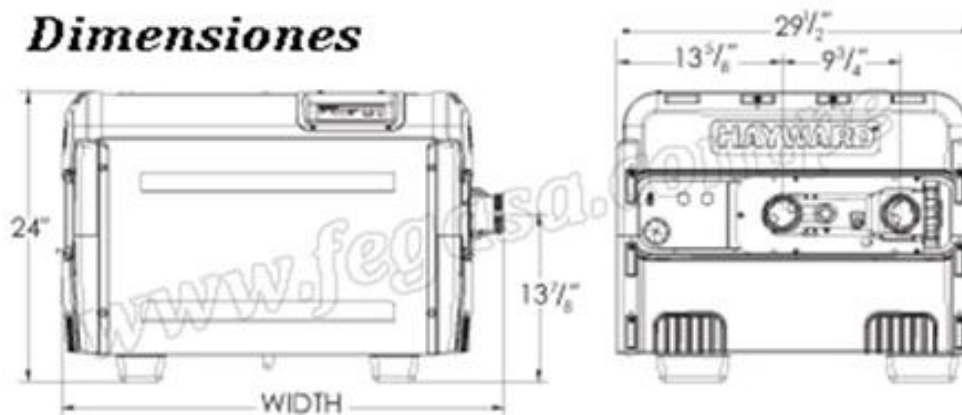
PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA							
Temperatura (°C)	Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Módulo de elasticidad (kN/m <sup>2</sup> )	Viscosidad dinámica (N·s/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática (m <sup>2</sup> /s)	Tensión superficial (N/m)	Presión de vapor (kN/m <sup>2</sup> )
0	9,805	999,8	1,98 · 10 <sup>6</sup>	1,781 · 10 <sup>-3</sup>	1,785 · 10 <sup>-6</sup>	0,0765	0,61
5	9,807	1000,0	2,05 · 10 <sup>6</sup>	1,518 · 10 <sup>-3</sup>	1,519 · 10 <sup>-6</sup>	0,0749	0,87
10	9,804	999,7	2,10 · 10 <sup>6</sup>	1,307 · 10 <sup>-3</sup>	1,306 · 10 <sup>-6</sup>	0,0742	1,23
15	9,798	999,1	2,15 · 10 <sup>6</sup>	1,139 · 10 <sup>-3</sup>	1,139 · 10 <sup>-6</sup>	0,0735	1,70
20	9,789	998,2	2,17 · 10 <sup>6</sup>	1,102 · 10 <sup>-3</sup>	1,003 · 10 <sup>-6</sup>	0,0728	2,34
25	9,777	997,0	2,22 · 10 <sup>6</sup>	0,890 · 10 <sup>-3</sup>	0,893 · 10 <sup>-6</sup>	0,0720	3,17
30	9,764	995,7	2,25 · 10 <sup>6</sup>	0,708 · 10 <sup>-3</sup>	0,800 · 10 <sup>-6</sup>	0,0712	4,24
40	9,730	992,2	2,28 · 10 <sup>6</sup>	0,653 · 10 <sup>-3</sup>	0,658 · 10 <sup>-6</sup>	0,0696	7,38
50	9,689	988,0	2,29 · 10 <sup>6</sup>	0,547 · 10 <sup>-3</sup>	0,553 · 10 <sup>-6</sup>	0,0679	12,33
60	9,642	983,2	2,28 · 10 <sup>6</sup>	0,466 · 10 <sup>-3</sup>	0,474 · 10 <sup>-6</sup>	0,0662	19,92
70	9,589	977,8	2,25 · 10 <sup>6</sup>	0,404 · 10 <sup>-3</sup>	0,413 · 10 <sup>-6</sup>	0,0644	31,16
80	9,530	971,8	2,20 · 10 <sup>6</sup>	0,354 · 10 <sup>-3</sup>	0,364 · 10 <sup>-6</sup>	0,0626	47,34
90	9,466	965,3	2,14 · 10 <sup>6</sup>	0,315 · 10 <sup>-3</sup>	0,326 · 10 <sup>-6</sup>	0,0608	70,10
100	9,399	958,4	2,07 · 10 <sup>6</sup>	0,282 · 10 <sup>-3</sup>	0,294 · 10 <sup>-6</sup>	0,0589	101,33



Anexo 7: Calentador de agua HAYWARD H400FDP

N° de Modelo	Ancho (pulgadas)	Profundidad (pulgadas)	Altura (pulgadas)	Conectar Agua *	Flotación	ventilación interior PI *	Peso del calentador (lbs.)	Conexión de gas en el calentador
H400FDP	36	29 ¼"	24"	2x2 ½"	CUPRO NICKEL	8"	89.36 kg	¾"
H400FDN	36	29 ¼"	24"	2x2 ½"	CUPRO NICKEL	8"	89.36 kg	¾"

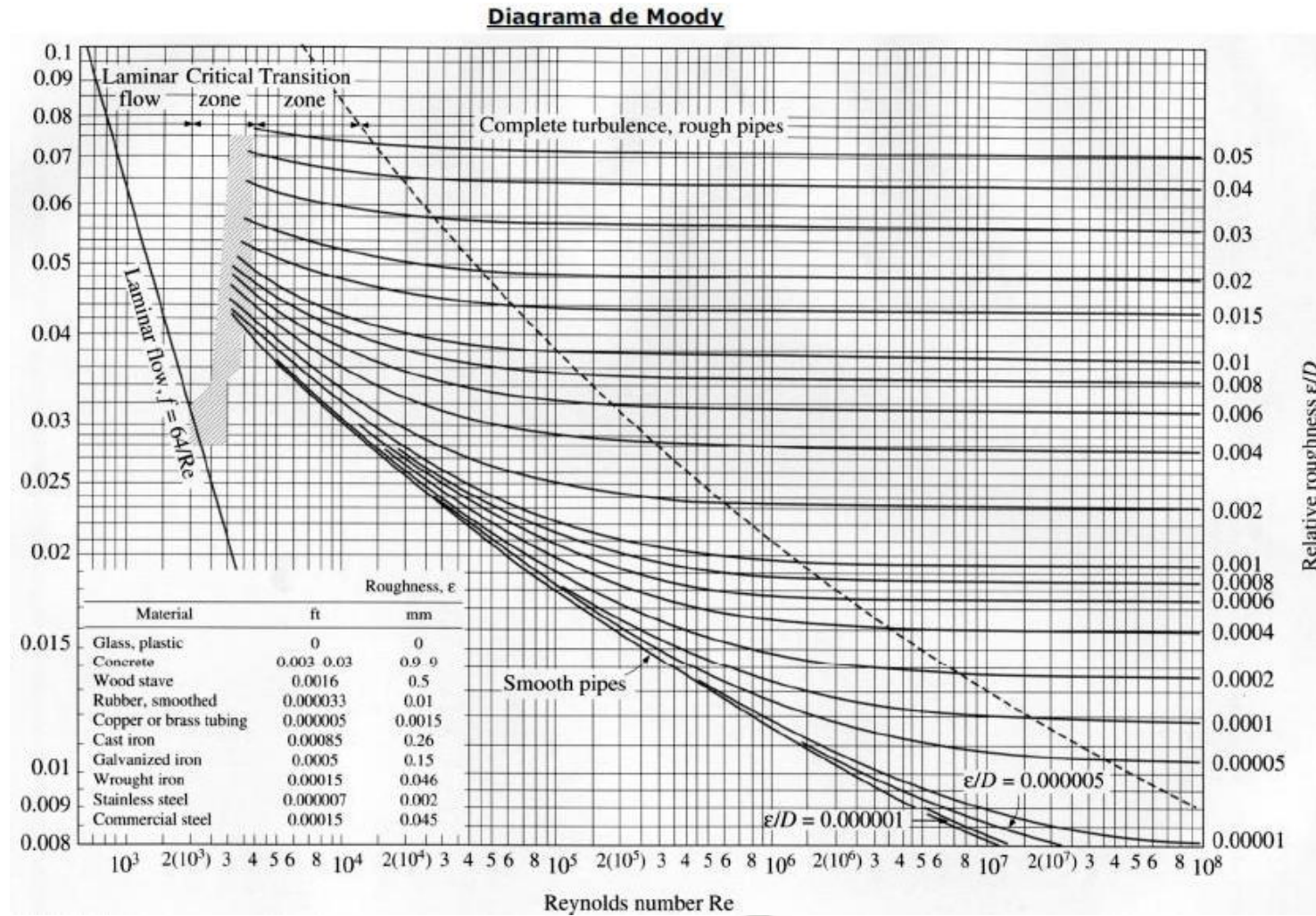
## Dimensiones



### ESPECIFICACIONES:

Controles	Digital
Eco-Friendly	Sí
Elevación	Nivel del mar
Emisión	Bajo NOx
Energy Efficient	Sí
Combustible	Propano líquido
Termocambiador	Cupro-Níquel
Salida de calor	400,000 BTU
Tipo de calentador	Gas Propano (Disponible en Gas Natural)
Ignición	Electrónico
Tipo de instalación	Residencial
Fabricante	Hayward
Tipo de piscina	En tierra, Spa / Hidromasaje
Tipo de producto	Calentador de piscina
Voltaje	110V / 220V

Anexo 8: diagrama de moody



ANEXO 9 Grupo Electrónico

MODELO	POTENCIA		VOLTAGE	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	AMPERAJE
	PRIMA	STANDBY				
MM-45	38 Kw/48 KwA	42 Kw/53 KwA	200V	50Hz	0.8	137 A
MM-45 G	38 Kw/48 KwA	35 Kw/44 KwA	200V	50Hz	0.8	87 A



GRUPO ELECTRÓGENO INSONORO



GRUPO ELECTRÓGENO ABIERTO

\* Nota: Injergenes referenciales, pueden variar dependiendo de los accesorios

**Datos Técnicos**

*Grupo Electrónico*

Modelo	MM-45
Motor	MTSUBISHI S4S - DT
Alternador	STAMFORD LCI 204C
Módulo de control	Electrónico
Fases	Trifásico
Tanque combust. abierto/insonoro	44 Galones / 55 Galones
Sistema Eléctrico	12V.
Frecuencia	60Hz                      50Hz
Refrigerador flujo aire	70 m <sup>3</sup> /min                  66 m <sup>3</sup> /min
Combustión flujo aire	3.00 m <sup>3</sup> /min                2.70 m <sup>3</sup> /min
Gases de escape flujo	8.00 m <sup>3</sup> /min                7.20 m <sup>3</sup> /min
Temperatura gases escape	600°C                        550°C

Nivel de ruido C.I.	Máximo	Arbitrario
Insonoro @ 3m	70 +/- 2 dBA	56 dBA

*Motor*

Número de cilindros	4 En Línea
Sistema de Gobernação	Mecánico
Ciclo	4 Tiempos
Aspiración	Turbo cargador
Combustible	Diesel
Sist. Combustión	Inyección directa
Sist. Enfriamiento	Agua
Diámetro pistón	94.00 mm
Desplazamiento pistón	120.00 mm
Capacidad	3331cc
Relación compresión	22:1
Cap. Sist. Lubricación	10.00 litros
Cap. Sist. Refrigeración	9.50 litros

Consumo de Combustible		
Velocidad del motor	1800 RPM	1500 RPM
	L/h	L/h
Potencia Stand by (2)	11.50	10.80
Potencia Prima (1)	10.50	9.50
75% Potencia Prima (1)	7.90	8.70
50% Potencia Prima (1)	5.30	5.00

*Alternador*







Aislamiento	Clase "H"
Sistema de excitación	Propia
Tarjeta reguladora voltaje	5X480 +/- 1.0%
Grado de Protección	IP 23

*Normas Técnicas*

Motor :	ISO 3046, BS 5514, DIN 6271
Alternador :	UTF NRC 51-111-105-110 IEC 34-1, BS 5000 4000 NEMA MG 21, VDE 0530
Grupo Electrónico :	ISO 8528

ANEXO 10 Selección de conductor CNE-Utilización

**Tabla 2**  
(Ver Reglas 030-004, 050-104, 070-012, 070-2212,  
150-000, 150-742, 220-008 y 220-016, y Tablas 5A, 5C y 19)  
**Capacidad de corriente en A de conductores aislados – En canalización o cable**  
Basada en temperatura ambiente: 30 °C al aire y 20 °C en tierra

Sección nominal del conductor (mm <sup>2</sup> )	Método de instalación de acuerdo a la NTP 370.301 (IEC 60364-5-523)												
	A1		A2		B1		B2		C		D		
													
Aislamiento	PVC		PVC		PVC		PVC		PVC		PVC		
Temperatura	70 °C		70 °C		70 °C		70 °C		70 °C		70 °C		
Cantidad de conductores	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cobre													
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18	
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24	
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31	
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39	
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52	
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67	
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86	
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103	
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122	
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151	
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179	
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203	
150	240	216	219	196	-	-	-	-	344	299	278	230	
185	273	245	248	223	-	-	-	-	395	341	312	258	
240	321	286	291	261	-	-	-	-	461	403	361	297	
300	367	328	334	298	-	-	-	-	530	464	408	338	



ANEXO 11 Selección de tubería CNE-Utilización

Archivos Grabación Marca de tiempo Símbolos

**Tabla 6 (Continuación)**

(Ver Regla 070-1014 (5))

**Máximo número de conductores de una dimensión en tuberías pesadas o livianas  
Para conductor tipo RHW-2, 90 °C, 600 V - Con cubierta**

Sección nominal [mm <sup>2</sup> ]	Dimensión de la tubería pesada o liviana												
	16 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	55 [mm]	65 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	105 [mm]	115 [mm]	130 [mm]	165 [mm]
2.5	5	10	16	28	39	64	92	142	190	200	200	200	200
4	4	8	13	23	31	52	74	114	153	197	200	200	200
6	3	6	10	18	24	40	57	88	118	153	191	200	200
10	1	3	6	10	14	24	34	53	71	91	115	144	200
16	1	1	3	6	9	15	21	33	45	58	72	91	132
25	1	1	3	5	1	11	16	25	34	44	55	69	101
35	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	41	52	76
50	1	1	1	2	4	6	8	13	17	22	28	36	52
55	1	1	1	1	3	5	7	11	15	19	24	31	44
70	1	1	1	1	2	4	6	9	13	16	21	26	38
120	1	1	1	1	1	3	4	7	9	12	15	19	27
150	1	1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	21
185	1	1	1	1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
240	1	1	1	1	1	1	1	3	5	6	8	10	15
300	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	7	8	12
400	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	6	8
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	7

Los valores indicados son aproximados y de acuerdo a tolerancia de fabricación según Normas Técnicas Peruanas o Internacionales respectivas. Se recomienda verificar con información actualizada del fabricante.



ANEXO 12 Selección de protección CNE-Utilización

**Tabla 13**  
(Ver Regla 080-104 y 160-204)  
**Capacidad nominal o ajuste de los dispositivos  
de sobrecorriente que protegen conductores**  
(Para uso general cuando no se prevea de otra manera)

Capacidad de corriente del conductor [A]	Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente [A]	Capacidad de corriente del conductor [A]	Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente [A]
0-15	15	126-150	150
16-20	20	151-175	175
21-25	25	176-200	200
26-30	30	201-225	225
31-35	35	226-250	250
36-40	40	251-275	300
41-45	45	276-300	300
46-50	50	301-325	350
51-60	60	326-350	350
61-70	70	351-400	400
71-80	80	401-450	450
81-90	90	451-500	500
91-100	100	501-525	600
101-110	110	526-550	600
111-125	125	551-600	600

Nota: Se recomienda verificar con las curvas Tiempo-Corriente del fabricante en particular.

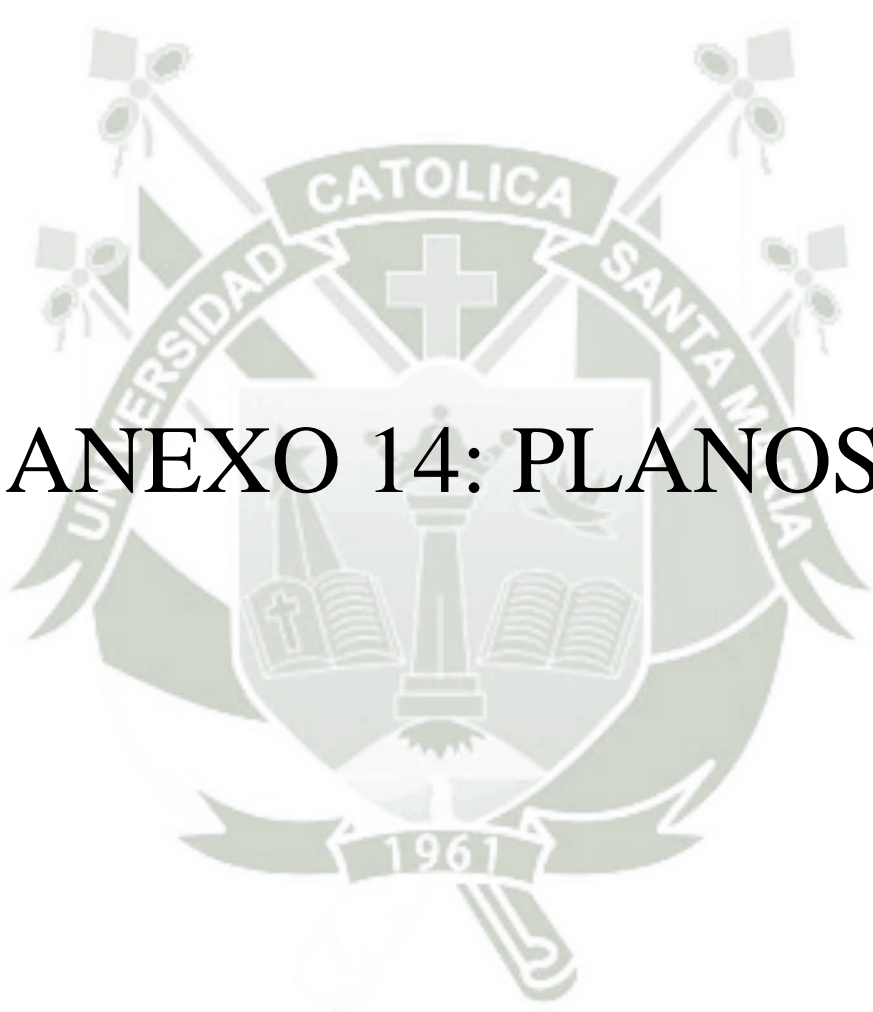


ANEXO 13 Selección de enlace equipotencial CNE-Utilización

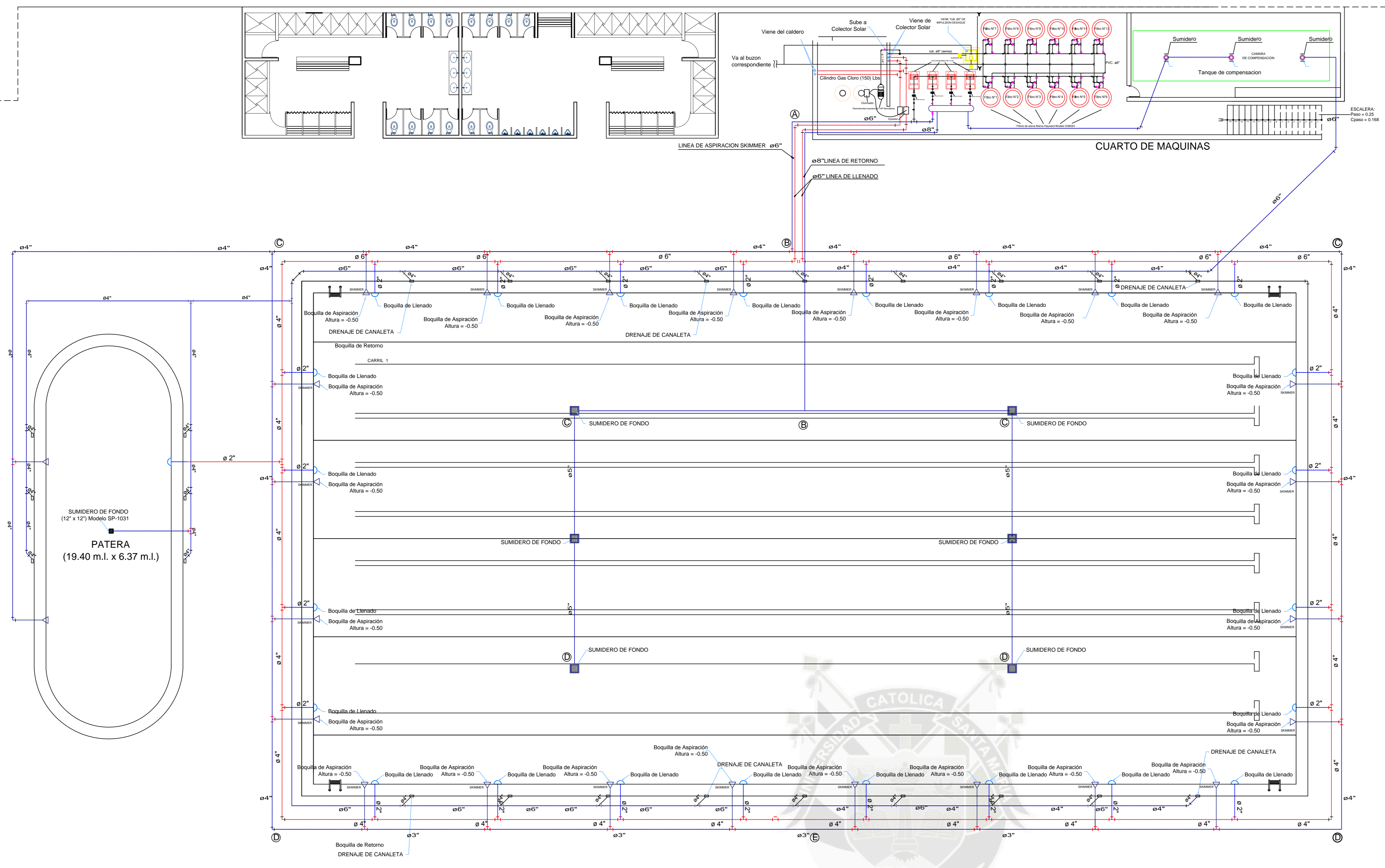
**Tabla 16**  
(Ver Reglas 060-518, 060-814, 060-816, 060-906,  
070-1814, 140-104, 140-202, 170-1030, 280-202, 290-058 y 290-406)  
**Mínima sección de conductores para  
enlaces equipotenciales de canalizaciones y equipos**

Máxima capacidad o ajuste del dispositivo de sobrecorriente de los circuitos protegidos [A]	Mínima sección nominal del conductor requerido [mm <sup>2</sup> ]
20	2,5
30	4
40	6
60	6
100	10
200	16
300	25
400	25
500	35
600	50
800	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185





# ANEXO 14: PLANOS



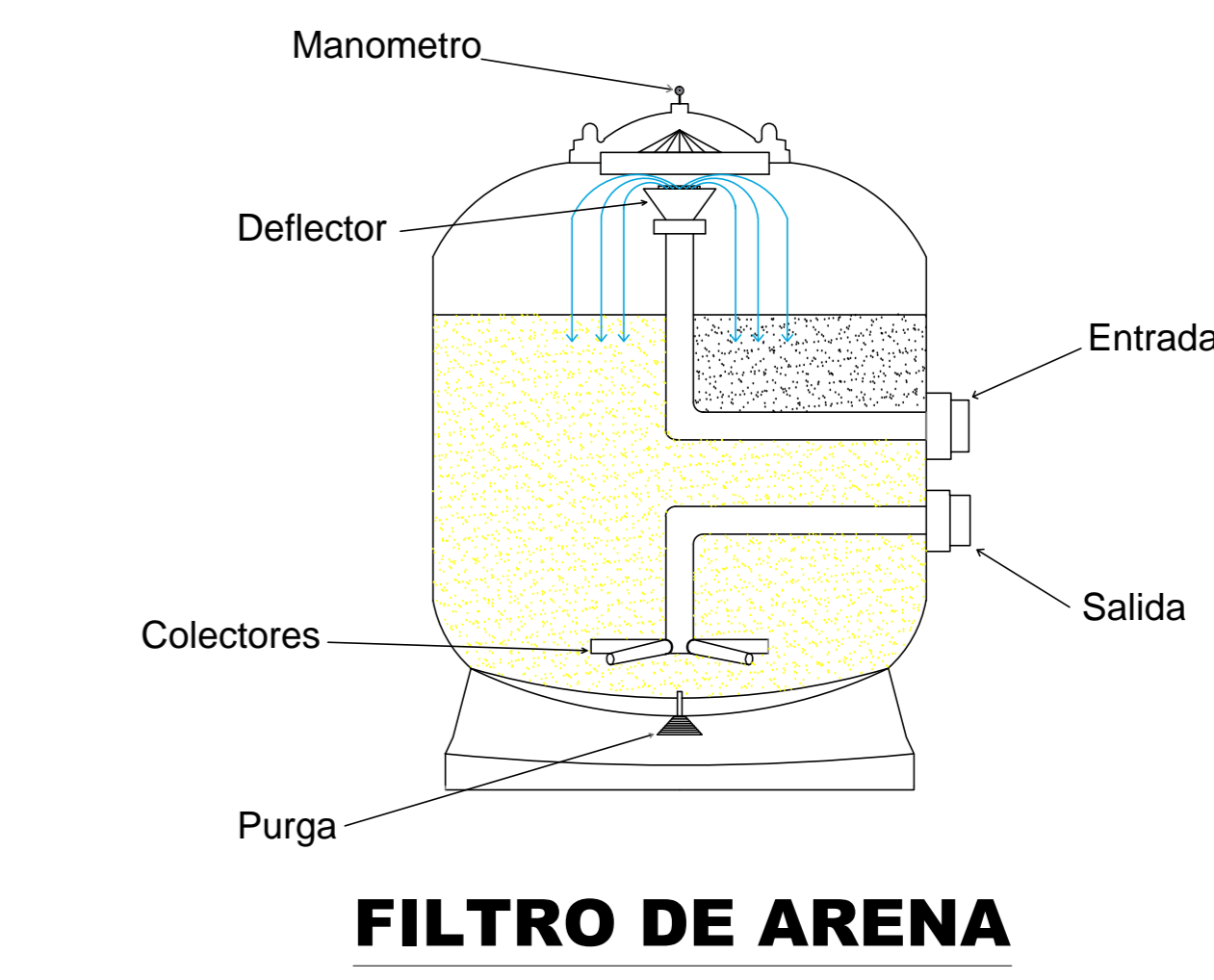
### LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	ELECTROBOMBA 3HP TRIFASICO 380V
	FILTRO
	CAJA DE REGISTRO DESAGUE
	MANIFOLD DE DISTRIBUCION
	CLORINADOR
	SUMIDERO DE DESAGUE
	BOQUILLA DE ASPIRACION SKIMMER
	BOQUILLA PARA EL LLENADO DE LA PISCINA
	BOQUILLA DE RETORNO PARA PISO
	CODO A 90°
	CODO A 45°
	VALVULA
	SUMIDERO DE FONDO
	TUBERIA DE PVC; PARA RED AGUA FRIA
	TUBERIA DE PVC; HIDRO / RED AGUA CALIENTE

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

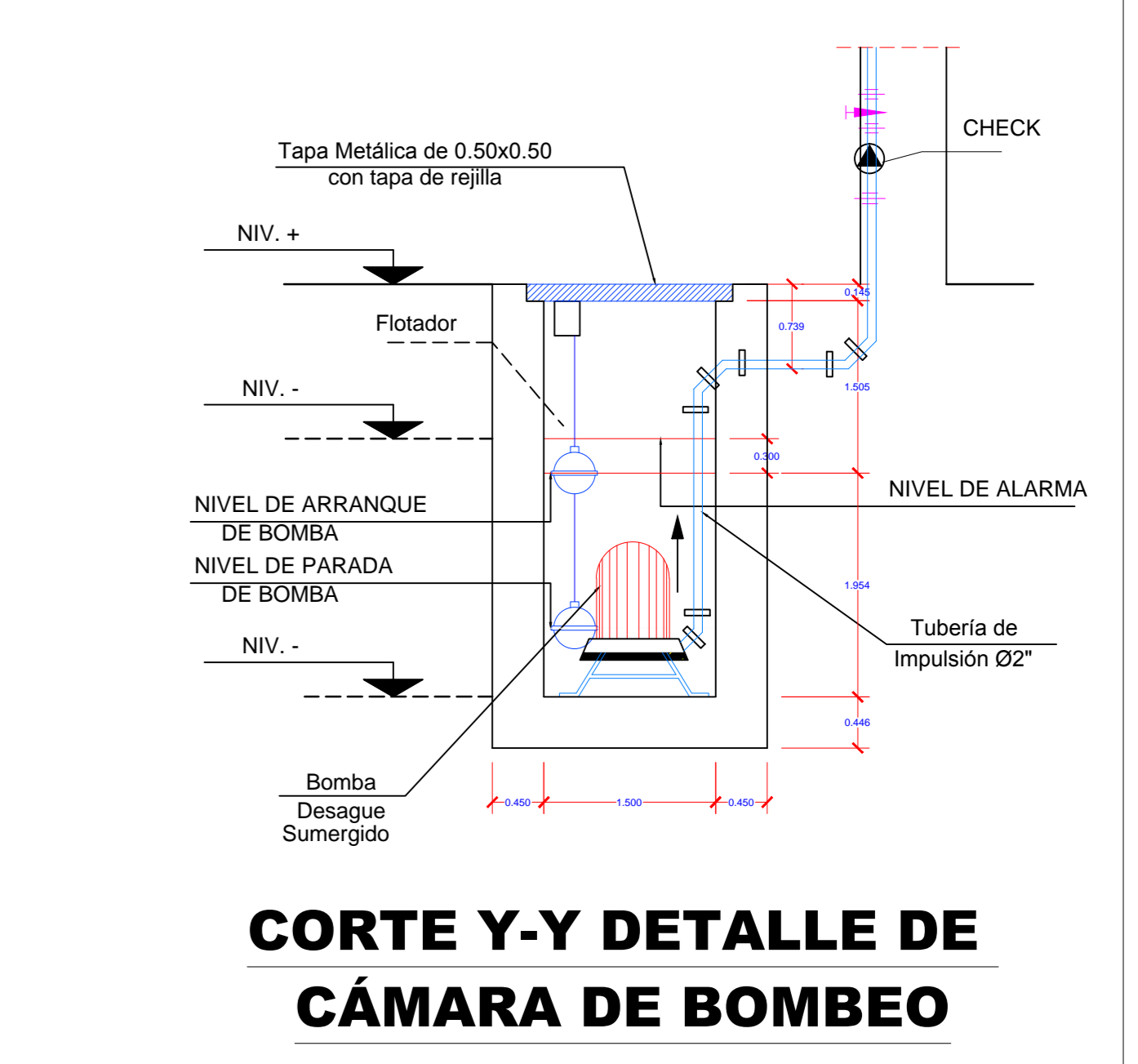
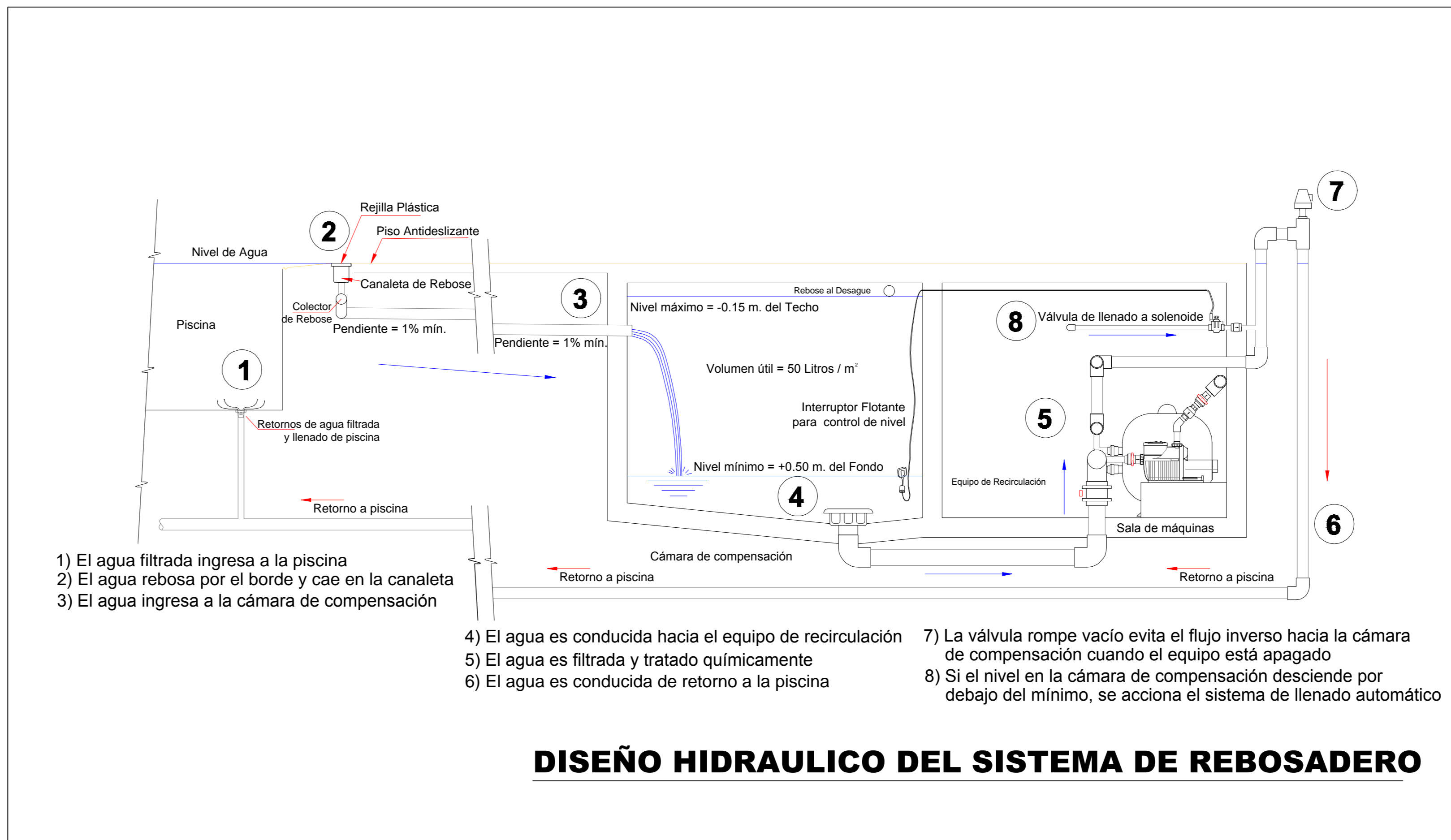
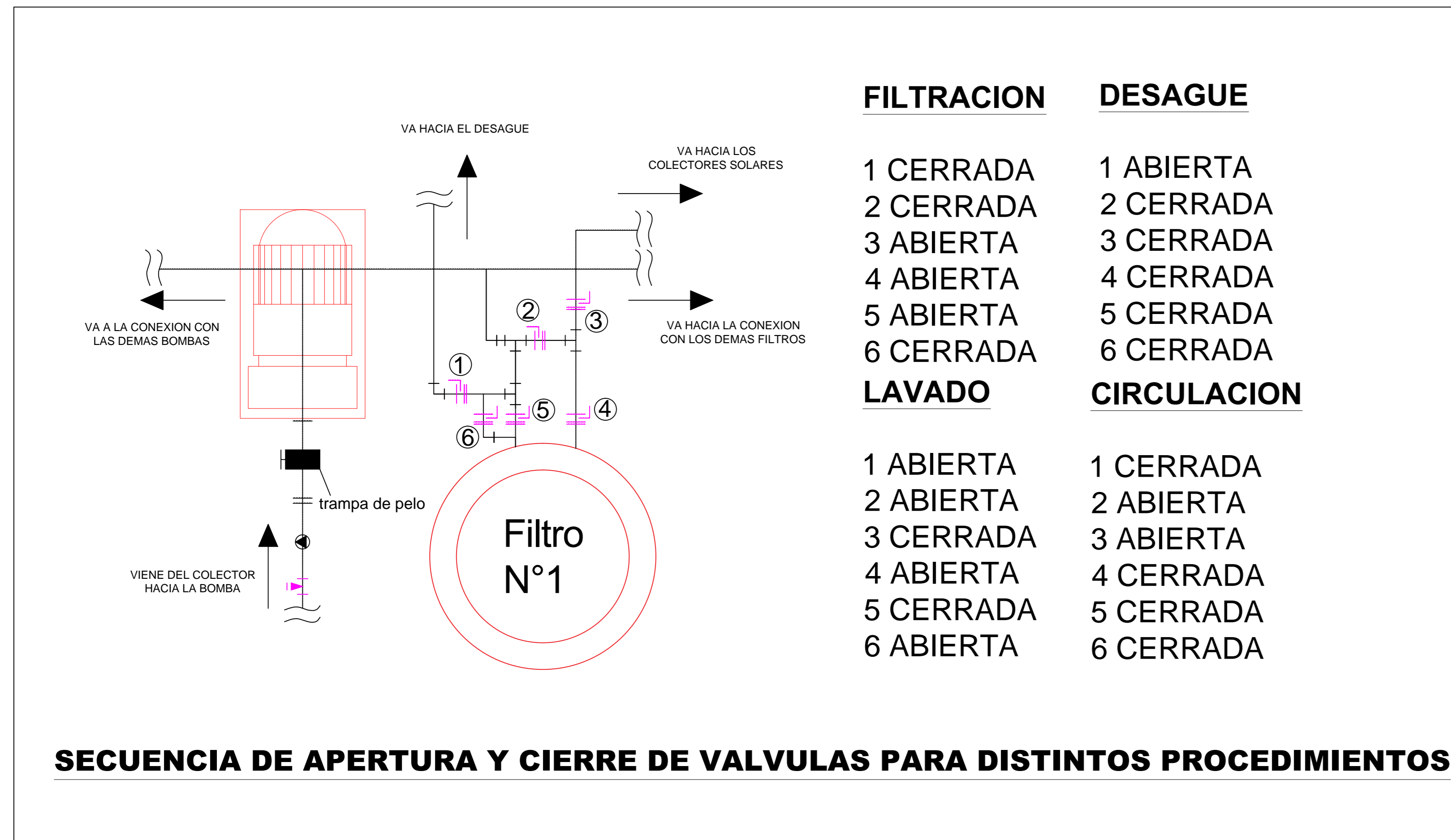
**DESAGUE:**

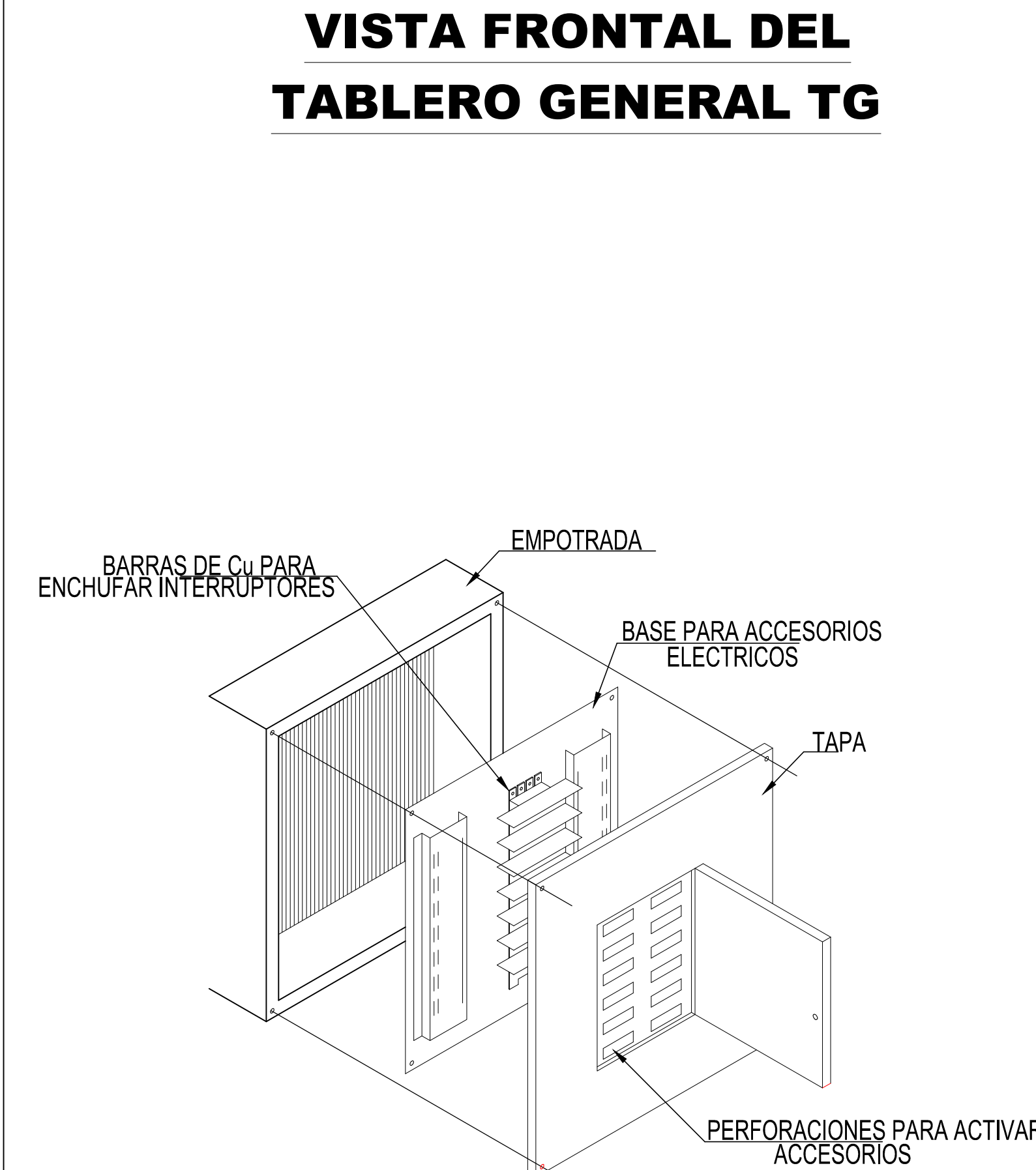
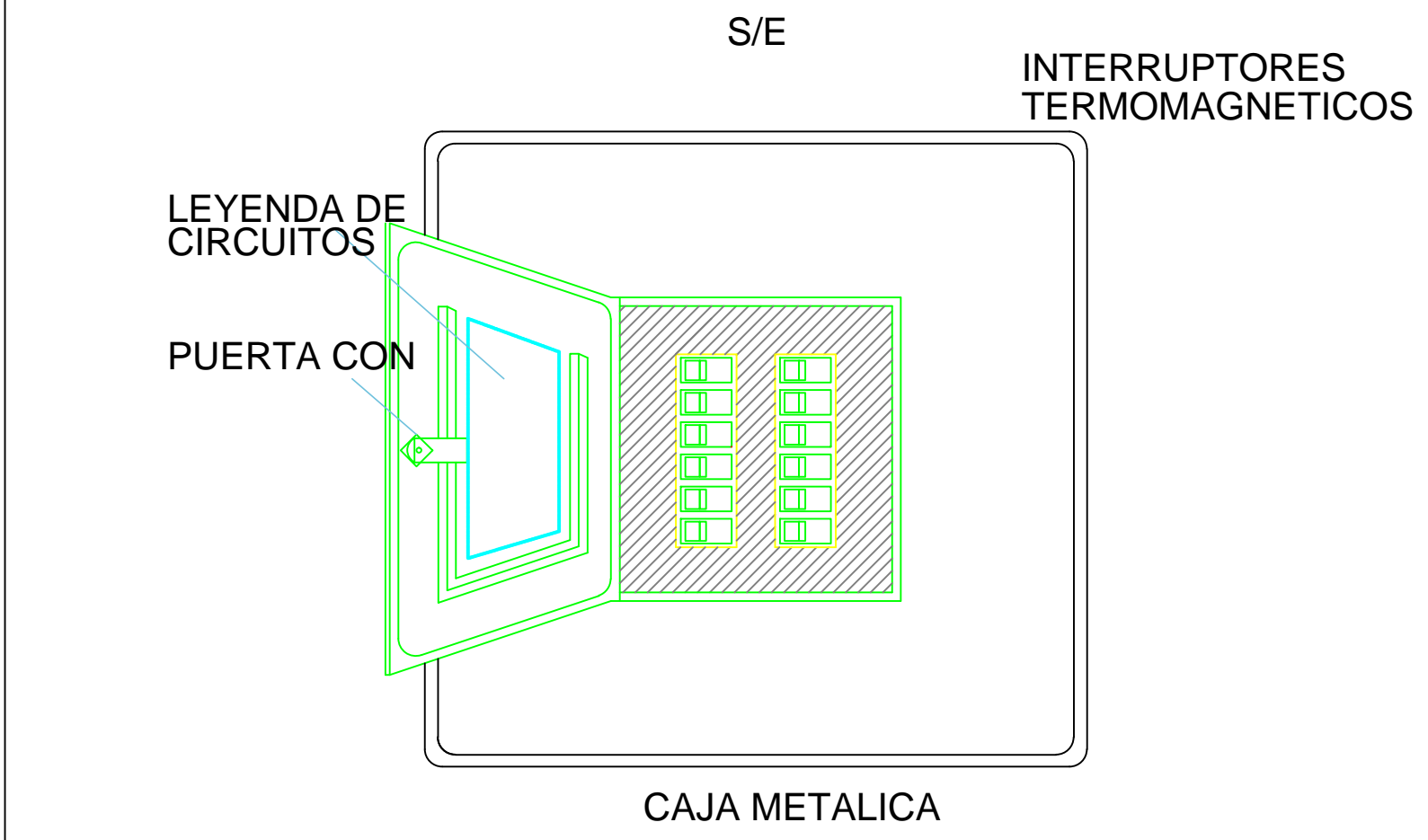
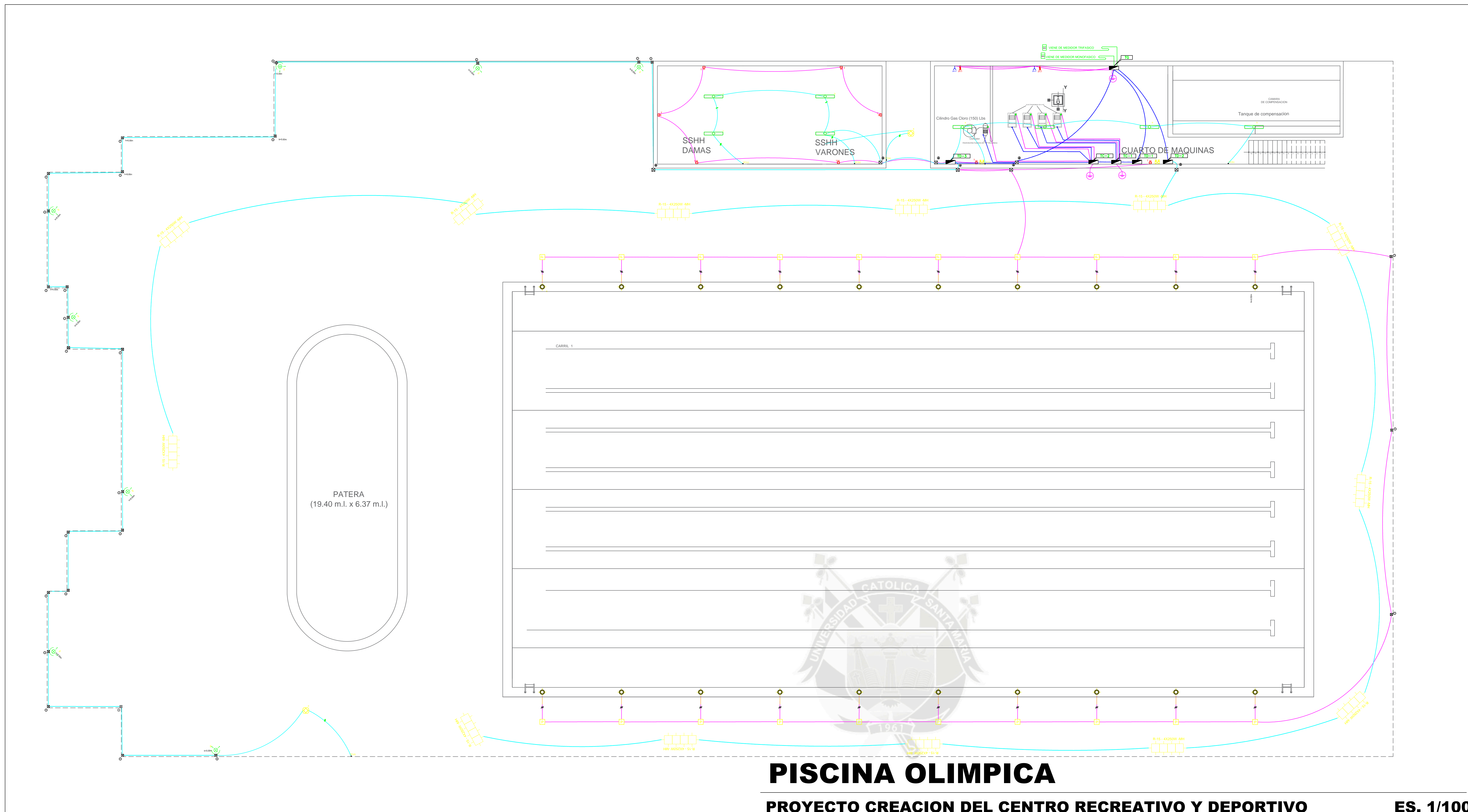
- Las tuberías y accesorios de desague serán de PVC tipo pesado con espiga y campana.
- Los accesorios para sumidero y registros roscados serán de bronce e instalados a nivel de piso terminado.
- Las cajas de Registro serán con media caña en la base, construidas de albañilería o concreto prefabricado, con tarrajeo pulido en ambos casos.
- El sistema de Ventilación debe tener y garantizar la presión atmosférica en cada aparato sanitario y proteger el sello de agua correspondiente.
- La Pendiente mínima en los ramales colectores, serán del 1%.



## RED DE AGUA - PISCINA OLIMPICA

### PROYECTO CREACION DEL CENTRO RECREATIVO Y DEPORTIVO ESC : 1/100





# PISCINA OLIMPICA

PROYECTO CREACION DEL CENTRO RECREATIVO Y DEPORTIVO ES. 1/100

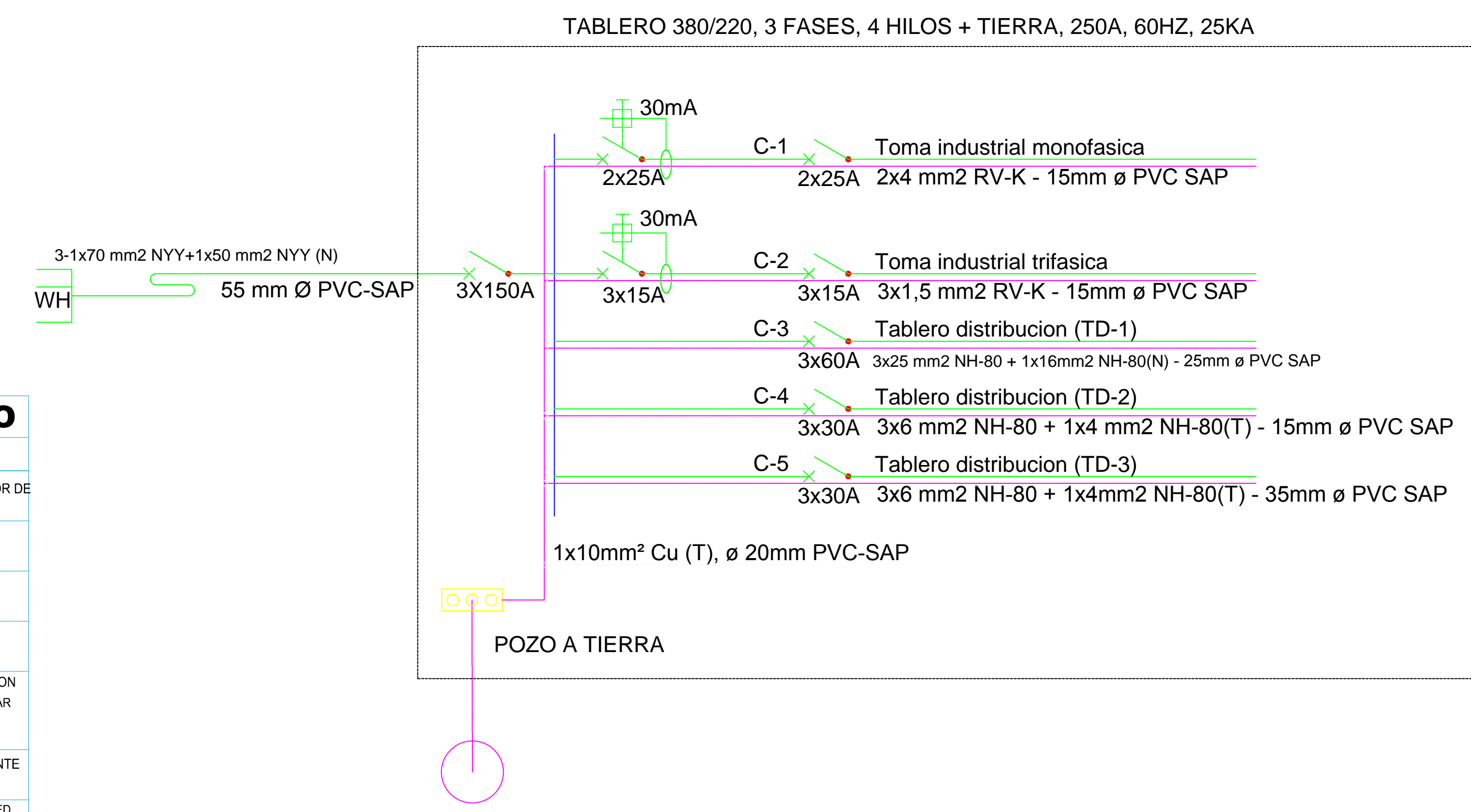
LEYENDA DE INSTALACIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CAJA	INSTALACIÓN
[Symbol]	CIRCUITO DERIVADO DE ALUMBRADO CON CONDUCTOR 2-1x4mm <sup>2</sup> +1x4mm <sup>2</sup> (T), POR TECHO O PARED EN 20 mm Ø PVC-P (SALVO INDICACION)		
[Symbol]	CIRCUITO DERIVADO DE ALUMBRADO CON CONDUCTOR 2-1x4mm <sup>2</sup> +1x4mm <sup>2</sup> (T), POR PISO EN 20 mm Ø PVC-P (SALVO INDICACION)		
[Symbol]	CIRCUITO DERIVADO DE TOMACORRIENTES CON CONDUCTOR 2-1x4mm <sup>2</sup> +1x4mm <sup>2</sup> (T), POR TECHO O PARED EN 20 mm Ø PVC-P (SALVO INDICACION)		
[Symbol]	CIRCUITO DERIVADO DE TOMACORRIENTES CON CONDUCTOR 2-1x4mm <sup>2</sup> +1x4mm <sup>2</sup> (T), POR PISO EN 20 mm Ø PVC-P (SALVO INDICACION)		
[Symbol]	3 HILOS (2F+T)		
[Symbol]	3 HILOS		
[Symbol]	4 HILOS		
[Symbol]	LUMINARIA ALPHA SPOT ADOSADO A-120 2xPLC 26W (JOSFEL O SIMILAR) CON 02 LAMPARAS PLC 26W (caja de F°G° Octogonal)	OCTOGONAL DE F°G°	EN TECHO
[Symbol]	CENTRO DE LUZ, SIMBOLO GENERAL PARA EDIFICACIONES NUEVAS, EMPOTRADO O ADOSADO EN TECHO	OCTOGONAL DE F°G°	EN TECHO
[Symbol]	BRAQUETE, SIMBOLO GENERAL PARA EDIFICACIONES NUEVAS, EMPOTRADO EN PARED (SALVO INDICACION)	OCTOGONAL DE F°G°	EN PARED, h=2.20m. SNPT (EJE) O INDICADA
[Symbol]	INTERRUPTOR UNIPOLAR DE 1.2 Y 3 GOLPES	RECTANGULAR DE F°G°	EN PARED, h=1.20m. SNPT (EJE)
[Symbol]	INTERRUPTOR DE CONMUTACIÓN	RECTANGULAR DE F°G°	EN PARED, h=1.20m. SNPT (EJE)
[Symbol]	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE CON LINEA A TIERRA	RECTANGULAR DE F°G°	EN PARED, h=0.40 m. O INDICADA SNPT (B.I.)
[Symbol]	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE CON LINEA A TIERRA	RECTANGULAR DE F°G°	EN PARED, h=1.10 m. O INDICADA SNPT (B.I.)
[Symbol]	CAJA DE CONEXION PARA AGUA HERMETICA A PREBA DE AGUA		
[Symbol]	CAJA DE PASE EMPOTRADA EN TECHO O INDICADA (VER CUADRO DE CAJAS)	OCTOGONAL DE F°G°	EN TECHO O INDICADA EN PLANOS
[Symbol]	CAJA DE PASE METALICA DE F°G°, EMPOTRADA EN PARED O TECHO (VER CUADRO DE CAJAS)	CUADRADA DE F°G°	EN PARED, h=0.30m. O INDICADA SNPT
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO	ESPECIAL (POR FABRICANTE)	EN PARED, h=1.40m. SNPT (B.S.)
[Symbol]	TABLERO GENERAL	ESPECIAL (POR FABRICANTE)	EN PARED, h=1.40m. SNPT (B.S.)
[Symbol]	CONTACTOR MONOFASICO O TRIFASICO DE CAPACIDAD INDICADA		
[Symbol]	INTERRUPTOR DIFERENCIAL MONOFASICO O TRIFASICO DE CAPACIDAD INDICADA EN PLANOS RESPECTIVOS		
[Symbol]	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICO O TRIFASICO DE CAPACIDAD INDICADA		
[Symbol]	ANALIZADOR DE REDES ELECTRICAS		
[Symbol]	EQUIPO DE CONTROL PARA UN ARRANQUE DIRECTO DE LAS ELECTROBOMBAS		
[Symbol]	EQUIPO DE CONTROL PARA UN ARRANQUE ESTRELLA / TRIANGULO DE LAS ELECTROBOMBAS		
[Symbol]	TOMA INDUSTRIAL PARA EMPOTRAR MONOFASICO 16A, 2P+T, 250V, IP 67	ESPECIAL (POR FABRICANTE)	EN PARED, h=1.80m. SNPT (B.S.)
[Symbol]	TOMA INDUSTRIAL PARA EMPOTRAR TRIFASICO 32A, 3P+T, 415V, IP 67	ESPECIAL (POR FABRICANTE)	EN PARED, h=1.80m. SNPT (B.S.)
[Symbol]	SALIDA DE FUERZA-BOMBAS		
[Symbol]	POZO A TIERRA		

CUADRO DE CAJAS DE PASE Y DERIVACION	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Symbol]	DIMENSIONES SEGUN FABRICANTE
[Symbol]	CAJA OCTOGONAL DE 100x100x50mm
[Symbol]	CAJA CUADRADA DE 100x100x50mm
[Symbol]	CAJA CUADRADA DE 150x150x75mm
[Symbol]	CAJA CUADRADA DE 200x200x100mm
[Symbol]	CAJA CUADRADA DE 250x250x100mm

DIMENSION ESTANDARES DE CAJAS	
TIPO	DESCRIPCIÓN
OCTOGONAL	100 x 55mm
RECTANGULAR	100 x 55 x 50mm
CUADRADA	100 x 100 x 50mm

LEYENDA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Symbol]	ARTEFACTO DEL TIPO HERMETICO (IP-66) CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES DE 36 DIFUSOR DE POLICARBONATO IRROMPIBLE, (MODELO AHR-V/D / 2 TL 36 / AF DE JOSFEL).
[Symbol]	LUMINARIA SUBACUATICO 300W EMPOTRADO PIPISCINA
[Symbol]	CENTRO DE LUZ.
[Symbol]	ARTEFACTO TIPO BRAQUETE PARA ADOSADO CON LÁMPARA < 60W.
[Symbol]	ARTEFACTO DE EMERGENCIA PARA ADOSAR A LA PARED CON 2 LAMPARAS DE 10W CUI CON BATERIA PARA OPERAR 45 MIN. ARTEFACTO PARA DESMONTAR, CON UN TOMACORRIENTE BIPOLAR SIMPLE CON ESPIGA A TIERRA.
[Symbol]	REFLECTOR SIMETRICO CON LAMPARA LED 197W, MODELO OMNISTAR DE 128 LED COLGANTE H=INDICADO EN PLANO.
[Symbol]	REFLECTOR ASIMETRICO CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO 250W, DE PHILIPS, ADOSADO A PARED H=INDICADO EN PLANO.
[Symbol]	LUMINARIA ALPHA SPOT ADOSADO A-120 2xPLC 26W (JOSFEL O SIMILAR) CON 02 LAMPARAS PLC 26W (caja de F°G° Octogonal)

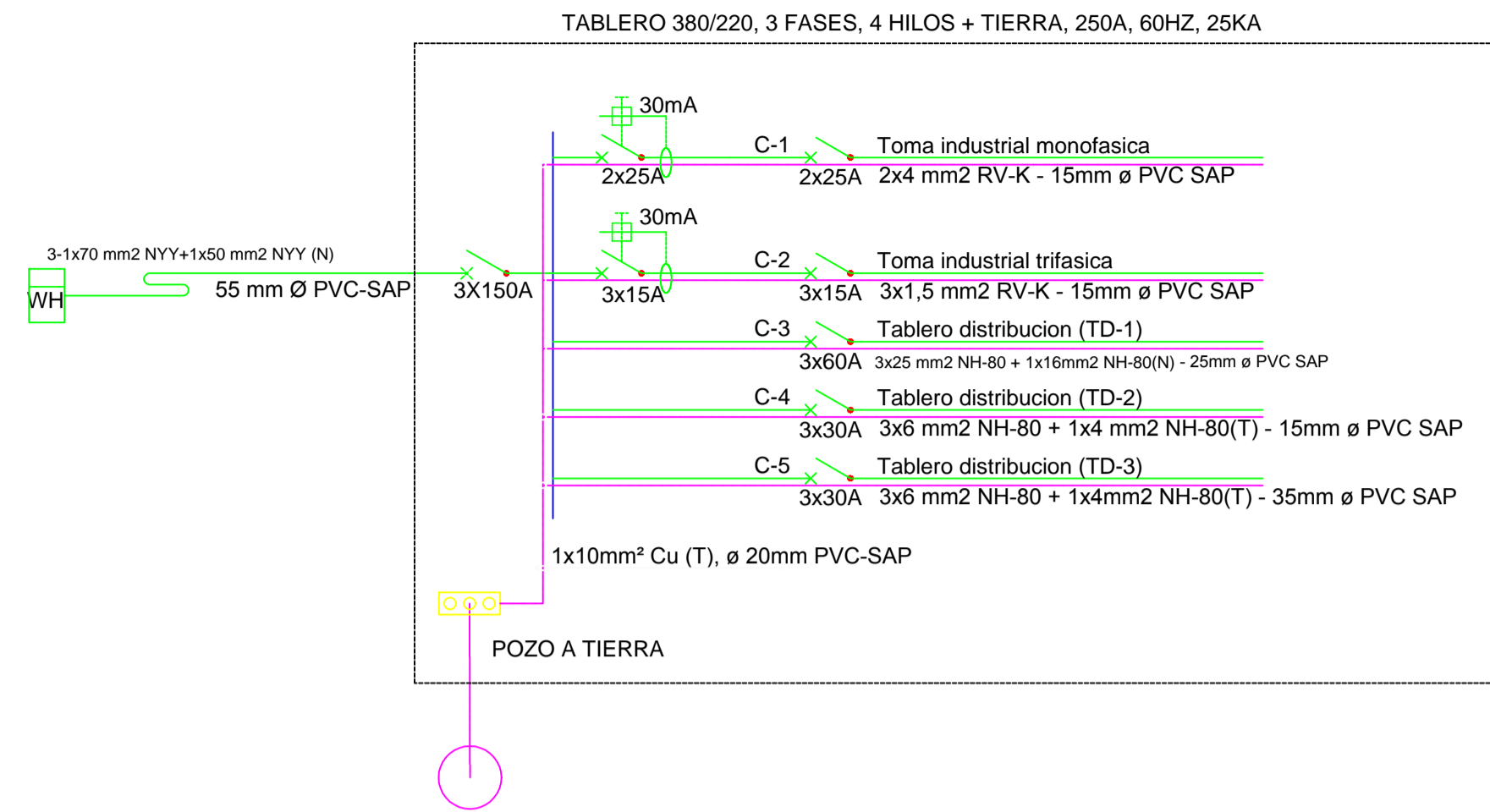
## DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO GENERAL(TG)



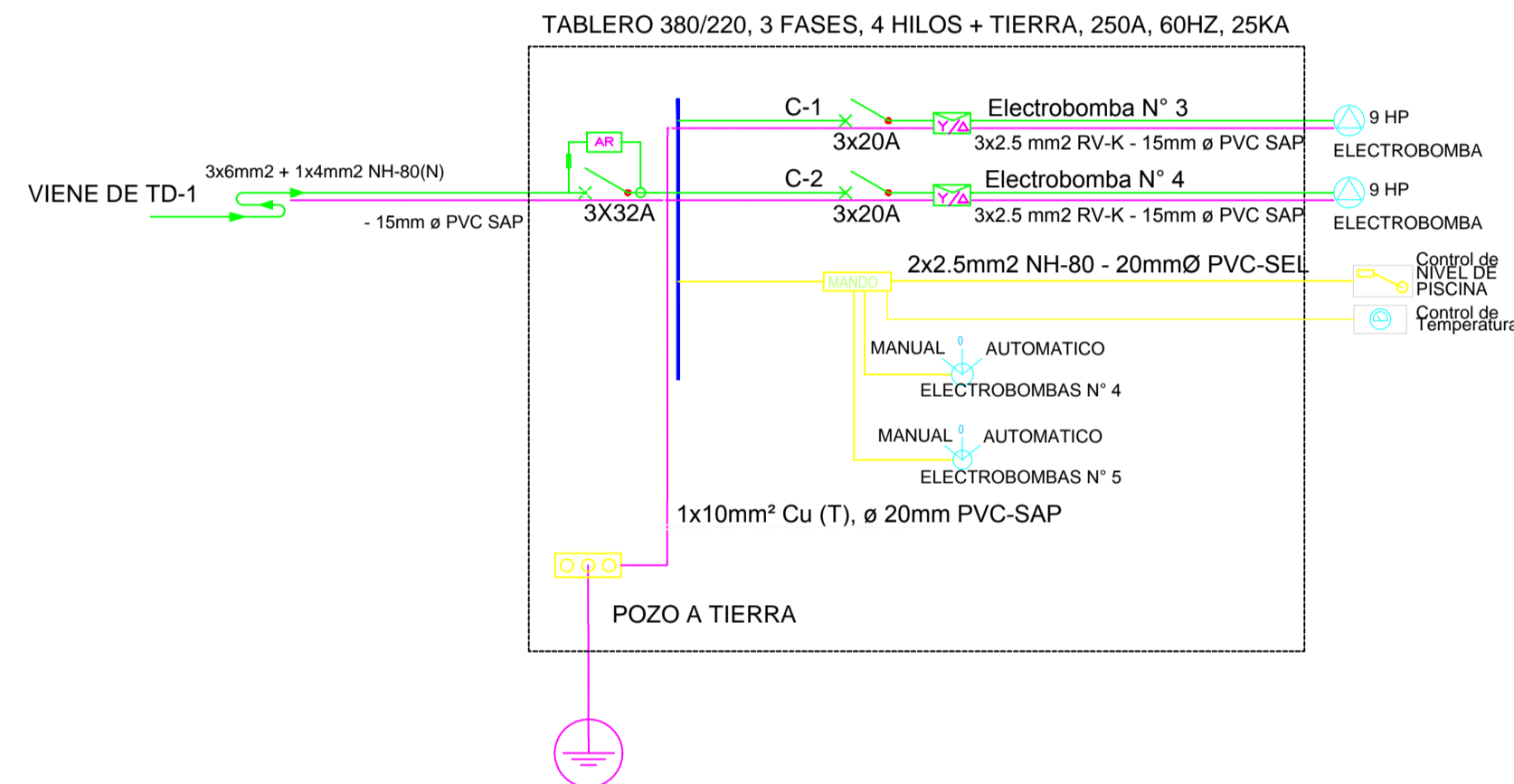
CUADRO DE CARGAS TABLERO GENERAL (TG)			
Descripcion del Circuito	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
Toma industrial monofasica	4,000.00	0.80	3,200.00
Toma industrial Trifasica	6,000.00	0.80	4,800.00
Tablero distribucion (TD-1)	30,750.00	0.90	22,675.00
Tablero distribucion (TD-2)	13,000.00	1.00	13,000.00
Tablero distribucion (TD-3)	12,275.00	1.00	12,275.00
<b>TOTAL</b>	<b>66,025.00</b>		<b>60,950.00</b>

Código de Colores:  
 Circuitos monofásicos (2 conductores)  
 - 1 conductor negro, rojo o azul.  
 - 1 conductor Blanco (para el NEUTRO)  
 Circuitos trifásicos:  
 - 1 conductor rojo (para fase A o fase R)  
 - 1 conductor negro (para fase B o fase S)  
 - 1 conductor azul (para fase C o fase T)  
 - 1 conductor Blanco (para el NEUTRO)  
 Para los conductores con aislamiento para tierra, se usará el color verde o verde con una o más franjas amarillas.

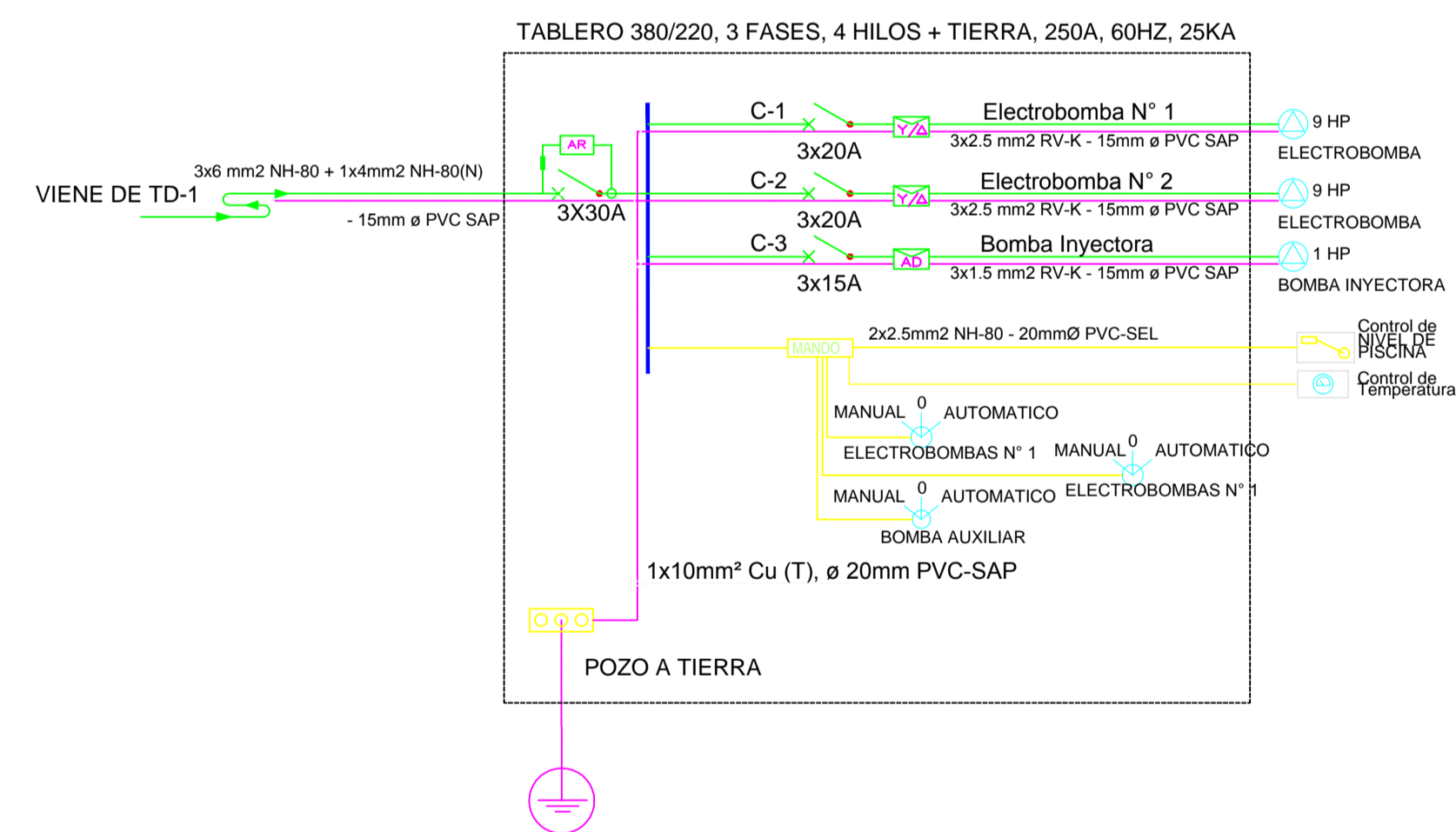
### DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO GENERAL(TG)



### DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO CONTROL(TC-1)



### DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO CONTROL(TC-2)



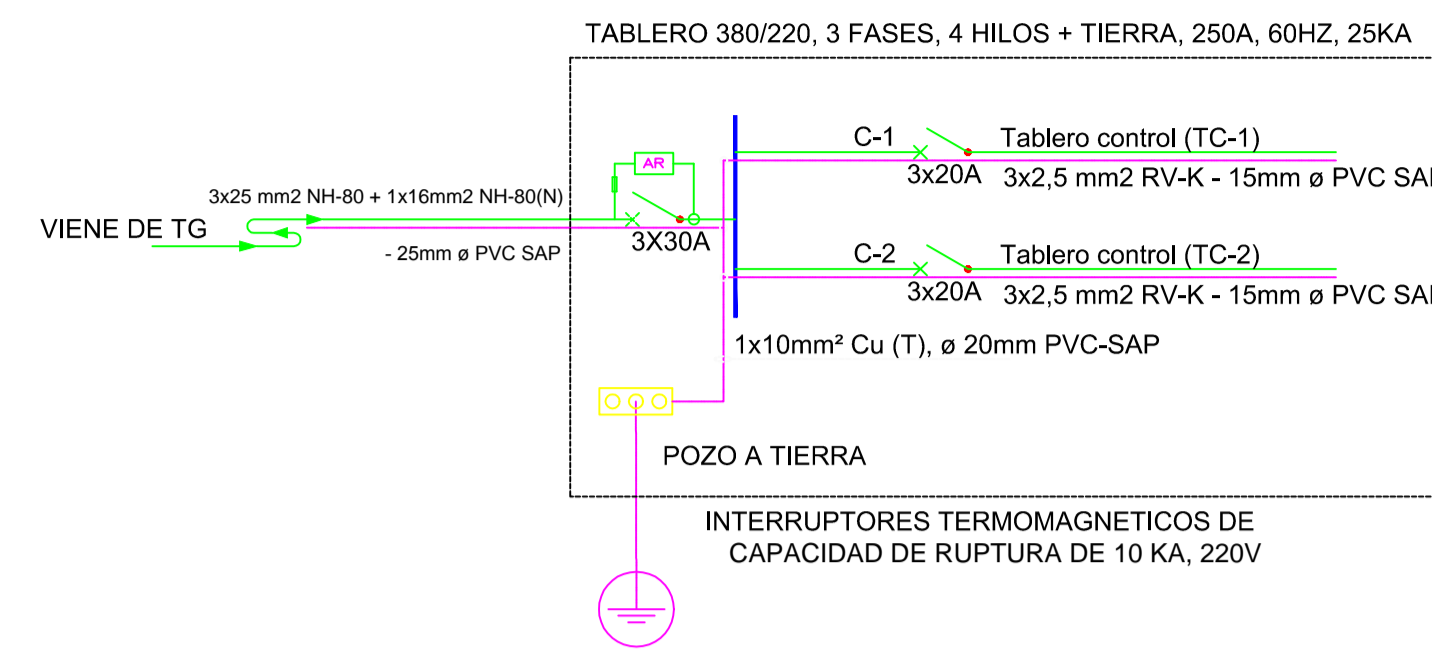
CUADRO DE CARGAS TABLERO GENERAL (TG)			
Descripcion del Circuito	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
Toma industrial monofasica	4,000.00	0.80	3,200.00
Toma industrial Trifasica	6,000.00	0.80	4,800.00
Tablero distribucion (TD-1)	30,750.00	0.90	22,675.00
Tablero distribucion (TD-2)	13,000.00	1.00	13,000.00
Tablero distribucion (TD-3)	12,275.00	1.00	12,275.00
<b>TOTAL</b>	<b>66,025.00</b>		<b>60,950.00</b>

CUADRO DE CARGAS TABLERO CONTROL (TC-1)			
Descripcion del Circuito	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
Electrobomba N°3 (9HP)	7,500.00	1.00	7,500.00
Electrobomba N°4 (9HP)	7,500.00	1.00	7,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>15,000.00</b>		<b>15,000.00</b>

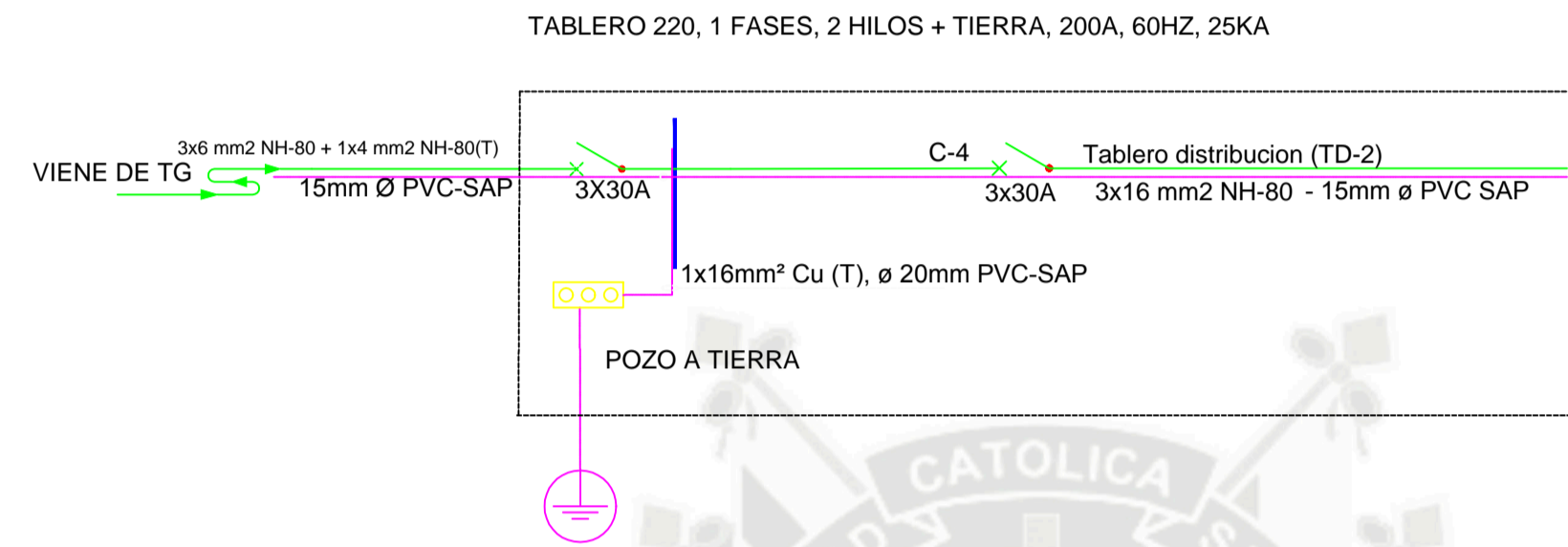
CUADRO DE CARGAS TABLERO CONTROL (TC-2)			
Descripcion del Circuito	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
Electrobomba N°1 (9HP)	7,500.00	1.00	7,500.00
Electrobomba N°2 (9HP)	7,500.00	1.00	7,500.00
Electrobomba inyectora (1HP)	750	1.00	750
<b>TOTAL</b>	<b>15,750.00</b>		<b>15,750.00</b>

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCION (TD-1)			
Descripcion del Circuito	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
Tablero control (TC-1)	15,000.00	0.90	13,500.00
Tablero control (TC-2)	15,750.00	0.90	14,175.00
<b>TOTAL</b>	<b>30,750.00</b>		<b>27,675.00</b>

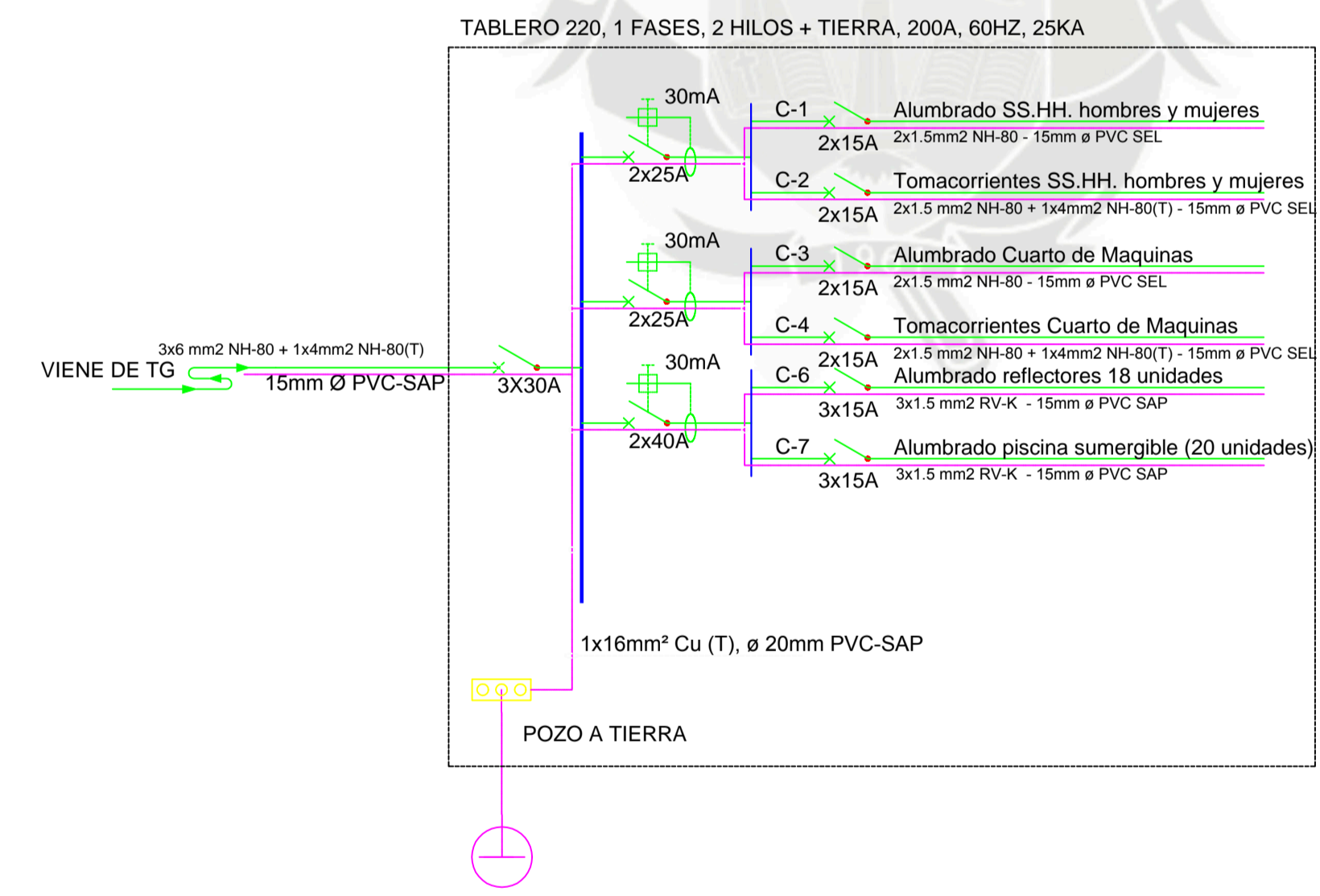
### DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO DISTRIBUCION(TD-1)



### DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO DISTRIBUCION(TD-2)



### DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO DISTRIBUCION(TD-3)



CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCION (TD-2)					
Descripcion del Circuito	Area (m2)	Factor Carga (W/m2)	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
Alumbrado reflectores R-15(13und.)			13,000.00	1.00	13,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>13,000.00</b>		<b>13,000.00</b>

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCION (TD-3)					
Descripcion del Circuito	Area (m2)	Factor Carga (W/m2)	Potencia Instalada (W)	Factor Demanda	Maxima Demanda (W)
<b>ALUMBRADO Y TOMACORRIENTE</b>					
Area techada: 104m2 SSHH VARONES Y DAMAS	67.00	25.00	1,675.00	1.00	1,675.00
<b>ALUMBRADO Y TOMACORRIENTE</b>					
Area techada: 104m2 Cuarto de Maquinas	104.00	25.00	2,600.00	1.00	2,600.00
Alumbrado reflectores (8und.)			2,000.00	1.00	2,000.00
Alumbrado piscina sumergible(20und.)			6,000.00	1.00	6,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>12,275.00</b>		<b>12,275.00</b>

## ESPECIFICACIONES Y NOTAS GENERALES

### 1.- CONDUCTORES

- LOS CONDUCTORES SERÁN DE COBRE ELECTROLITICO UNIPOLARES, ESPECIFICADOS EN mm2 DE SECCIÓN.
- LOS CONDUCTORES DE ALIMENTADORES SERÁN DEL TIPO N2XH (LIBRE DE HALOGENOS) TENSIÓN DE SERVICIO 0.6/1KV Temp. Oper. 90°C
- LOS CONDUCTORES DE ALUMBRADO Y TOMAC. Y FUERZA SERÁN DEL TIPO NH-80 (LIBRE DE HALOGENOS) Tens. de Serv. 450/750V Temp. Oper. 80°C
- EL CALIBRE MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES A EMPLEARSE SERÁN DE 4mm2 PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES Y FUERZA.
- LOS CONDUCTORES DEBEN LLEVAR ACOTACIÓN INDICADA DEL TIPO DE AISLAMIENTO Y NOMBRE DEL FABRICANTE MARCADAS EN FORMA PERMANENTE A INTERVALOS REGULARES EN TODA LA LONGITUD DEL CONDUCTOR (PIRELLI O INDECO)
- LOS CONDUCTORES DEBERÁN SER IDENTIFICADOS SEGÚN EL CÓDIGO DE COLORES (A LAS FASES "R, S, T" LES CORRESPONDEN LOS COLORES ROJO, NEGRO, AZUL RESPECTIVAMENTE; EL CABLE NEUTRO SERÁ DE COLOR BLANCO, EL CABLE DE PUESTA A TIERRA O PROTECCIÓN SERÁ DE COLOR AMARILLO)

### 2.- TUBERÍAS

- LAS TUBERIAS INDICADAS SERÁN PARA EL SISTEMA DE BAJA TENSIÓN.
- SOLO LAS TUBERÍAS EMPOTRADAS EN MUROS DE ALBAÑILERIA Y EN PISO SERÁN DE CLORURO DE POLIVINILO DEL TIPO STANDAR AMERICANO PESADO (PVC-P) DE 20mm Ø (MÍNIMO), SALVO INDICACIÓN.
- LAS TUBERÍAS ADOSADAS Y LAS EMPOTRADAS EN MUROS QUE NO SON DE ALBAÑILERIA SERÁN DE FIERRO GALVANIZADO DE 20mm Ø (MÍNIMO), SALVO INDICACIÓN.
- SALVO INDICACIÓN EN PLANO SE USARÁN CURVAS NORMALIZADAS Y CONECTORES TUBO A CAJA DEL MISMO MATERIAL.
- LAS TUBERÍAS QUE SE INSTALAN DIRECTAMENTE EN CONTACTO CON EL TERRENO, DEBERÁN SER PROTEGIDAS CON UN DADO DE CONCRETO POBRE DE 5cm DE ESPESOR Y A 0.60m. DE PROFUNDIDAD COMO MÍNIMO.

### 3.- CAJAS

- LAS CAJAS DE PASO QUE QUEDEN A RAS DE PARED, TENDRÁN TAPA CON EXTREMOS REFORZADOS
- LAS CAJAS PARA SALIDAS DE ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, INTERRUPTORES, PASO SERÁN DE FIERRO GALVANIZADO EN CALIENTE DEL TIPO PESADO CON "KO" PARA TUBERÍA DE 20mm Ø COMO MÍNIMO, PROFUNDIDAD DE 50mm Y HUECOS ROSCADOS EN LAS OREJAS PARA LA FIJACIÓN DEL ARTEFACTO O TAPA CIEGA.
- LAS CAJAS PARA INTERRUPTORES DONDE LLEGUEN O DERIVEN MAS DE 3 TUBOS DE 20mmØ A UNA TUBERÍA DE 25mmØ DEBERÁN SER CUADRADAS DE 100X100X50mm CON TAPA DE UN GANG.

### 4.- TOMACORRIENTES e INTERRUPTORES

- SERÁN CON DATOS PARA 15 Amp, 220 V, SEGÚN MODELO DE LAS ESPECIFICACION TÉCNICA, CON ACABADO A COORDINARSE CON ARQUITECTURA, MARCA BTICINO.

### 5.- TABLEROS

- LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN SERÁN EMPOTRADOS, EN GABINETE METALICO DE 200mm. DE PROFUNDIDAD CON TAPA HERMETICA DEL MISMO MATERIAL (F" G").
- LOS INTERRUPTORES SERÁN TERMOMAGNETICOS AUTOMATICOS DEL TIPO NO FUSE, TENDRA BARRA DE COBRE PARA LA CONEXIÓN A TIERRA.
- LOS TABLEROS GENERALES SERAN AUTOSOPORTADOS
- LOS TABLEROS DE CONTROL DE CADA EQUIPO SERÁN PARA ADOSAR Y SERÁN SUMINISTRADOS POR EL EQUIPADOR.
- LOS SUB-TABLEROS PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO, BOMBAS Y OTROS, QUE EN LOS PRESENTES PLANOS ESTÁ INDICADO LOS INTERRUPTORES DE FUERZA DEBERAN SER INTEGRABLES CON EL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA. POR LO TANTO AL EQUIPADOR DE LOS SUB-TABLEROS ANTES MENCIONADO SE LE DEJARÁ SOLO EL CABLE DE SUMINISTRO ELÉCTRICO EN LA UBICACIÓN DEL TABLERO SEGÚN PLANO Y EL EQUIPADOR SUMINISTRARÁ TODO EL TABLERO DE FUERZA Y CONTROL.

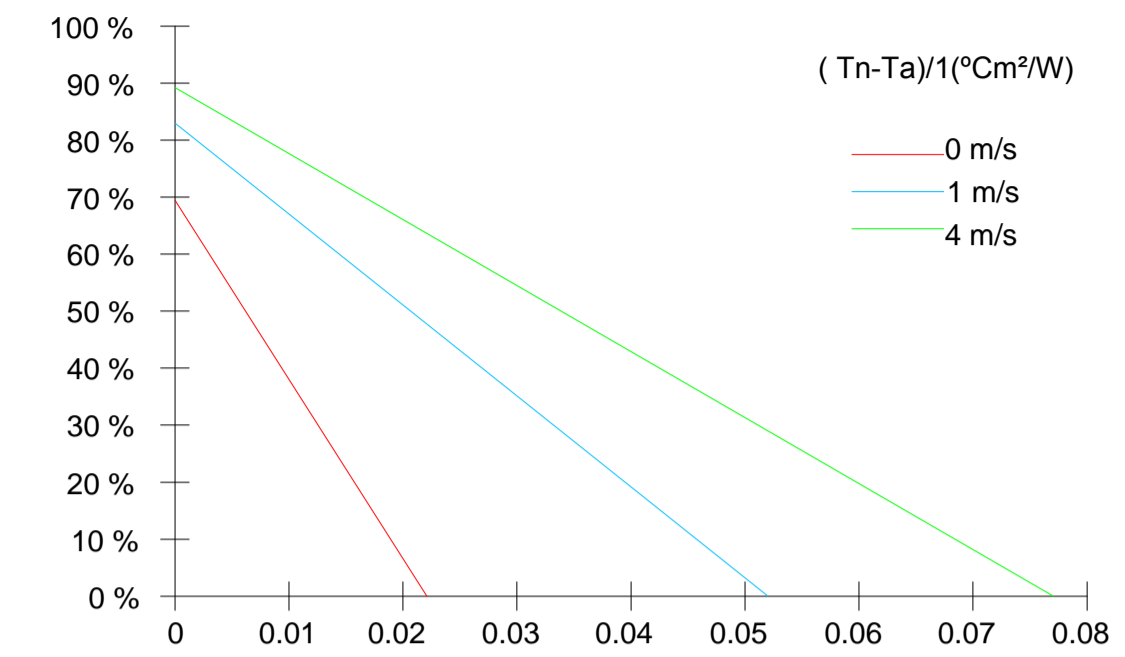
### 6.- ARTEFACTOS DE ALUMBRADO

- LOS ARTEFACTOS FLUORESCENTES VENDRÁN EQUIPADOS CON EQUIPO ELÉCTRICO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA.
- LOS MODELOS DE ARTEFACTOS A INSTALAR SERÁN SEGÚN MODELO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

### 7.- NOTAS GENERALES

- EL CONTRATISTA DEBERÁ SUMINISTRAR E INSTALAR LAS CAJAS DE PASE REQUERIDAS PARA LA INSTALACIÓN CUYAS DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DEBERÁN CUMPLIR LO INDICADO EN LEYENDA ESPECIFICACIONES Y CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD.
- TODAS LAS TUBERÍAS EMPOTRADAS POR EL PISO SE ORDENARÁN Y COORDINARÁN CON LAS TUBERÍAS SANITARIAS DEBIENDO IMPERMEABILIZARLAS CONVENIENTEMENTE, CON UNA SEPARACIÓN MÍNIMA DE 0.30m.
- LA UBICACIÓN Y ALTURAS DE LAS SALIDAS PARA BRAQUETES, TOMACORRIENTES, CAJAS DE PASO, CENTROS, SPOTS, ETC. SE ESPECIFICAN EN PLANOS DE ARQUITECTURA O SEGÚN LA LEYENDA DE PLANOS ELÉCTRICOS, DE NO SER ASÍ SE COORDINARÁN OPORTUNAMENTE CON LOS PROYECTISTAS DE ARQUITECTURA.
- TODAS LAS SALIDAS PARA TOMACORRIENTES DONDE LLEGUEN MAS DE 3 TUBERÍAS Ó UNA TUBERÍA DE 25mmØ SERÁN DE 100x100x50 mm. CON TAPA DE UN GANG.
- TODAS LAS SALIDAS DE ALUMBRADO Y FUERZA LLEVARÁN CONDUCTOR DESNUDO PARA PROTECCIÓN A TIERRA DE 1x4 mm2 COMO MÍNIMO
- LOS BUZONES SERÁN HERMETICOS CON TAPA DE FIERRO FUNDIDO, TRÁFICO PESADO.
- TODAS LAS CAJAS PARA DERIVACIÓN O SALIDAS EN AMBIENTES HUMEDOS Ó IMPERMEABLES SERÁN HERMETICOS A PRUEBA DE AGUA IP65 Y LA ALTURA SE CONFIRMARÁ EN OBRA.
- EL PRESENTE PROYECTO SE COMPLEMENTA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, MEMORIA DESCRIPTIVA Y CONSIDERACIONES GENERALES.
- LAS SALIDAS PARA LOS SISTEMAS ESPECIALES COMO: CONTROL DE ILUMINACIÓN, VIDEO, AUDIO, MONITORES DE TV., SENSORES, ETC., DEBERÁN SER COORDINADOS CON LOS EQUIPADORES PARA DEFINIR LAS CAJAS O NICHOS APPROPRIADOS A SER SUMINISTRADOS E INSTALADOS, ASÍ COMO SU ALTURA DE INSTALACIÓN.
- TODOS LOS TOMACORRIENTES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LOS BAÑOS SERÁN CABLEADOS MEDIANTE TUBERÍAS ADOSADAS O COLGADAS DENTRO DEL FALSO CIELO DE DICHO AMBIENTES.

## COMPARATIVO DE EFICIENCIA TERMICA (η) PARA PANELES POWERMAT (VIENTO CON DIFERENTES VELOCIDADES)

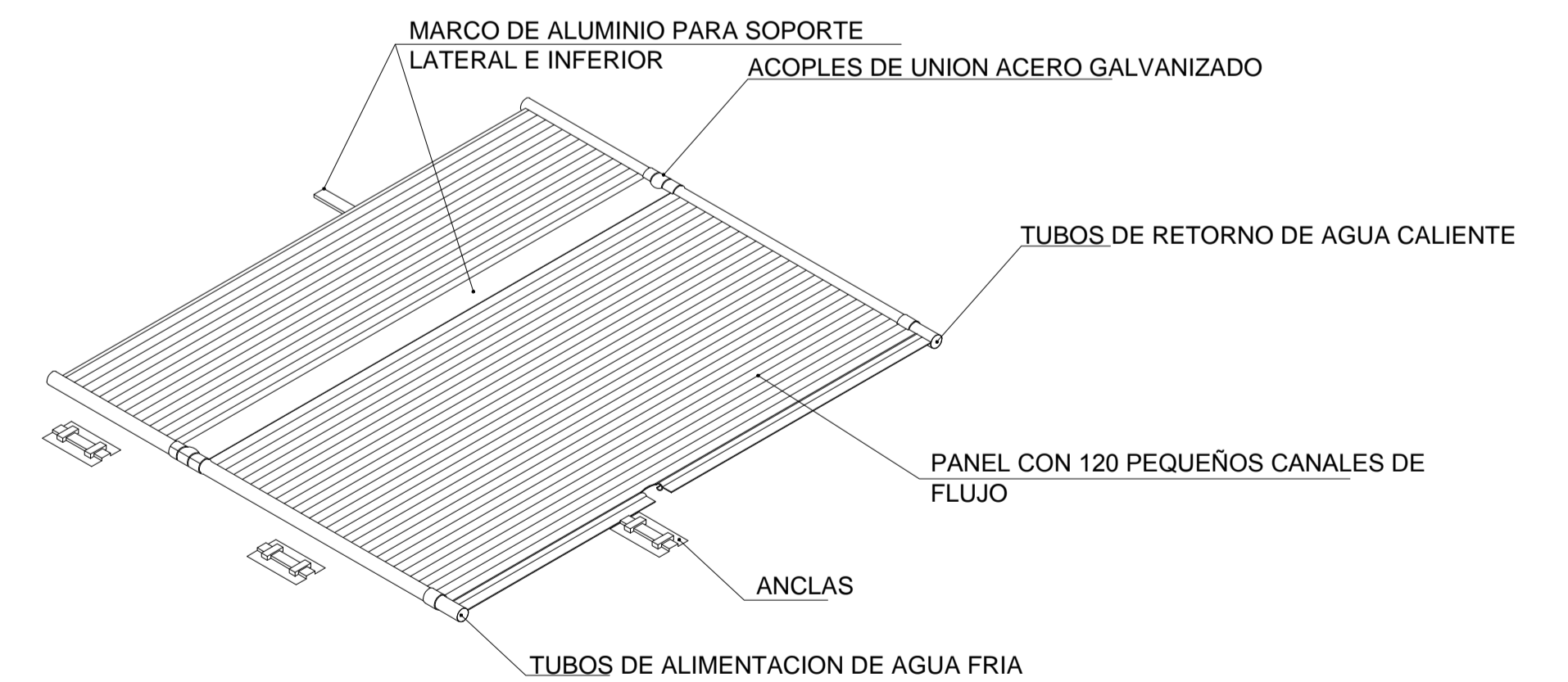


NOTA:  
LOS VALORES DE LA ABCISA INDICAN LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS ENTRE EL AGUA QUE ABANDONA EL PANEL Y LA DEL MEDIO AMBIENTE. 0.01 SIGNIFICA 10° C. EN ESTAS CIRCUNSTANCIAS Y CON AUSENCIA DE VIENTOS, LA EFICIENCIA ES DE 80%.

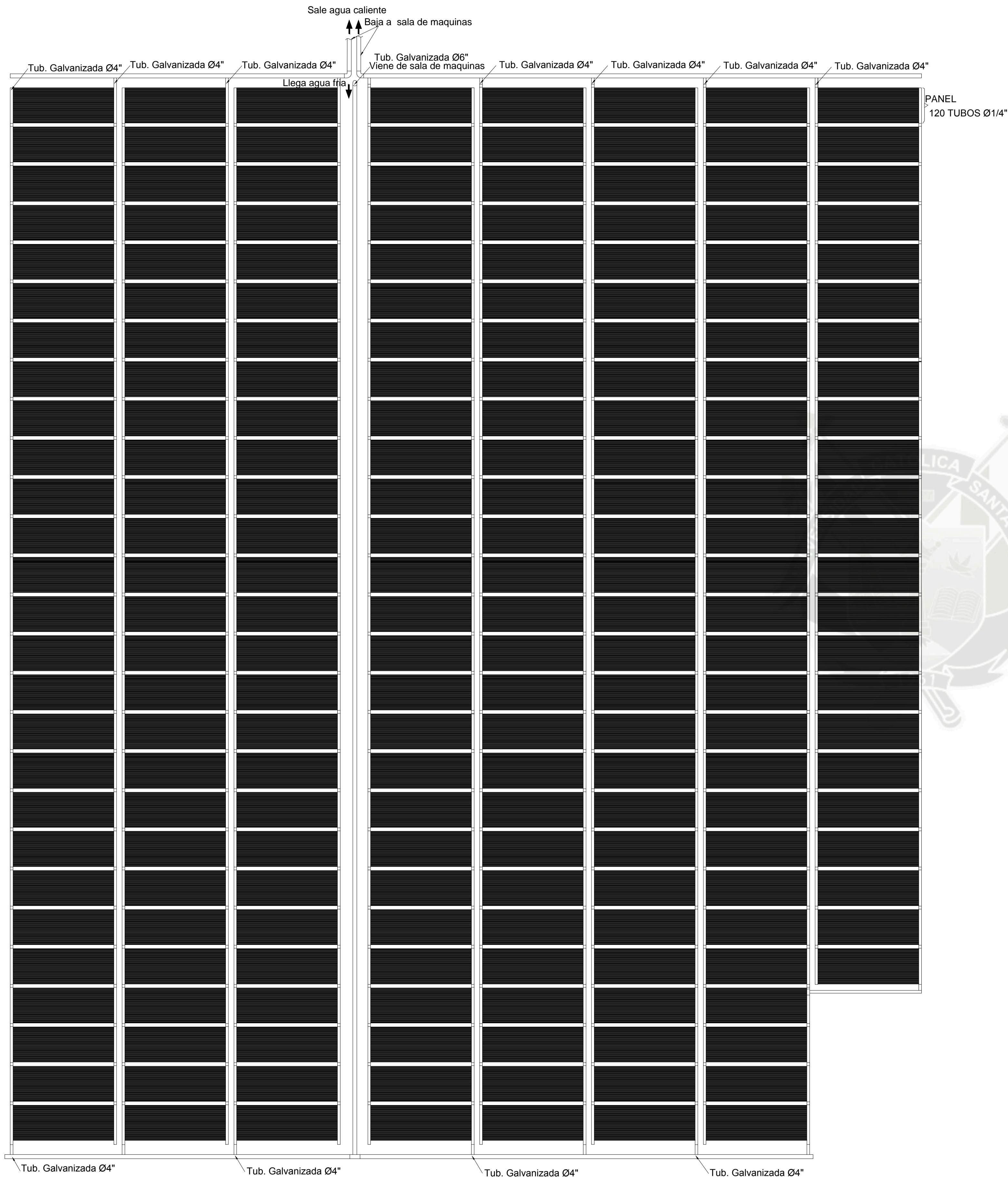
### CARCATERISTICAS:

- EL MATERIAL DE ACERO GALVANIZADO PARA SOPORTE LATERAL E INFERIOR PESO LIGERO: ADECUADO PARA CUALQUIER TIPO DE TECHO.
- \* ALTA RESISTENCIA A LA INTEMPERIE: TECNOLOGIA (COBRE Y AL)
- \* ALTA ABSORCION DE ENERGIA SOLAR: COLOR NEGRO INTEGRAL
- \* ALTA DURABILIDAD: MATERIAL FLEXIBLE, IRROMPIBLE RESISTENTE DE RAYOS ULTRAVIOLETA
- \* ALTA EFICIENCIA: TRANSFERENCIA DE CALOR OPTIMA DEBIDO AL AREA DE CONTACTO.
- \* APARIENCIA DISCRETA: DISEÑO SOBRIO, GROSOR PEQUEÑO E INSTALACION DISCRETA.
- \* INSTALACION SENCILLA Y SIN DAÑOS AL TECHO: SUJECCION A BASE DE ADHESIVOS Y SIN PERFORACIONES PARA TANQUES Y TORNILLOS.
- \* BAJA PRESION DE TRABAJO: PERMITE BOMBAS DE MENOR CAPACIDAD.
- \* MANTENIMIENTO MINIMO: NO HAY VIDRIOS QUE SE ROMPEN NI METALES QUE SE OXIDEN.
- \* GARANTIA: GARANTIA LIMITADA DE 15 AÑOS.
- \* REPARACION SENCILLA: CON PEGAMENTO PVC Y PELICULA DE VINYL.

CARACTERISTICAS DE PANELES			
DIMENSIONES (M)	1.22 X 2.44	1.22 X 3.05	1.20 X 5.00
SUPERFICIE (M²)	3.0	3.7	6.00
COLOR	NEGRO	NEGRO	NEGRO
MATERIAL	COBRE	COBRE	COBRE
MATERIAL DE ELEMENTOS DE FIJACION	ALUMINIO	ALUMINIO	ALUMINIO
CUBIERTA	SIN CUBIERTA	SIN CUBIERTA	SIN CUBIERTA
CAPACIDAD VOLUMETRICA (L)	8.1	9.2	10.3
PESO (VACIO) (KG)	6.8	8.2	9.5
PESO (LLENO) (KG)	14.9	17.4	19.8
AREA AFECTIVA DE ABSORCION (M2)	2.85	3.6	4.3
CAPACIDAD VOL. DEL ABSORBEDOR (L)	4.4	5.5	6.6
CAUDAL MAXIMO PERMISIBLE (L/S)	0.6	0.6	0.6
PRESION RECOMENDADA (KG/CM²)	0.7	0.7	0.7



## SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR PANELES SOLARES PARA PISCINA DETALLE DE INSTALACIONES DE PANELES



212 PANELES /COLECTORES SOLARES

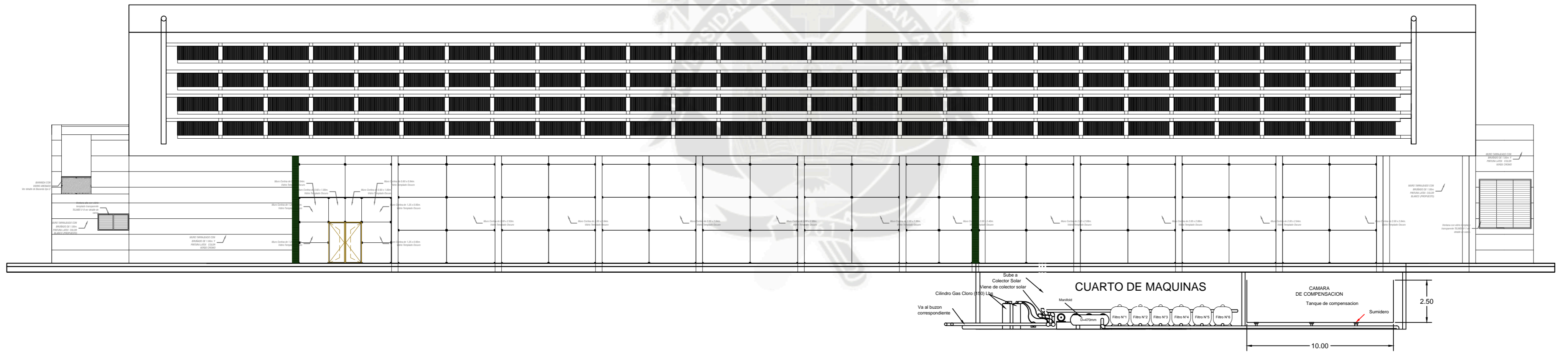
PROYECTO: PISCINA OLIMPICA DEL COMPLEJO RECREACIONAL DE LA COLINA - EL PEDREGAL	PLANO: DISTRIBUCION DE COLECTORES SOLARES
REALIZÓ: CESAR LUQUE SALAZAR	
REVISÓ: CARLOS GORDILLO / CAMILO FERNANDEZ / MARCO CARPIO	

LAMINA

4

ESCALA: INDICADA

212 PANELES /COLECTORES SOLARES



PROYECTO:  
PISCINA OLIMPICA DEL COMPLEJO RECREACIONAL DE LA COLINA - EL PEDREGAL

REALIZÓ:  
CESAR LUQUE SALAZAR

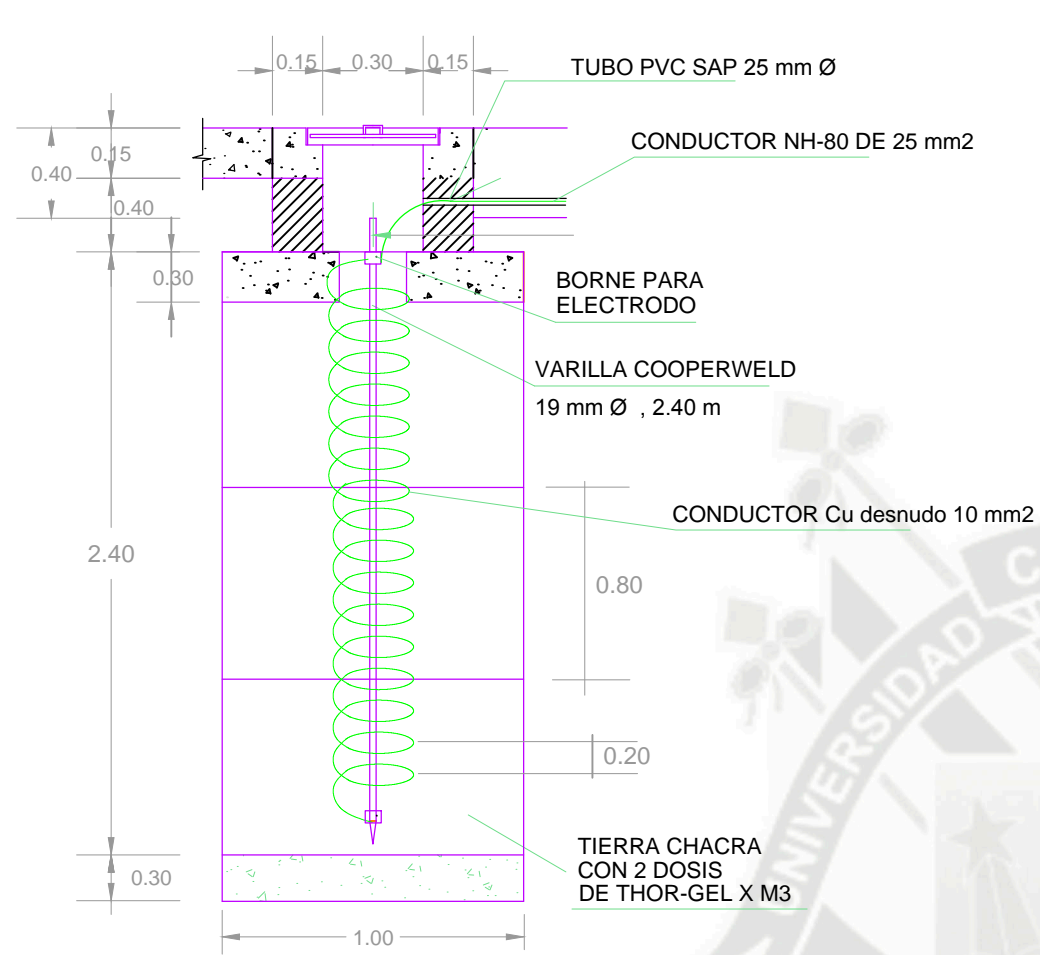
PLANO :  
TECHO COBERTOR DE LA  
PISCINA OLIMPICA

REVISÓ:  
CARLOS GORDILLO / CAMILO FERNANDEZ / MARCO CARPIO

LAMINA

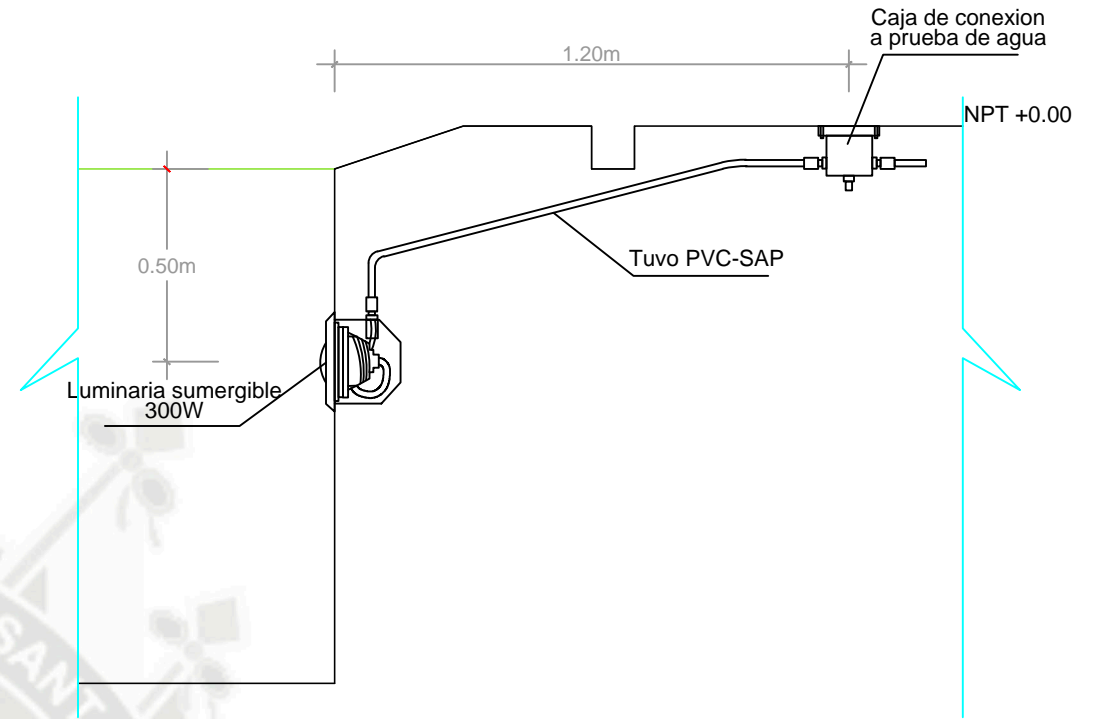
5

ESCALA: INDICADA

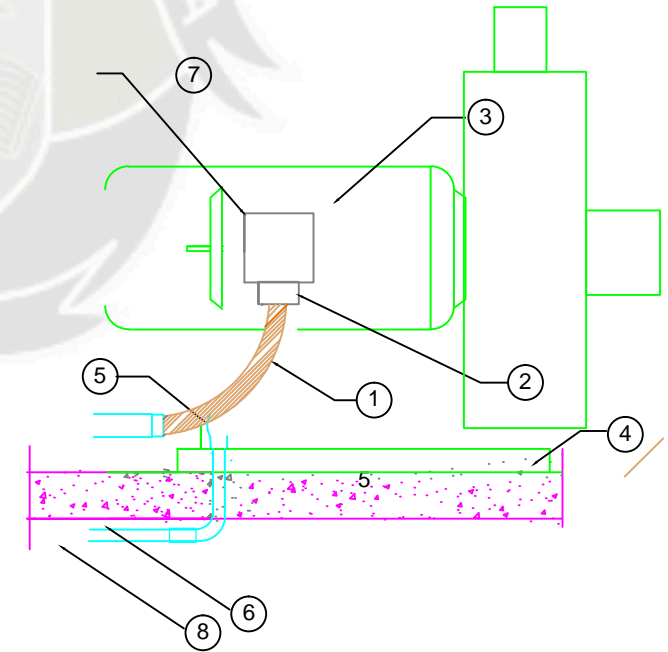


**PUESTA A TIERRA**

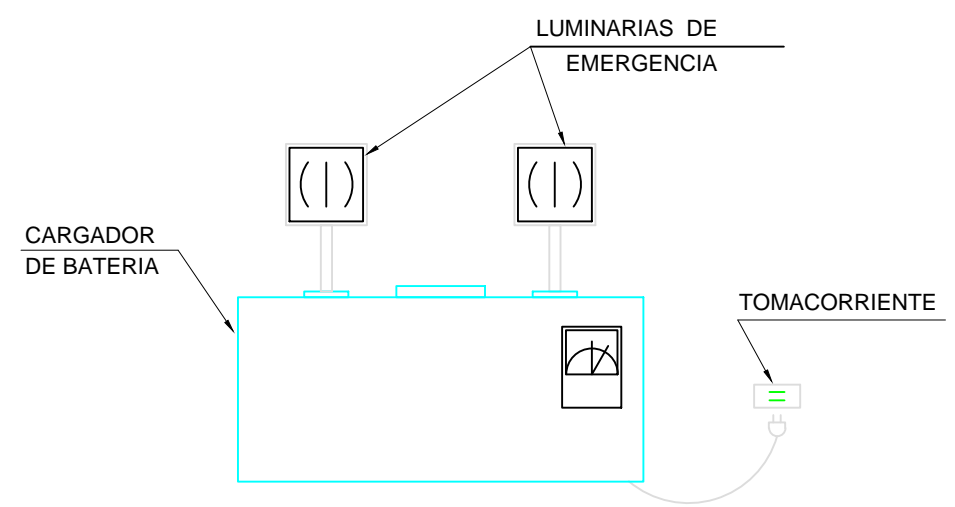
Una dosis de sales Gel por metro cúbico  
 La Resistencia del pozo a Tierra deberá  
 Ser inferior o igual a 10 Ohm  
 La tierra se cernirá con malla de 1/2"



**DETALLE INSTALACIÓN LUMINARIA SUMERGIBLE**



**CONEXION TIPICO A ELECTROBOMBAS**



**DETALLE LUZ DE EMERGENCIA**

S/E

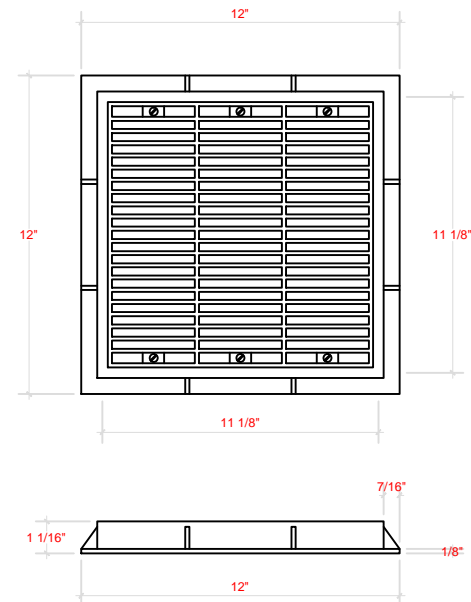
PROYECTO:  
 PISCINA OLIMPICA DEL COMPLEJO RECREACIONAL DE LA COLINA - EL PEDREGAL

REALIZÓ :  
**CÉSAR LUQUE SALAZAR**

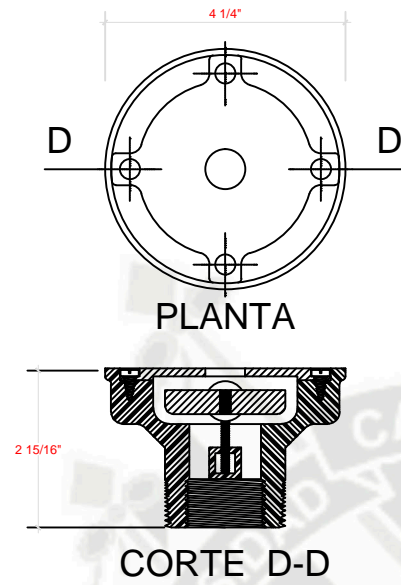
PLANO :  
 ACCESORIOS  
 DETALLES DE SISTEMA ELECTRICO

REVISÓ:  
 CARLOS GORDILLO / CAMILO FERNANDEZ / MARCO CARPIO

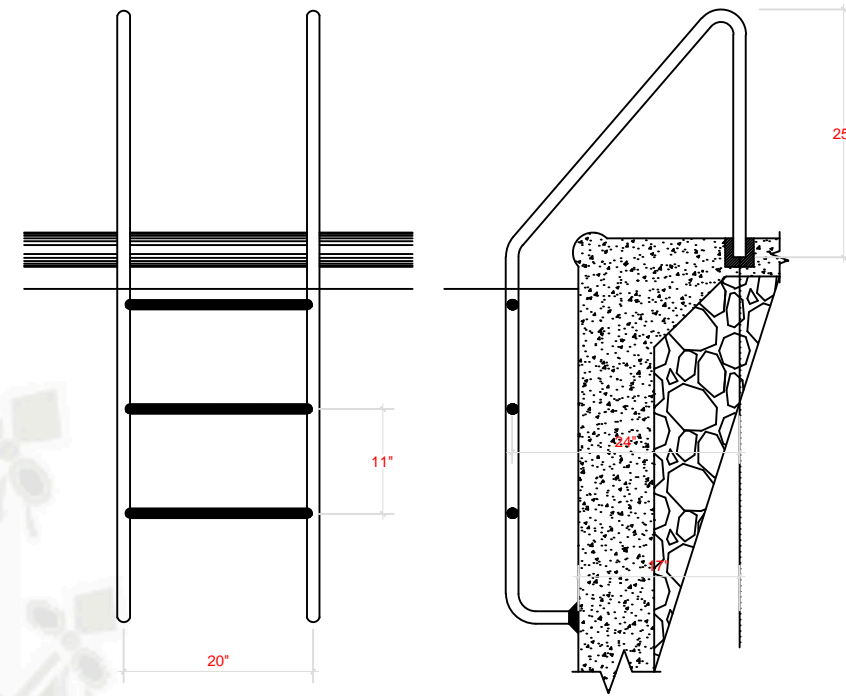
LAMINA  
**6**  
 ESCALA: INDICADA



## SUMIDERO DE FONDO

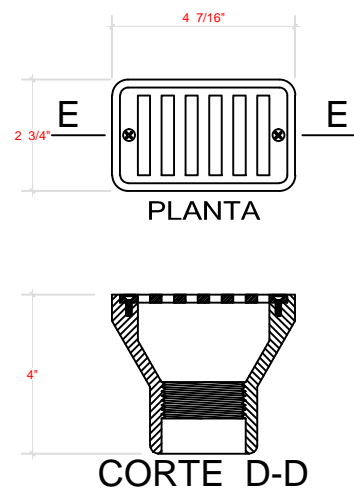


## BOQUILLA DE RETORNO DE PISO Modelo SP-14255

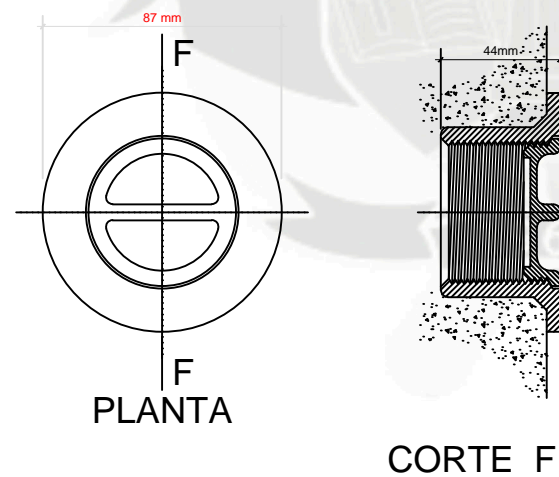


## DETALLE DE ESCALERA

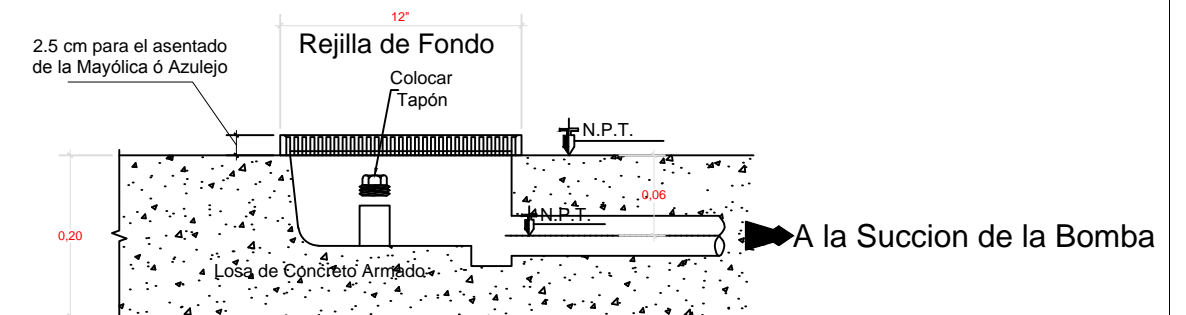
Escalera tipo Desarmable, con pasamanos de acero inoxidable y pasos de Fibra de Vidrio



## DRENAJE DE CANALETA



## BOQUILLA DE ASPIRACION



## Base de Concreto Armado Ciclópeo de 0.10 DETALLE DEL DREN DE FONDO

PROYECTO:  
PISCINA OLIMPICA DEL COMPLEJO RECREACIONAL DE LA COLINA - EL PEDREGAL

REALIZÓ:  
CESAR LUQUE SALAZAR

PLANO:  
ACCESORIOS  
DETALLES DE INSTALACION

REVISÓ:  
CARLOS GORDILLO / CAMILO FERNANDEZ / MARCO CARPIO

LAMINA

7

ESCALA: INDICADA