

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**“Diseño de instalación hidráulica estándar de la Empresa Piscinas Aquarium”.**

**“Determinación de pérdidas de calor en instalación estándar de la Empresa Piscinas Aquarium”.**

**“Diseño de documentación y base de datos para el Departamento de Servicios de Piscinas Aquarium”.**

**Informe de Proyecto de Graduación para Optar por el Grado de Licenciado en Ingeniería Electromecánica**

**Javier Andino Marengo  
Cartago noviembre, 2003**

## **Dedicatoria**

A mi esposa e hijo, quienes son  
mi alegría y motivación.

## **Agradecimiento**

Agradezco íntimamente a Dios por las muchas bendiciones que me ha dado.

A mi familia por todo el amor, apoyo y bendiciones que me han brindado a lo largo de mi vida.

A todo el personal de la Empresa Piscinas Acuarium, principalmente al Ing. Juan Diego Bolaños y al Sr. Juan Carlos Fernández por su ayuda en la elaboración de este informe.

A mi asesor industrial Ing. Luis Gómez Gutiérrez y al Sr. Raúl Álvarez por la confianza y ayuda brindada.

## Tabla de contenidos.

<b>DEDICATORIA</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>PROYECTO ADMINISTRATIVO.</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS GENERALES.</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b>	<b>11</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>PROYECTO DE INGENIERÍA.</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS GENERALES</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>13</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1 : GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>15</b>
<b>1.1 DESCRIPCIÓN</b>	<b>16</b>
1.1.1 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA.	17
1.1.2 ORGANIGRAMA	18
<b>1.2 DEPARTAMENTOS DE SERVICIOS Y CONSTRUCCIÓN</b>	<b>19</b>
<b>1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>19</b>
1.3.1 PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	20
1.3.2 PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN DE PROYECTOS	20
<b>CAPÍTULO 2 : PROYECTO ADMINISTRATIVO</b>	<b>21</b>
<b>2.1 METODOLOGÍA</b>	<b>22</b>
<b>2.2 DOCUMENTACIÓN ACTUAL</b>	<b>23</b>
<b>2.3 DOCUMENTACIÓN PROPUESTA.</b>	<b>25</b>
<b>2.4 DISEÑO DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.</b>	<b>27</b>
2.4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL CLIENTE.	27
2.4.2 SOLICITUD DE SERVICIO.	29
2.4.3 FICHA TÉCNICA.	31
2.4.4 HISTORIAL DE REPARACIONES.	35
2.4.5 GENERACIÓN DEL DOCUMENTO SOLICITUD DE SERVICIO.	35
2.4.6 GENERACIÓN DEL HISTORIAL DE REPARACIONES.	38
2.4.7 GENERACIÓN DE INFORMES.	42
2.4.7.1 INFORME DEL REGISTRO DE DATOS GENERALES DEL CLIENTE.	42
2.4.7.2 INFORMACIÓN TÉCNICA DE PUNTO DE SERVICIO.	43
2.4.7.3 SOLICITUD DE SERVICIO.	43
2.4.7.4 CONSULTAS AL HISTORIAL DE REPARACIONES.	44
2.4.8 DESCRIPCIÓN DE BASE DE DATOS.	44
2.4.8.1 BÚSQUEDA DE CLIENTE.	44
2.4.8.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL CLIENTE.	46
2.4.8.3. SOLICITUD DE SERVICIO.	47
2.4.8.4 FICHA TÉCNICA.	48
2.4.8.6 CONSULTAS E INFORMES.	50

2.4.8.7 FORMULARIOS DE INGRESO DE CLIENTE NUEVO.	50
2.4.9 GENERALIDADES.	50
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO 3: PROYECTO DE INGENIERÍA</b>	<b>54</b>
<b>3.1 METODOLOGÍA.</b>	<b>55</b>
<b>3.2 MARCO TEÓRICO.</b>	<b>56</b>
3.2.1 SISTEMA DE FILTRACIÓN	56
3.2.2 TUBERÍAS.	58
3.2.3 LA BOMBA	59
3.2.4 EL FILTRO.	64
3.2.5 PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.	65
<b>3.3 MUESTRA DE CÁLCULOS.</b>	<b>67</b>
3.3.1 CÁLCULO DEL CAUDAL	67
3.3.2 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE FILTRADO.	68
3.3.3 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS	69
3.3.4 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS POR TRAMO	71
3.3.4.1 PÉRDIDAS EN LA SUCCIÓN	72
3.3.4.2 PÉRDIDAS EN LA DESCARGA	75
3.3.5 SELECCIÓN DE LA BOMBA	77
3.3.6 SELECCIÓN DEL CALENTADOR	78
3.3.6.1 MUESTRA DE CÁLCULO	79
3.3.7 DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE CALOR	82
3.3.7.1 CALCULO DE PERDIDAS DE CALOR EN LA TUBERÍA	82
3.3.7.2 PERDIDAS EN LA SUPERFICIE	85
3.3.7.3 PÉRDIDAS EN LAS PAREDES	88
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>89</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>

## Índice de figuras.

FIGURA 2.1 FORMULARIO BÚSQUEDA DE CLIENTE.	45
FIGURA 2.2 FORMULARIO DATOS GENERALES.	46
FIGURA 2.3 SOLICITUD DE SERVICIO.	47
FIGURA 2.4 INGRESO FICHA TÉCNICA.	48
FIGURA 2.5 HISTORIAL DE REPARACIONES.	49
FIGURA 3.1 SISTEMA DE FILTRACIÓN TÍPICO.	58
FIGURA 3.2 DATOS TÉCNICOS DE FILTROS TR 140.	69
FIGURA 3.3 GRÁFICO: CAÍDA DE PRESIÓN VS CAUDAL	77
FIGURA 3.4 CURVA DE EFICIENCIA CALENTADOR MÍNIMAS PLUS HP 600	80

## Índice de tablas.

TABLA2.1 DATOS TÉCNICOS DE PISCINAS	33
TABLA2.2 DATOS TÉCNICOS DE SPAS	34
TABLA 3.1 DIÁMETROS CALCULADOS DE LAS TUBERÍAS.	70
TABLA 3.2 SDR DE LAS TUBERÍAS A UTILIZAR	70
TABLA 3.3 DIÁMETROS DE TUBERÍAS SELECCIONADAS.	71
TABLA 3.4 LONGITUD EQUIVALENTE DE LÍNEA DE FONDO	72
TABLA 3.5 LONGITUD EQUIVALENTE DE LÍNEA DEL DESNATADOR	74
TABLA 3.6 ACCESORIOS POR CADA TRAMO CON DIÁMETRO DE 3 PULGADAS	75
TABLA 3.7 PÉRDIDAS DE LOS TRAMOS DE LÍNEA DE RETORNO	76
TABLA 3.8 PÉRDIDAS TOTAL DEL SISTEMA.	76
TABLA 3.9 DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL SPA	78
TABLA 3.10 LISTA DE EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL SPA	78
TABLA 3.11 TARIFA T-2 GENERAL COMERCIOS Y LOCALES DONDE SE SUMINISTRAN SERVICIOS PROFESIONALES.	81
TABLA 3.12 COSTO DE CALENTAR INSTALACIÓN EN COLONES	82
TABLA 3.13 COSTO DE LAS PÉRDIDAS EN COLONES	89

## **Resumen**

El presente documento es el resultado de los proyectos realizados en la empresa Piscinas Acuarium ubicada en Guachipelín de Escazú, con la finalidad de darle cumplimiento a la práctica de especialidad; último requisito necesario para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Los proyectos se desarrollaron a lo largo del segundo semestre del 2003, corresponden, el primero al área mecánica y el segundo a la administrativa.

El proyecto realizado en la parte mecánica consistió en el diseño de una instalación estándar de la empresa Piscinas Acuarium, con énfasis en la determinación de las pérdidas **hidráulicas**.

Se determinó las pérdidas de calor en las tuberías, en la superficie y en las paredes de la instalación, utilizando la teoría de la **transferencia de calor**.

Por el otro lado, el proyecto administrativo contempla el diseño y la implementación de un **Sistema Automatizado Para Gestión De Servicios**; por medio de la reorganización de los documentos existentes y la creación de una **base de datos**.

**Palabras Claves:** Diseño hidráulico; Transferencia de Calor; Sistema Automatizado Para Gestión de Servicios; Base de Datos.

## **Abstract**

This document is the result of the projects done for Piscinas Acuarium, located in Guachipelín, at Escazú.

Accomplishing the practice of the minor, requirement prior to obtain the college degree in Industrial Maintenance Engineering at the Instituto Tecnológico de C.R.all the projects were done during the second semester at 2003, the first one belongs to the mechanical area, the second to the administrative one.

On one hand, the project of the mechanical area consists in the design of the standard installation of the Piscinas Acuarium Company, emphasizing the **hydraulics losses** in the pipes. We determinate **heat losses** in pipes, at the surfaces and in the walls of the installation.

On the other hand, the administrative project contemplates the design and the implementation of an **Automatized System for Procedure of Services**, by means of the reorganization of the existing documents and the creation of the **data base**.

Key Word: hydraulic design, heat transference, Automatized system for procedure of Services, data base

# Introducción

## **Proyecto Administrativo.**

### **Objetivos Generales.**

- Diseñar un sistema para la automatización de los registros del departamento de servicios de la empresa Piscinas Acuarium.
- Evaluar la documentación utilizada en el departamento.

### **Objetivos específicos.**

- Generar automáticamente los documentos “Solicitud De Servicio”, e “Historial de Servicios”.
- Obtener un sistema que permita almacenar la información de los equipos instalados a los cuales se les da mantenimiento.
- Crear un listado de los clientes que poseen dichos equipos, que tengan los datos personales que permiten llevar a cabo un servicio eficiente.
- Llevar un control adecuado de los servicios que se llevan a cabo, por medio de un historial de reparaciones y servicios.
- Determinar cuáles de los documentos no aportan, la información necesaria para el control deseado.
- Plantear nuevos documentos necesarios para el control de información.

## **Descripción del Problema**

En todo lo correspondiente a la administración de reparaciones en equipos, es indispensable el manejo de la información que les haga referencia, desde la descriptiva más básica hasta aquella que reúna detalles acerca de su modo de operar. Una forma de hacerlo, es controlar el desempeño de acuerdo con un registro controlado de las reparaciones y asistencias que aquel equipo o máquina demande con el transcurrir del tiempo.

Así mismo, este tipo de registros revelará la calidad del trabajo realizado por el personal técnico, encargado de brindar el servicio de reparación y facilitarán análisis de costos con vistas a mejorar eficiencias y aumentar competitividad.

Sin embargo, el llegar a alcanzar y mantener este tipo de controles obliga a un manejo adecuado de una gran cantidad de datos, los que deberán ser y permanecer debidamente archivados y lo más importante, poder ser accesados en el momento preciso de una forma ágil y rápida que contribuya con el incremento de la eficiencia que se busca.

Los métodos tradicionales de archivo cumplen con lo primero, pero al alcanzar la información altos volúmenes, la parte de localización de datos de manera rápida y directa se entorpece. Por lo tanto, es aquí donde juega un papel importante una alternativa cada vez más frecuente en el medio empresarial, tal es el administrar la información mediante programas de cómputo para manejo de bases de datos.

## **Proyecto de Ingeniería.**

### **Objetivos Generales**

- Determinar de forma detallada las pérdidas hidráulicas en las tuberías a instalar.
- Determinar las pérdidas de calor en las tuberías, en un lapso determinado
- Diseñar la instalación de dos piscinas con rebosadero

### **Objetivos Específicos**

- Determinar cuales son los equipos idóneos para la instalación.
- Recomendar de mejoras en las instalaciones de los sistemas estándar que se han instalado hasta la actualidad.
- Determinar los costos económicos de las pérdidas de calor.
- Determinar el costo de un sistema de aislamiento para disminuir las pérdidas de calor.
- Evaluar la factibilidad del uso de aislamientos.
- Determinar con base a los cálculos de pérdidas hidráulicas, equipos de instalaciones estándar.

## **Descripción del Problema**

La empresa Piscinas Aquarium es una empresa líder en el mercado de construcción y mantenimiento de piscinas y spas, por esta razón es que en los últimos años ha tenido un crecimiento acelerado en el número de proyectos y en la diversidad de estos; este crecimiento obliga a tener cada día una idea más clara de todos los procedimientos y cálculos utilizados en el diseño o rediseño de cada una de las instalaciones.

Con el fin de aumentar la eficiencia durante la construcción o el mantenimiento de las piscinas y spas, se requiere tener una idea precisa de las pérdidas hidráulicas y las pérdidas calóricas de las instalaciones hidráulicas, así como de los equipos de calefacción utilizados.

# **Capítulo 1**

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1 Descripción**

Piscinas Acuarium inició operaciones en el año 1972 y desde entonces se ha mantenido como líder en el campo de la construcción de piscinas y aguas turbulentas (spas) en Costa Rica. Por otra parte, comercializa equipos, accesorios y productos químicos de las marcas más reconocidas a nivel mundial. Además, la empresa Piscinas Acuarium presta el servicio de mantenimiento y reparación, cubriendo todas las zonas del país.

En la actualidad, la empresa construye más de 100 proyectos por año (entre obras comerciales y residenciales); además, cuenta con una experiencia de más de 2000 proyectos.

Desde sus inicios Piscinas Acuarium permanece como miembro activo del National Spa & Pool Institute (NSPI) con sedes en Estados Unidos. El mencionado organismo vigila, contribuye y apoya la construcción, mantenimiento, seguridad y operación de las piscinas (incluyendo spas), de acuerdo en las regulaciones y leyes aplicables, y fomenta el desarrollo de nuevos métodos, técnicas y materiales.

El personal de la empresa recibe periódicamente diversos seminarios y entrenamientos entre los cuales destaca el Certificado de Operador de Piscinas & Spas (CPO), así como una visita anual a la convención mundial de piscinas que se realiza en diferentes lugares de los Estados Unidos de Norteamérica, se premian los mejores proyectos de construcción y remodelación de todos los miembros alrededor del mundo, donde Piscinas Acuarium ha sido galardonada en varias ocasiones.

La empresa ofrece servicios de mantenimiento a domicilio de tipo correctivo y preventivo de piscinas y aguas turbulentas con frecuencia semanal, quincenal o mensual, de acuerdo en las necesidades de cada cliente, este servicio está disponible en todo el territorio nacional, igualmente se ofrece el servicio de reparación de equipos y accesorios en oficinas centrales a cargo del departamento de ingeniería y servicio.

### **1.1.1 Organización Administrativa.**

La empresa esta constituida por los siguientes departamentos:

**a. Departamento Administrativo.**

Departamento encargado de velar por las necesidades del personal de la empresa, y el desempeño del mismo.

**b. Departamento Financiero**

Es el encargado de realizar todas las labores contables que se derivan de las operaciones de la empresa; de elaborar los reportes contables y financieros de la empresa para la toma de decisiones.

**c. Departamento Comercial**

Apoya a la gerencia en todas las actividades relacionadas con la gestión de ventas.

**d. Departamento Proyectos**

Encargado de satisfacer todas las necesidades relacionadas con el diseño de proyectos.

**e. Departamento de Construcción**

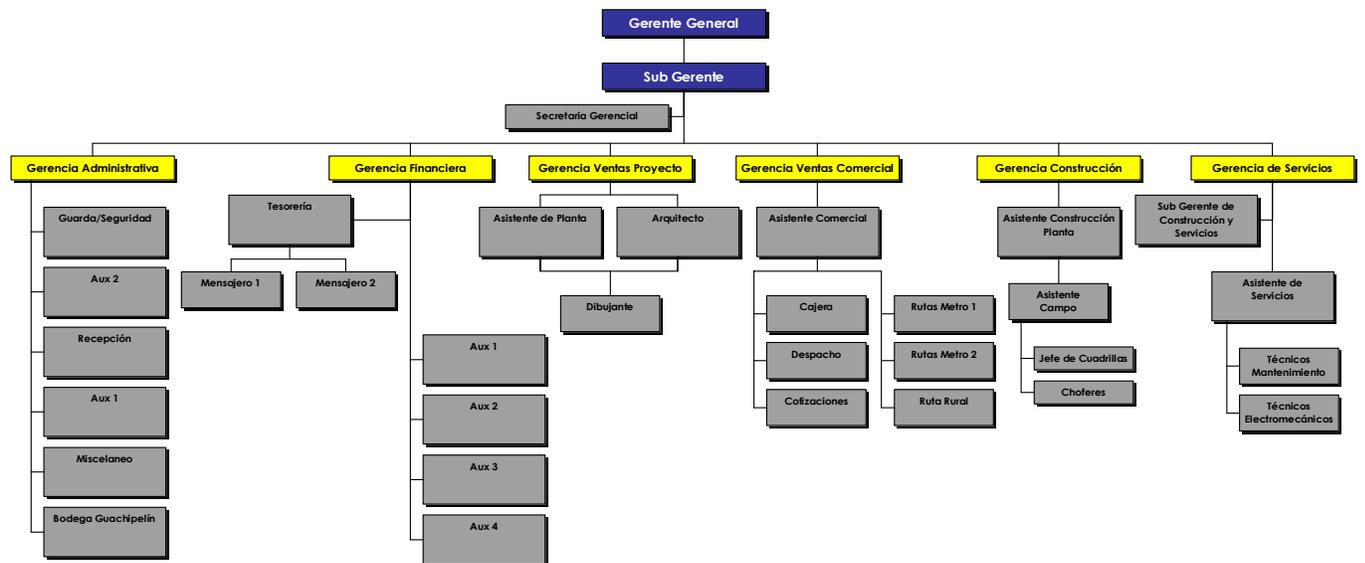
Velar por el cumplimiento del proceso constructivo según lo contratado e inspección de campo.

**f. Departamento de Servicios**

Administración de todas aquellas tareas relacionadas con la instalación y mantenimiento de los equipos electromecánicos de filtrado y tratamiento de agua de piscinas y afines, así como la ejecución y cumplimiento de los contratos de servicio.

## 1.1.2 Organigrama

### Piscinas Acuarium Organigrama



## **1.2 Departamentos de Servicios y Construcción**

La práctica de especialidad se realizará en los departamentos de Gerencia de Servicios y Construcción, cada departamento cuenta con un ingeniero en Mantenimiento Industrial y un ingeniero de Construcción respectivamente, apoyados cada uno de 2 asistentes ( uno de campo y otro en oficina), quienes tienen gran experiencia en el campo de servicio al que se dedica la empresa; además, el departamento cuenta con los técnicos electromecánicos especializados, los de mantenimiento de aguas y las cuadrillas de construcción.

## **1.3 Descripción del Proceso de Construcción y Mantenimiento**

Esta empresa está dedicada a la construcción, venta, mantenimiento (correctivo y preventivo) y reparación de piscinas.

Además, tiene a la venta todos los accesorios involucrados en la instalación de dichas piscinas y spas..

### **1.3.1 Procedimiento para Trabajos de Mantenimiento**

Cuando se recibe la llamada de parte de algún cliente solicitando un trabajo de reparación, o algún trabajo de mantenimiento preventivo que se tenga programado, posteriormente se llena una solicitud de servicio y se define la fecha en que se debe realizar, después de esto se procede a realizar el trabajo, se solicitan los repuestos o materiales mediante una solicitud de entrega de materiales. El técnico encargado anota la retroalimentación en el reporte de servicios realizados

### **1.3.2 Procedimiento para Elaboración de Proyectos**

El cliente se comunica con el departamento de Venta de Proyecto, donde se hace el diseño arquitectónico e hidráulico del sistema a construir, una vez aprobado el proyecto se pasa la documentación al departamento de Construcción y Servicios; se coordina las fechas de inicio y finalización de cada, Ambos departamentos trabajan en forma conjunta y coordinada para la realización de la obra gris y de la instalación hidráulica y eléctrica del proyecto.

## **Capítulo 2**

# **PROYECTO ADMINISTRATIVO**

## **2.1 Metodología**

Se hizo un reconocimiento del departamento de Servicios, para determinar el procedimiento de trabajo tanto en lo referente a mantenimiento como en la reparación e instalación de equipos; así como los documentos utilizados para llevar el control de la información generada diariamente, posteriormente se procedió a salir con los técnicos, para tener una idea de los equipos que forman parte de las instalaciones.

Con la información obtenida en el reconocimiento inicial, más las indicaciones del ingeniero a cargo del departamento, se inicio el diseño de los campos que conformarían cada una de las tablas de la base de datos.

Durante la etapa de diseño se diseñaron y rediseñaron algunos de los documentos utilizados por el departamento una vez terminada la fase de diseño se procedió a elaborar la base de datos. Luego se procedió a la implementación de ésta con el fin de ultimar detalles para que resultara cómoda para el usuario.

## **2.2 Documentación Actual.**

El departamento de servicios cuenta con los siguientes documentos para llevar el control de los registros.

### **a. Solicitud de Reparación.**

La hoja de solicitud de reparación es realizada manualmente por el departamento de servicios, al ingresar una llamada que requiere de algún tipo de servicio (reparación, mantenimiento, inspección, asesoría). Esta hoja se entrega a los técnicos para que realicen la visita.

Este es el documento encargado de brindar a los técnicos la información para llevar a cabo los trabajos e inspecciones.

Uno de los principales problemas del documento actual es que no brinda la información de una forma precisa; lo cual ocasiona pérdida de tiempo y recursos; ya que en ocasiones el técnico tiene que desplazarse dos veces al mismo lugar debido a que la primera vez no contaba con la información adecuada.

### **b. Reporte de Servicios Realizados.**

Este documento es utilizado por los técnicos cuando realizan un trabajo. Contiene información acerca del cliente, análisis de agua, servicios de limpieza, inspección del equipo, ajustes químicos y materiales entregados; además de las observaciones realizadas por el técnico.

Es por medio de este documento que el técnico entrega un reporte de los servicios realizados.

El documento es llenado por los técnicos después de prestar el servicio. No existe un historial de reparaciones como tal, lo que se hace es adjuntar el “Reporte de Servicios Realizados” al documento “Solicitud de Reparación” y luego se archiva.

**c. Solicitud se Entrega de Materiales.**

Este es el documento utilizado para la salida de materiales de la bodega. La empresa cuenta con una sola bodega que suplente las necesidades al departamento de Ventas, departamento de Construcción y finalmente al departamento de Servicios.

La solicitud de entrega de materiales debe ser firmada por el gerente o el subgerente de servicios, de lo contrario no se entrega el material.

**d. Fórmula de Recolección de Datos Técnicos.**

Existen dos tipos de documento, uno para los datos técnicos de piscina y otro para los datos técnicos de spa. Con éstos se pretende llevar un control de los equipos instalados en cada proyecto, cumpliendo con el propósito de una ficha técnica. Actualmente este documento se llena únicamente, en el caso de proyectos nuevos.

Lo anterior indica que existe un vacío de información referente a las instalaciones realizadas anteriormente, este problema se solucionaría poco a poco, ya que se pretende que se levante una lista de la información técnica en cada visita realizada por los técnicos, de esta forma se actualiza la información.

## **2.3 Documentación Propuesta.**

Para la obtención de la información de una forma adecuada se planteó la reestructuración de los documentos utilizados hasta el momento por parte del departamento de Servicios; los documentos propuestos son los siguientes:

### **a. Solicitud de Servicios.**

Este documento reemplaza al documento “solicitud de reparación”, una de las razones para el cambio se debe no siempre se utiliza para una reparación, sino que también se utiliza para una gran variedad de servicios, como lo es la instalación de equipo, la asesoría, la limpieza, análisis químicos, etc.

Se pretende que el documento recopile la siguiente información:

1. Fecha en que se recibió la solicitud de servicios.
2. Nombre del cliente.
3. Dirección exacta del proyecto.
4. Código del punto de servicio.
5. Número de orden de servicio: este es un dato muy importante ya que es el que nos permitirá ligar la información aportada por la solicitud de servicio con la del Reporte de Servicios Realizados.
6. Acción: Es un campo “MEMO” donde se describiría de forma detallada el trabajo solicitado.
7. Equipo: en este campo se colocará el equipo objeto de la acción.
8. Partes: por medio de este campo se detalla cuales son las partes y subpartes del equipos específicas donde se realizará la acción.
9. Técnico asignado: el técnico encargado de efectuar la acción.

10.Observaciones Generales: este campo se utilizará para anotar la información que sea necesaria para la completa comprensión de la labor además las particularidades del caso.

11.Además de lo anterior el documento presenta información adicional como:

- Si la instalación fue construida por la empresa Piscinas Acuarium
- Que tipo de contrato de mantenimiento presenta la instalación.

#### **b. Reporte de Servicios Realizados.**

Este documento es de suma importancia, ya que es el que brindará la información que será utilizada para recopilación de datos y el posterior análisis de estos, es decir, de este documento se obtendrá la información del historial de servicios.

El documento contará con la siguiente información:

1. Fecha en que se realizó la solicitud de servicios.
2. Código del punto de servicio.
3. Número de Solicitud de Servicios.
4. Fecha de atención.
5. Hora de inicio.
6. Hora final.
7. Descripción del trabajo realizado.
8. Técnico.
9. Repuestos utilizados.

Cabe destacar que la idea de este documento es facilitar la recopilación de información de una forma ágil y precisa; uno de los principales problemas que se han presentado con el documento actual es que no se brinda el espacio suficiente para la descripción de los trabajos realizados, y el espacio para anotar los repuestos utilizados es sumamente pequeño.

## **2.4 Diseño de las tablas de la Base de Datos.**

### **2.4.1 Información General del Cliente.**

#### **a. Código del Cliente.**

Debido a la particularidad del servicio que se brinda el equipo al que se le da mantenimiento se encuentra localizado en la residencia del cliente, es por esto que, una codificación basada en el equipo en si resultaría sumamente tediosa e ineficiente a la hora de buscar la información.

Hasta el momento se ha codificado mediante el número telefónico de cada cliente. Sin embargo, ese número no es garantía de identificación única, dado que las líneas telefónicas son fácilmente transferibles o también se da el caso en los que un solo cliente posee varios números de teléfono. Por lo tanto, se propone utilizar un código alfanumérico que de ahora en adelante se llamará Punto de Servicio.

El Punto de Servicio se designará como el lugar dónde se encuentra el equipo a revisar o reparar (localización de la piscina, spa, etc.). El formato propuesto para este código es el siguiente:

xxx - ## - ## - ### - ## - ##

Los primeros tres caracteres se refieren a las iniciales del nombre de la provincia donde esta instalado el equipo, donde SJ para San José, AL para Alajuela, CA para Cartago, HER para Heredia, PU para Puntarenas, GUA Guanacaste, y LI para Limón. Seguido estarán dos caracteres numéricos que designarán el Número de Cantón, los siguientes dos caracteres numéricos darán el número del Distrito, y los últimos caracteres numéricos representan el código del cliente, el cual esta dado por el número telefónico del cliente.

**b. Nombre del Cliente.**

Esta información estará compuesta por dos campos: Nomcliente y Apellido1cliente

**c. Dirección exacta del Punto de Servicio.**

La información general del punto de ubicación tal como la Provincia, el Cantón y el Distrito ya se tiene en el código del cliente, este campo contendrá las señas particulares de la ubicación del punto de servicio.

**d. Números Telefónicos.**

Se registrarán todos los números telefónicos referentes al Punto de Servicio necesarios para localizar al cliente, tales como teléfono de casa de habitación, teléfono de oficina, celular, fax; cada uno en un campo independiente

**e. Correo Electrónico.**

**f. Persona Encargada o Responsable del Equipo.**

Los casos en que el Punto de Servicio se encuentra en fincas, haciendas, etc.; suele existir una persona encargada del mantenimiento del equipo y piscinas quien es el más apto para suministrar detalles acerca su operación.

**g. Nombre Bajo el Cual se Factura.**

Es muy común que el nombre del propietario no sea el mismo bajo el cual se realiza la factura de cobro. Este campo recibirá el nombre de la persona física o jurídica, que la identifica.

#### **h. Dirección Exacta de Cobro.**

En muchos de los casos la dirección de cobro no es la misma que la del punto de servicio, en este campo solo se anotaran las señas, y no tendrá un codificación especial.

#### **i. Apartado postal.**

Representa un dato importante en los casos en que el cliente tiene un contrato de mantenimiento y la facturación es periódica.

#### **j. Observaciones generales.**

Siempre será conveniente dejar un espacio para la anotación de cualquier dato o información adicional que los campos antes mencionados no abarquen.

Básicamente los anteriores son los datos predominantes con los que se debería contar para mantener un registro con la información necesaria para mantener un contacto rápido y directo con el cliente en el momento necesario.

### **2.4.2 Solicitud de Servicio.**

#### **a. Código de cliente.**

#### **b. Número de la orden de servicio.**

#### **c. Código del trabajo solicitado.**

Cada una de las tareas que se llevan a cabo tendrá un código para identificarlas.

**d. Equipo a atender.**

Cada uno de los equipos cuenta con su código para poder ser identificado rápidamente

**e. Parte.**

Cada parte de un equipo esta codificada de manera que al escoger el equipo se podrá filtrar la información para obtener solamente las partes pertenecientes a dicho equipo. Existen tres campos para repuestos y así se puede almacenar más de un repuesto.

**f. Técnico asignado.**

Al igual que los anteriores, los técnicos se encuentran codificados para poder escogerlos.

**g. Fecha de solicitud.**

Este campo es de suma importancia ya que con el campo fecha de solicitud de este documento y el campo fecha de realización del documento reporte de servicios nos permitirá obtener el tiempo de respuesta del departamento

### **2.4.3 Ficha Técnica.**

**a. Código del cliente.**

**b. Código de instalación.**

Por instalación se refiere a si el equipo instalado es de un spa o una piscina.

**c. Fecha de instalación.**

Este dato es importante a la hora de determinar el posible problema que puede presentar el equipo, o si se toman decisiones tales como la sustitución debido a que se ha superado el periodo de vida útil.

**d. Código de empresa constructora.**

Es importante determinar si la instalación fue construida por piscinas Aquarium o por alguna otra empresa, esto para determinar que procedimiento se ha de seguir.

**e. Código de tipo de contrato.**

Es importante conocer si la instalación cuenta con un programa de mantenimiento, por lo que en este campo se establece el tipo de contrato de mantenimiento en el caso de que lo hubiera.

**f. Fecha de entrega.**

Fecha en que la piscina se entregó formalmente; este dato es importante para lo referente a las garantías de los equipos.

Aparte de la información general de los clientes, deben manejarse todos los datos técnicos del equipo, piscina, spa, etc. con la intención de proveer al personal técnico de información completa y fiable que permita una atención más expedita. Datos tan básicos como el caballaje de una bomba o la capacidad de un filtro son determinantes en lo que a repetir una visita se refiere.

Los campos que se considera, deberían existir corresponden a los datos de placa de cada uno de los equipos y accesorios comúnmente presentes en un sistema de bombeo y filtración de piscinas.

**Tabla2.1 Datos Técnicos de Piscinas**

<b>Bomba</b>	<b>Filtro</b>	<b>Calentador</b>	<b>Clorinador</b>	<b>Otros Sistemas Cloración</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Skimmer</b>	<b>Datos Generales Piscina</b>
Marca Modelo Potencia (HP) Voltaje (V) Amperaje (A) RPM Otros	Marca Modelo Color Cant. arena Otros	Marca Modelo Capacidad (BTU) Otros	Marca Modelo Tipo Otros	Nombre Marca Modelo Otros	Cant. Focos Potencia (W) Voltaje (V) <u>Transformador:</u> Marca Modelo Potencia (W) Otros	Marca Modelo Otros...	Longitud Ancho Profundidad Volumen (gal) Acabado Otros...

**Tabla2.2 Datos Técnicos de Spas**

<b>Bomba</b>	<b>Filtro</b>	<b>Calentador</b>	<b>Clorinador</b>	<b>Otros Sistemas Cloración</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Blower</b>	<b>Bomba Jet</b>
Marca	Marca	Marca	Marca	Nombre	Cant. Focos	Marca	Marca
Modelo	Modelo	Modelo	Modelo	Marca	Potencia (W)	Modelo	Modelo
Potencia (HP)	Color	Capacidad (BTU)	Tipo	Modelo	Voltaje (V)	Potencia (HP)	Potencia (HP)
Voltaje (V)	Cant. arena	Otros	Otros	Otros	<u>Transformador:</u>	Otros...	Voltaje(V)
Amperaje (A)	Otros				Marca		Otros
RPM					Modelo		
Otros					Potencia (W)		
					Otros		

#### **2.4.4 Historial de Reparaciones.**

Esta tabla cuenta con los campos de identificación del punto de servicio, que se cargarán automáticamente, tales como el código del punto de servicio y el código del cliente.

- a. Número de orden de servicio.
- b. Fecha de atención.
- c. Hora de inicio.
- d. Hora de finalización.
- e. Descripción del trabajo realizado.
- f. Técnico asignado.
- g. Costo de desplazamiento y mano de obra.
- h. Costo de repuestos y materiales.
- i. Código de técnico que realizó.
- j. Código de repuestos empleados.

#### **2.4.5 Generación del documento Solicitud de Servicio.**

En cuanto a la generación de la Solicitud de Servicio, la idea primordial es poder emitirla de forma automatizada, es decir, que exista un vínculo que permita que a la hora de recibir una llamada solicitando servicios, la persona responsable de atenderla deberá sólo buscar el nombre del cliente, el cual una vez localizado despliegue en pantalla la información acerca de la ubicación del punto de servicio, teléfonos, etc. Seguidamente se especifican los datos que serían desplegados y los cuales serían impresos en la hoja de solicitud.

Datos que se cargarán automáticamente en la solicitud de servicio; lo anterior no significa que los datos aparecerán en el formulario de la base de datos (en éste

solo se cargará el nombre y el código del punto de servicio), sino que solo saldrán impresos a la hora de imprimir la solicitud.

- Código de Cliente.
- Nombre del Cliente.
- Dirección del Punto de Servicio .
- Teléfono(s), Celular, etc.
- Persona Encargada del equipo.
- Especificar si la piscina, spa, etc. fue construida por Piscinas Acuarium (Si o No).
- Tipo de Mantenimiento que recibe el cliente.
- Deberá existir una opción para visualizar la información técnica del equipo y otra para decidir adjuntarla de forma impresa a la Solicitud de Servicio.

Adicionalmente, los siguientes ítems corresponden a la información que debe ser digitada en el formulario:

**a. Número de Solicitud de Servicio.**

Número automático consecutivo.

**b. Fecha de Emisión.**

Fecha de la solicitud del servicio y por ende, de generado el documento. Se emitiría automáticamente.

**c. Equipo o Área a Atender.**

Este punto debe desplegar un listado de todos los equipos y áreas que comúnmente forman parte de un sistema de piscina; porque al registrarse por separado, cuando se requiera acceder a algún registro de reparación y no se cuenten con datos suficientes; podrá rastrearse por reparaciones realizadas a un equipo en particular.

**d. Parte.**

Es un campo opcional, ya que no siempre se conoce con certeza la parte del equipo que debe recibir la acción, por esto es que está campo esta compuesto por un cuadro combinado que solo se activará si así lo desea el usuario. Se cuenta con tres campos para permitir almacenar la información.

**e. Acción.**

En este campo se despega un cuadro combinado que presenta un listado de las tareas que se llevan a cabo por el departamento de servicios

**f. Observaciones.**

Es un campo “memo” que permite introducir información específica referente a la orden de servicio, tal como: si el cliente cuenta con un equipo especial, o si debe ser atendido a una hora específica, etc.

**g. Técnico Asignado.**

Abrirá un listado desplegando el nombre de cada técnico en el cual se seleccionará la persona asignada para ejecutar la reparación o servicio. Este campo cuenta con la posibilidad de no asignar a ningún técnico ya que muchas veces a la hora de ingresar la solicitud de servicio, no se conoce aún cuál técnico se encuentra disponible.

#### **2.4.6 Generación del Historial de Reparaciones.**

Uno de los principales objetivos de implementar un manejo de toda la información anteriormente citada, es el poder anexarle un registro de las intervenciones o actividades desarrolladas por el Departamento de Servicios sobre todo equipo o sistema propiedad de cada uno de los clientes, ya sean estos esporádicos o fijos.

El patrón planteado trabaja alrededor de cada Solicitud de Servicio y lo que se busca es que a la hora de generarla, ésta quede en un archivo temporal a la espera de la retroalimentación que el Reporte de Servicios Realizados traerá después de haberse ejecutado la reparación o servicio. Por lo tanto, la idea primordial dictará que la única forma de “cerrar” una Solicitud de Servicio será accedendo una pantalla exclusiva para el ingreso de información al Historial y la cual, al digitar el número de Solicitud; el sistema cargará los datos principales con los que fue emitida. Entre ellos:

- **Fecha Emisión de Solicitud de Servicio.**
- **Código del punto de servicio.**
- **Nombre del Cliente.**
- **Acción.**

Este campo debería quedar abierto para modificaciones, previendo eventuales errores en los que el cliente pueda incurrir al describir el desperfecto.

- **Técnico Asignado.**

También se recomienda poder modificarlo con el fin de depurar la información a archivar. Se debe tener en cuenta un posible cambio de la persona asignada durante el proceso que va desde la recepción de una Solicitud hasta el momento de atenderla.

Por otro lado, los siguientes son los campos que este nuevo formulario estará abriendo:

- **Fecha de Atención o Ejecución del Servicio.**
- **Hora de Inicio o Entrada.**
- **Hora Final o de Salida.**
- **Tiempo de Respuesta.**

Este campo se generará automáticamente al restarle a la Hora de Inicio la Hora de Solicitud, lógicamente, tomando en cuenta las fechas correspondientes. Es, sin duda una herramienta de análisis muy importante para la medición de eficiencias en el servicio prestado.

- **Duración del Servicio.**

De forma muy similar al anterior, al hacer una resta entre la Hora de Inicio y la Hora Final se podrá contar con el tiempo empleado en la realización del servicio; dato de suma importancia en la tipificación de duraciones por reparación; así como en el rendimiento del personal técnico.

- **Descripción del Trabajo Realizado.**

Campo “memo” para el detalle del trabajo realizado por el técnico. Este espacio recibirá todo aquello que se considere relevante y que venga anotado en el espacio de Observaciones del Reporte de Servicios Realizados. Es uno de los más importantes dado que la descripción del problema real y cómo fue solucionado es parte fundamental en la información almacenada tomando en cuenta futuras referencias a la hora de programar tareas, medir eficiencias, analizar contratiempos, etc.

Una cuestión de enorme utilidad y sin la cual un historial de reparaciones estará incompleto es la parte de costos. El costo por la mano de obra utilizada, por los repuestos o materiales empleados y en estos casos, por el desplazamiento hasta el sitio del servicio son variables indispensables al tratar de implementar un sistema de control sobre reparaciones. Ahora bien, para lograr esa calidad de historial se debe contar con la existencia mínima de vínculos entre las aplicaciones de inventarios y facturación. La primera, para que una vez conocidas las necesidades reales de repuestos y materiales, éstos pasen automáticamente a engrosar el registro histórico, minimizando así posibles errores al contar con sólo el ingreso realizado por el personal de bodega.

Con respecto al segundo, y debido a que la facturación es la que finalmente plasma el costo del servicio; el sistema por sí mismo debería adjuntar ese dato al referido historial, de tal forma se estaría contando con las tres áreas primordiales de un registro de reparaciones, o sea, las especificaciones del trabajo realizado con las necesidades de mano de obra, los materiales y repuestos requeridos, y por último el costo que todo esto implica.

No obstante para efectos de *Piscinas Acuarium*, es probable que el contar con los vínculos mencionados represente un problema dada la ya existencia de aplicaciones para inventarios y facturación, entre otras; en las cuales no existe ninguna

contemplación con respecto a un eventual sistema orientado al control y registro de reparaciones y servicios. Por lo tanto, se prevé realizar la alimentación de estos datos manualmente abriendo campos adicionales en la Hoja de Historial, los cuales serían cargados hasta el momento de ejecutar la facturación del servicio. Básicamente dichos campos adicionales, manteniendo el formato de facturado actual, serían:

- **Desplazamiento y Mano de Obra.**

Se detallará el costo total cobrado por el traslado hasta el Punto de Servicio y las horas mano de obra empleadas en la atención. Esto al ser comparado con el dato de Duración del Servicio reportará aspectos importantes acerca de cuánto tiempo requirió la reparación y cuánto se cobró de acuerdo con el costo de mano de obra aplicado en el momento.

- **Repuestos y Materiales.**

En facturación se detalla el costo unitario y el total, por lo tanto, se estará proporcionando los consumibles a un importante grado de detalle al incluir descripción, cantidad y costo exactos.

- **Costo Total del Servicio o Reparación.**

Simplemente una sumatoria del desglose de costos para obtener el total facturado.

### **2.4.7 Generación de Informes.**

Esencialmente la idea es poder aprovechar el método de ingreso progresivo y diferenciado de la información para obtener una gama importante de rutas de consulta en pantalla, con la alternativa siempre presente de realizar su impresión. Así mismo, es de suma importancia contar con la posibilidad de obtener informes tanto escritos como de manera gráfica, dado que si lo requerido es algún tipo de estadística, esta última forma garantiza una mejor comprensión de los datos brindados por el sistema.

De manera muy escueta y conforme a las consideraciones iniciales producto de lo que se espera de una aplicación que contribuya con la gestión del servicio al cliente, seguidamente se enumeran los informes propuestos hasta el momento:

#### **2.4.7.1 Informe del Registro de Datos Generales del Cliente.**

Se encargará de mostrar toda la información general del cliente solicitado mediante la mayor cantidad posible de rutas de rastreo o consulta.

##### Campos:

- Código de Cliente.
- Nombre del Cliente.
- Dirección del Punto de Servicio.
- Números Teléfono y Fax.
- Persona Encargada del Equipo.
- Nombre Bajo el cual se Factura.
- Dirección de Cobro.
- Observaciones Generales.

#### **2.4.7.2 Información Técnica de Punto de Servicio.**

Mediante el nombre del cliente, su código o cualquier ruta alterna de búsqueda desplegará en pantalla con alternativa de impresión toda la información técnica de cada uno de los Puntos de Servicio almacenados en la base de datos.

##### Campos:

- Todos los incluidos en el cuadro Datos Técnicos de Piscinas
- Todos los incluidos en el cuadro Datos Técnicos de Spas

Además de:

- Código de Cliente.
- Nombre del Cliente.
- Dirección del Punto de Servicio.
- Números Teléfono y Fax.
- Persona Encargada del Equipo.
- Piscina construida por Piscinas Acuarium
- Tipo de Mantenimiento que recibe el cliente.

#### **2.4.7.3 Solicitud de Servicio.**

Este documento se toma como un reporte dado que debe ser impreso cada vez que una solicitud sea generada. Contendrá los campos mencionados en el apartado dedicado a su descripción, tanto los provenientes de otras fuentes (registro datos generales del cliente, información técnica, etc.) como los exclusivos de su emisión.

#### **2.4.7.4 Consultas al Historial de Reparaciones.**

La solicitud de información al registro histórico de reparaciones es una de las partes esenciales para el control del desempeño de equipos y personal técnico. Por lo tanto debe contarse con un sistema de fácil y rápida consulta tanto en pantalla como escrita, facilitando así la requisición de datos con base en el código y nombre del cliente, rastreos por fechas e intervalos de estas tanto para un cliente específico como para técnico asignado y equipos atendidos sin importar a quien pertenezcan, búsquedas según tiempos de duración, según montos facturados, etc. En fin, el sistema deberá tener la agilidad necesaria para extraer información estadística que correlacione cualquiera de los datos almacenados, además de ejecutar rastreos discriminatorios partiendo de parámetros a veces muy generales, para localizar registros específicos.

#### **2.4.8 Descripción De Base de Datos.**

##### **2.4.8.1 Búsqueda de Cliente.**

Al desplegarse esta formulario se debe digitar el apellido de la persona a quien se desea buscar, si no se conoce el apellido completo se puede digitar las primeras letras del apellido, seguido de asterisco, de esta forma aparecerá una lista de nombres que concuerdan con las letras digitadas.

Esta pantalla permite seguir la secuencia normal al atender una solicitud de servicio, es decir permite ingresar al formulario de información general del cliente y de ahí al formulario de solicitud de servicio.

En caso de que se presente un cliente nuevo, como es de esperarse no se desplegará ninguna información en la pantalla, por lo cual se debe ingresar al formulario "cliente nuevo" por medio del botón del mismo nombre.

El formulario ficha técnica solo podrá ser accesado si existe una ficha técnica con el código del cliente buscado, es decir, es posible que el cliente exista pero si no se ha llenado la información de la ficha técnica correspondiente, no se desplegará el formulario ficha técnica.

Código de Cliente		Nombre de Cliente	
HER	07 01	293-02-65	JUAN DIEGO BOLAÑOS

Figura 2.1 Formulario Búsqueda de Cliente.

### 2.4.8.2 Información General del Cliente.

Este formulario permite visualizar la información general del cliente, ya sea para comprobar la información o para hacer alguna modificación. Al presionar el botón modificar se cambia de color todos aquellos campos que pueden ser modificados, al finalizar la modificación se procede a guardar, el botón guardar restablece la condición de bloqueo al formulario.

The screenshot shows a software window titled "DATOS GENERALES" with a blue header bar. Below the header, there are two rows of input fields. The first row is labeled "Código de Cliente" and contains four small text boxes with the values "HER", "07", "01", and "293-02-65". The second row is labeled "Nombre de Cliente" and contains two larger text boxes with the values "JUAN DIEGO" and "BOLAÑOS".

Below these fields is a dark blue header for a table: "INGRESO DE DATOS GENERALES DE CLIENTE". The table has three columns: "Código de Cliente", "Nombre del cliente", and "Dirección Exacta". The first row of data contains the following values: "HER", "07", "01", "293-02-65", "JUAN DIEGO", "BOLAÑOS", and "300 OESTE DEL CEMENTERIO.". There is a vertical scrollbar on the left side of the table.

At the bottom of the window, there is a horizontal bar containing four buttons: "Salir" (highlighted in red), "Solicitud de Servicio", "Modificar", and "Guardar".

Figura 2.2 Formulario Datos Generales.

### 2.4.8.3. Solicitud de Servicio.

Con este formulario se lleva a cabo una de la principales funciones de la base de datos, la cual es el ingreso de las solicitudes de servicio. Al igual que los anteriores permite la modificación de datos, al presionar el botón agregar, el cursor se posicionará automáticamente en un nuevo registro, desbloqueándose automáticamente el sistema, asimismo, presenta la opción de solo modificar en el caso en que no se desee ingresar un registro nuevo.

Al terminar de ingresar la orden de servicio el formulario permite la posibilidad de imprimir la orden de servicio.

The screenshot shows a software window titled "ORDEN DE SERVICIO" with a sub-header "INGRESO DE SOLICITUD DE SERVICIO". At the top, there are input fields for client information: "HER|07|01|293-02-65" and "JUAN DIEGO|BOLAÑOS". Below this is a table with the following data:

Código de Cliente	#Solicitud	Equipo	Acción	Fecha
HER 07 01 293-02-65	0003	CALENTADOR	CA INSPECCIÓN	22/10/2004
HER 07 01 293-02-65	0005	EQUIPO GENERAL	EG INSPECCIÓN	23/10/2004

Below the table is an "Agregar" button. At the bottom of the window is a control panel with a "Salir" button, navigation arrows, and buttons for "Guardar", "Modificar", and "Imprimir solicitud de servicio".

Figura 2.3 Solicitud de Servicio.

#### 2.4.8.4 Ficha Técnica.

Este formulario es de gran ayuda para obtener información de los equipos a atender, se accede a este formulario por medios del botón ficha técnica en el formulario búsqueda de cliente. Por medio de este formulario se puede modificar la información que se introdujo con anterioridad por medio del formulario cliente nuevo.

Este formulario despliega la información técnica de todos los equipos instalados.

INGRESO DATOS DE FICHA TÉCNICA

INGRESO DE DATOS DE FICHA TECNICA

Código de punto de servicio: HER 07 01 293-02-65 PS    Tipo de contrato: QUINSENALE    QU

Fecha de Instalación: 10/10/2003    Compañía Constructora: OTRA COMPAÑIA    OTRA CIA

Fecha de Entrega: 12/12/2003

BOMBA | BOMBA JET | FILTRO | CLORINADOR | BLOWER | CALENTADOR | ILUMINACION | TRANSFORMADOR | TIMER | SKIMMER | DATOS.GEN.PISCINA | OTRO SISTEMA

Datos técnicos de la bomba

Código del punto de servicio	Equipo	Marca	Modelo	Potencia	Voltaje	Amp	RPM	Otros
HER 07 01 293-02-65 PS BJ	BOMBA JET							
HER 07 01 293-02-65 PS								

Guardar    Modificar

Salir    <<    <    >    >>

Figura 2.4 Ingreso Ficha Técnica.

### 2.4.8.5 Historial de Reparaciones.

Este formulario se llena con la información obtenida del documento “Reporte de Servicios Realizados”.

Al ingresar el número de la solicitud de servicio se despliega la información de la solicitud de servicio correspondiente.

Los campos costo total, tiempo de respuesta y duración del servicio se obtienen automáticamente al ingresar la información del reporte.

Al igual que los anteriores formularios este presenta las opciones de modificar, guardar y agregar.

Número Solicitud	Nombre de Cliente	Acción	Equipo	Técnico	Fecha de Solicitud
0001	JAVIER ANDINO	ANÁLISIS QUÍMICO	BOMBA	SIN ASIGNAR	21/10/2004

Figura 2.5 Historial de Reparaciones.

#### **2.4.8.6 Consultas e Informes.**

Las consultas se despliegan en forma de formulario. Existen la siguientes consultas:

- **Búsqueda de Solicitud de Servicio.**

Se debe digitar el número de la orden de servicio y se despliega la información de la solicitud buscada.

- **Búsqueda de Solicitud de Servicio por fecha.**

Se despliega todas las solicitudes de servicio entre un rango de fechas.

- **Búsqueda de Historial.**

Al igual que en el caso de la solicitud de servicio, se debe digitar el número del reporte de servicios realizados.

- **Búsqueda de Trabajo Solicitado.**

Esta consulta permite conocer la cantidad de acciones que se han llevado a cabo a partir de una fecha dada.

#### **2.4.8.7 Formularios de ingreso de cliente nuevo.**

Estos formularios permiten ingresar la información del cliente nuevo, no tienen el formato de consulta, únicamente de ingreso de datos. Ver apéndice.

#### **2.4.9 Generalidades.**

Debe tomarse en cuenta que una aplicación como la que se ha tratado de describir deberá trabajar en un ambiente multi-usuario y en red (network), proveyendo un acceso relativo a las dependencias que intervienen directa e indirectamente en el proceso, según sean sus necesidades de información. Por lo tanto, una característica indispensable del sistema será el aspecto seguridad, tanto para restringir el acceso de funcionarios a ciertos datos, así como su protección para evitar ser alterados o migrados arbitrariamente hasta otros programas que permitan la copia no autorizada de información. Registros como estos contendrán datos privados y de uso exclusivo de esta compañía, por lo que el trato dado a todo este conjunto debe estar protegido de cualquier práctica que atente contra su integridad y fiabilidad.

El origen de todo lo anterior parte de un leve conocimiento previo de situaciones similares ordenadas y agilizadas gracias a la implementación de programas de cómputo para el manejo de una cantidad muy importante de información, que no por ser mucha y diversa debe ser difícil de acceder en el momento oportuno.

La diferencia entre ser eficiente a no serlo estriba en la oportunidad de conocer a tiempo las necesidades inmediatas de cada uno de los clientes, lo único que generará es un mayor margen de tiempo para resolver adecuadamente los problemas que a éste le estén proporcionando molestias. Este informe queda a revisión, criterio y modificación en todo lo que se considere puede mejorarse o corregirse con la finalidad de obtener un producto que se adecue lo mejor posible a las necesidades existentes y por qué no, todas aquellas futuras.

## Recomendaciones

- Los documentos orden de servicio y reporte de servicios realizados, deben tener el mismo número de identificación, para permitir una búsqueda más ágil de la información.
- Como medida a largo plazo se debe instar a poder llevar un control de inventarios de los equipos utilizados por el departamento de servicios, de esta forma se podrá hacer un análisis de requerimiento mínimo de equipo en bodega y de esta forma no tener que esperar para la realización de un servicio por falta de equipos.
- Se recomienda la actualización de la información del documento ficha técnica constantemente.
- Se recomienda que se asigne a una persona para llevar a cabo el ingreso de información en la base de datos en la etapa de implantación, esto para facilitar y agilizar la implementación del programa.

## Conclusiones

- El diseño de una base de datos permite llevar un control automatizado de los servicios prestados por el departamento.
- La creación de los nuevos documentos permite almacenar la información de una forma ágil y precisa.
- La base de datos permite girar el documento solicitud de servicio de forma automática.
- Con un sistema de consultas se puede acceder de forma sencilla y eficiente a gran cantidad de información que se genera en el departamento.
- Con la utilización de una ficha técnica, se puede tener la información técnica de cada punto de servicio.
- Con un sistema de codificación se evita el problema de la duplicación de información.

# **Capitulo 3**

## **Proyecto de Ingeniería**

### **3.1 Metodología.**

Se recopiló información concerniente a las regulaciones referentes al diseño de los diferentes tipos de instalaciones.

Se hizo un reconocimiento del lugar en que se llevaría a cabo la instalación por lo que se determinó la distancia entre el equipo y la instalación.

Hasta ese momento se venía haciendo uso de las tablas proporcionadas por el fabricante para la determinación de las pérdidas en las tuberías, lo cual resultaba muy general por lo cual, en el presente trabajo, se usó la fórmula de Hazen Williams para el cálculo de las pérdidas en cada uno de los tramos de la instalación hidráulica. Para lo anterior se hizo uso del programa Microsoft Excel para la elaboración de una hoja de cálculo que facilitara todos los cálculos.

Con la información recopilada se procedió a la determinación de los equipos requeridos para el buen funcionamiento de la instalación.

En el caso particular de esta instalación se deseaba contar con un calentador que permitiera una temperatura de 30 grados Celsius en un lapso determinado, por lo anterior se procedió al cálculo del calentador, tomando en cuenta el periodo de calentamiento y los costos energéticos y del equipo.

La ubicación del calentador se encontraba a una distancia de la piscina relativamente mayor de lo usual por lo que, se procedió a calcular el ahorro energético proporcionado por un aislante y el costo del mismo para determinar si presentaba una ventaja o no.

## 3.2 Marco teórico.

### 3.2.1 Sistema de Filtración

El sistema de filtración de una piscina tiene que ver con el movimiento del volumen de agua de la piscina a través de la bomba, el filtro, el calentador y de nuevo hacia la piscina.

Para el diseño apropiado de un sistema de filtración de una piscina o spa, se debe primero calcular la cantidad de agua con la que se va a trabajar. Una vez que se cuenta con el dato del total de  $m^3$  (metros cúbicos), se determina la tasa de cambio\*.

El artículo 12 del Reglamento Manejo de Piscinas establece:

“el equipo de recirculación debe tener capacidad para recircular toda el agua de la piscina en un periodo máximo de 6 horas. El agua de piscinas de renovación continua debe renovarse en un período máximo de 6 horas.

Una vez que se conoce la tasa de filtración se debe calcular el caudal requerido en  $m^3/s$ , para lo cual solo se divide el volumen entre la tasa de cambio.

Un aspecto determinante para la selección del diámetro de la tubería es la velocidad del fluido. La NSPI (National Spa and Pools Institute) recomienda que la velocidad en la tubería de retorno no debe exceder 3 m/s, mientras que la velocidad de succión no debe exceder los 2.4 m/s. Según el Reglamento sobre Manejo de Piscinas, artículo 5 inciso j :

\*La tasa de cambio se refiere a el periodo de tiempo en que el volumen total de agua de la piscina debe de pasar por el filtro, es decir el tiempo que toma filtrar todo el volumen de agua

“...los dispositivos de desagüe deben permitir el vaciamiento total de la piscina con un tiempo máximo de cuatro horas. Deben tener un área tal que la velocidad de paso no sea mayor de 0.6 m/s.”

Un aumento en la velocidad del fluido incrementará las pérdidas debidas a la fricción tal y como se puede observar en la ecuación de Hazen Willians

$$hf = \frac{10.675 * (Q / C)^{1.85} * L}{D^{4.87}}$$

donde

hf = pérdidas debidas a la fricción en m H<sub>2</sub>O.

Q = Caudal en M<sup>3</sup>/s.

C = constante.

D = Diámetro interno de la tubería.

L = longitud de la tubería.

Como se puede deducir de la fórmula, las pérdidas de carga aumentan al crecer el caudal. En realidad la pérdida por rozamiento es proporcional al cuadrado del caudal (o velocidad).

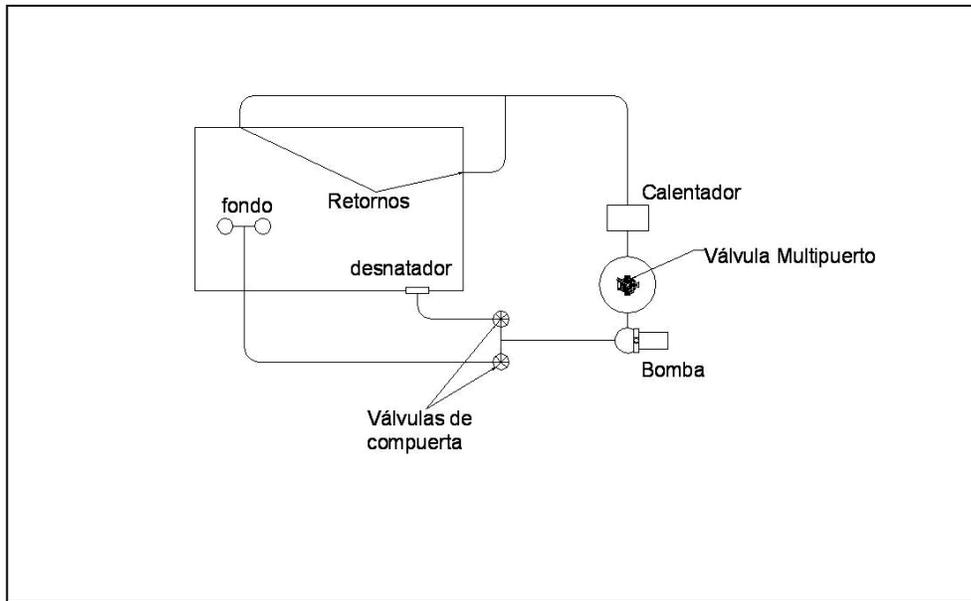


Figura 3.1 (Sistema de Filtración Típico.)

(AUTOCAD)

La resistencia que presenta las pérdidas por fricción en la tubería es sólo una de muchas causas de pérdidas en el sistema, los filtros, los calentadores, válvulas, desnatador y los dispositivos de acoplamiento tales como codos, uniones, etc, proporcionan una resistencia al fluido y se deben agregar a la pérdida ocasionada por la longitud de la tubería.

Uno de los dispositivos que más aportan pérdida es la válvula de Backwash tal y como se observa en la figura A.5 del anexo.

### 3.2.2 Tuberías.

En instalaciones hidráulicas las tuberías son principalmente de PVC, debido a las ventajas que presenta este material tales como:

- Facilidad de empleo.
- Resistencia mecánica.
- Estabilidad química.
- Resistencia a la corrosión.

### **3.2.3 La bomba**

#### **a) Principio de Funcionamiento**

Las bombas centrífugas, antes de su puesta en marcha, precisan que el cuerpo de la bomba y la tubería de succión estén llenas del líquido. Esta acción de llenar de líquido la bomba y la tubería de succión se llama cebado de la bomba. Si la bomba está llena de líquido, el impulsor que está dotado de un rápido movimiento rotativo y en virtud de la fuerza centrífuga el líquido es impelido hacia el tubo de salida, al mismo tiempo por el tubo de aspiración penetra el líquido empujado por la presión atmosférica exterior.

#### **b) Factores para la selección del tipo de bomba**

Los tres factores principales para determinar el tipo de bomba por utilizar son: presión, gasto y las características de los líquidos.

Se conoce como característica de los líquidos:

- Índice de acidez-alcalinidad (pH).
- Condiciones de viscosidad.
- Temperatura.
- Presión de vaporización del líquido a la temperatura de bombeo.
- Densidad.
- Materiales en suspensión, tamaño, naturaleza, etc.
- Condiciones de abrasión.
- Contenido de impurezas.

## **c) Clasificación de las bombas**

### **1. Por el tipo de material usado en su construcción**

De acuerdo con esta clasificación, las bombas se conocen como:

- Bomba de hierro y bronce (estándar).
- Bomba toda de hierro.
- Bomba toda de bronce.
- Bomba de acero con partes internas de hierro o acero inoxidable.
- Bombas de acero inoxidable.

Las bombas centrífugas pueden construirse también de otros materiales y aleaciones como porcelana, vidrio, hules, etc.

Las condiciones de servicio y la naturaleza del líquido manejado determinarán el tipo de material que se usará.

Para bombas de alimentación de agua potable, la construcción normal es la estándar de hierro y bronce.

### **2. Por el tipo de succión**

Las bombas por el tipo de succión se pueden clasificar en:

- Simple succión.
- Doble succión (ambos lados del impulsor).
- Succión negativa (nivel del líquido inferior al de la bomba).
- Succión positiva (nivel del líquido superior al de la bomba).
- Succión a presión (la bomba succiona de un tanque que está a presión).

### 3. Por la dirección del flujo.

De acuerdo con la dirección del flujo, las bombas se dividen en:

- Bombas de flujo radial.
- Bombas de flujo mixto.
- Bombas de flujo axial.

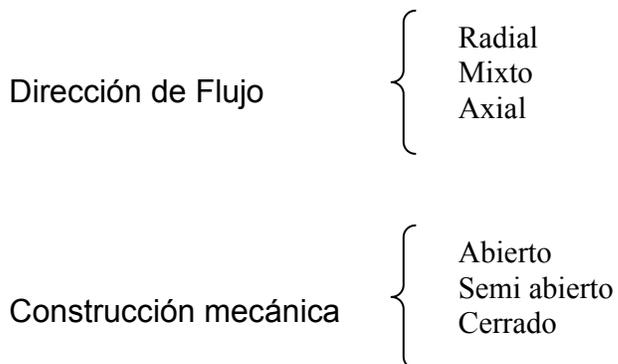
Las bombas de flujo radial tienen impulsores generalmente angostos que desarrollan altas cargas. El flujo es totalmente radial y la presión desarrollada se debe principalmente a la fuerza centrífuga.

En las bombas de tipo mixto, el flujo cambia de axial a radial. Son bombas para gastos altos y bajas presiones.

En las bombas de flujo axial, llamadas de propela, el flujo es completamente axial. Son para gastos altos y bajas presiones.

### 4. Impulsores

El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga. Recibe el líquido y le imparte una velocidad de la cual depende la presión desarrollada por la bomba.



En la industria de piscinas se utilizan dos tipos de bombas: centrífugas y las centrífugas autocebantes, las centrífugas se utilizan cuando la bomba se encuentra a un nivel por debajo del agua ya que no están diseñadas para desplazar aire, mientras que las bombas autocebantes se utilizan cuando la bomba se encuentra por encima del nivel de agua.

#### **d) Conceptos utilizados en bombas**

Presión de succión requerida (N.P.S.H requerida).

Es una característica de la bomba. Se determina por prueba o cálculo, y es la presión mínima que debe tener el líquido en la bomba para que funcione adecuadamente.

La N.P.S.H requerida varía según el diseño, tamaño y condiciones de servicio de la bomba y es suministrada por el fabricante.

En una bomba centrífuga la N.P.S.H requerida es aquella cantidad de energía (en metros columna de líquido) precisada para:

1. Vencer las pérdidas de carga desde la abertura de admisión a los alabes del impulsor.
2. Crear la velocidad necesaria para que el fluido pase a través de los alabes.

Presión de succión disponible ( N.P.S.H disponible)

Es una característica del sistema y se define como la presión que tiene un líquido en la toma de aspiración de la bomba por encima de su presión de vapor.

La N.P.S.H disponible puede ser obtenida tomando lecturas de presión en el lado de aspiración de la bomba, o puede ser calculado según la siguiente fórmula.

$$N.P.S.H = H_o - H_v - H - H_s$$

Donde:

$H_o$  : Presión atmosférica (m  $H_2O$ ).

$H_v$  : Presión de vapor a la altura correspondiente (m  $H_2O$ ).

$h$ : Altura geométrica desde la boca de succión de la bomba hasta el nivel de líquido.

$h_s$ : Pérdida de presión en la tubería de succión. (m  $H_2O$ ).

El N.P.S.H disponible debe siempre ser mayor al N.S.P.H requerido para que la bomba succione y suministre la cantidad de líquido precisado

### Cavitación

Cuando la presión en la tubería de aspiración cae por debajo de la presión de vapor, el líquido se evapora y es arrastrado por la corriente. Estas burbujas de vapor o “cavidades” desaparecen bruscamente cuando alcanzan zonas de presión más altas en su camino a través de la bomba, generando presiones puntuales muy altas que ocasionan ruido excesivo, vibraciones y desgaste excesivo de las diferentes partes de la bomba.

Si la bomba funciona en condiciones de cavitación durante periodos largos de tiempo, especialmente en servicios con agua se produce el picado de los alabes del impulsor. La desaparición violenta de las burbujas de vapor introduce el líquido a alta velocidad en los poros del metal, produciendo ondas de presión de alta intensidad en áreas reducidas. Estas presiones pueden sobrepasar la resistencia a la tracción del metal, y realmente arrancar partículas, dando al metal una apariencia esponjosa. El ruido y la vibración pueden también causar averías en los rodamientos, rotura del eje y otras fallas en la bomba por fatiga de los materiales.

Otro síntoma de cavitación es una disminución en el rendimiento de la bomba, que se evidencia por un descenso de la capacidad. La caída en el rendimiento y en la curva capacidad – altura puede ocurrir antes de que la presión de vapor se alcance.

En general la Cavitación indica un N.P.S.H disponible insuficiente. Pérdidas excesivas en la aspiración, junto con demasiada altura de succión y alta temperatura del fluido, contribuyen a que se presente este fenómeno. Si no existe forma de modificar el sistema puede llegar a ser preciso modificar las condiciones de forma que pueda utilizarse una bomba distinta con un N.P.S.H requerido más bajo.

#### **3.2.4 El Filtro.**

El propósito de un filtro en un sistema de circulación de una piscina o un spa, es el de remover el material insoluble tal como la suciedad, algas, etc. del agua. El filtro limpia el agua por dilución, es decir, mientras el filtro remueve la suciedad, la bomba retorna el agua de nuevo a la piscina, el agua limpia diluye la suciedad restante en la piscina.

Por lo tanto, toma un tiempo de constante diluir la suciedad hasta que el agua este "limpia". El filtro remueve la suciedad (partículas orgánicas), pero no purifica el agua químicamente.

Los Filtros pueden operar en vacío o en el lado de presión del sistema. Los usados principalmente en piscinas y spas son los que funcionan con presión. Los filtros de presión se pueden encontrar en tres tipos: de arena, de tierra de diatomitas y filtros de elementos filtrantes.

El artículo 12 del Reglamento Manejo de Piscinas establece:

El sistema de filtración puede ser de uno o más filtros de los siguientes tres tipos:

- a. Arena Sílica: diseñados para operar con un flujo máximo de 5.7 litros por minuto por cada 0.1 metro cuadrado de área filtrante.

- b. Tierras de Diatomitas: Diseñados para operar con un flujo máximo de 5.7 litros por minuto por cada 0.1 metro cuadrado de área filtrante.
- c. Filtros de elementos filtrantes: Diseñados para operar con un flujo máximo de 1.5 litros por minuto, por cada 0.1 metro cuadrado de área filtrante

El tipo de filtro de uso más común en los Estados Unidos y en la mayoría de los países es el filtro de arena. Si se mantiene el agua con químicos apropiadamente, el medio de arena puede ser usado por un periodo de 10 a 15 años.

### **3.2.5 Principios de transferencia de calor.**

#### **Transferencia de calor por Convección**

Es bien conocido que una placa de metal caliente se enfriará más rápidamente cuando se coloca delante de un ventilador que cuando se expone al aire en calma. Se dice que el calor se ha cedido hacia fuera de la placa y al proceso se le llama transferencia de calor por convección. El término convección proporciona al lector una noción intuitiva de lo referente al proceso de transferencia de calor; sin embargo, ésta noción intuitiva debe ampliarse para permitir que se llegue a un tratamiento analítico adecuado del problema. Por ejemplo, se sabe que a la velocidad a la que el aire pasa sobre la placa influye evidentemente en el flujo de calor transferido. Pero ¿influye en el enfriamiento de forma lineal, es decir, si se duplica la velocidad, se duplicará el flujo de calor? Cabría sospechar que el flujo de calor puede ser diferente si la placa se enfría con agua en vez de con aire, pero de nuevo ¿cuánto sería esa diferencia? Estas cuestiones pueden ser respondidas por el mecanismo físico de la transferencia de calor por convección y se muestra su relación con el proceso de conducción.

Entonces, ¿por qué si el calor fluye por conducción en esta capa se habla de transferencia de calor por convección y se necesita tener en consideración la velocidad del fluido? La respuesta es que el gradiente de temperaturas depende de

la rapidez a la que el fluido se lleva el calor; una velocidad alta produce un gradiente de temperaturas grande, etc. Así pues, el gradiente de temperaturas en la pared depende del campo de velocidades. Sin embargo, se debe recordar que en el mecanismo físico de la transferencia de calor en la pared es un proceso de conducción.

Para expresar el efecto global de la convección, se utiliza la ley de Newton del enfriamiento:

$$q = hA(T_p - T_\infty)$$

Aquí el flujo de calor transferido se relaciona con la diferencia global de temperaturas entre la pared y el fluido, y el  $A$  de la superficie. La magnitud  $h$  se denomina coeficiente de calor por convección, y la ecuación anterior es la ecuación que lo define. Para algunos sistemas puede hacerse un cálculo analítico de  $h$ . En situaciones complejas debe determinarse experimentalmente. Algunas veces, al coeficiente de transferencia de calor se le denomina conductancia de película, a causa de su relación con el proceso de conducción en una capa de fluido delgada y estacionaria en la superficie de la pared. De la ecuación anterior se deduce que las unidades de  $h$  son vatios por metro cuadrado y por grado Celsius, cuando el flujo de calor se expresa en vatios.

En vista de lo anterior, se puede anticipar que la transferencia de calor por convección dependerá de la viscosidad del fluido además de depender de las propiedades térmicas del fluido (conductividad térmica, calor específico, densidad). Esto es así, porque la viscosidad influye en el perfil de velocidades y, por tanto, en el flujo de energía en la región próxima a la pared.

Si una placa caliente se expone al aire ambiente sin que haya ningún dispositivo externo que lo mueva, se originará el movimiento del aire como resultado del gradiente de la densidad del aire en las proximidades de la placa. A este movimiento

se le llama convección natural o libre por oposición a la convección forzada, que tiene lugar en el caso de un ventilador soplando aire sobre la placa. Los fenómenos de ebullición y condensación también se agrupan bajo el epígrafe general de la transferencia de calor por convección.

### **3.3 Muestra de cálculos.**

#### **3.3.1 Cálculo del caudal**

Tal y como se observa en la figura 1 del anexo, el área de las piscinas es de 90.9 m<sup>2</sup> y 85.96 m<sup>2</sup>, es decir un área total de 176.86 m<sup>2</sup>, la profundidad de la piscina es de 1.30 m pero la altura del agua es de 1.20 m, lo cual da un volumen de agua de 212.2 m<sup>3</sup> de agua.

Al tomar como referencia la normativa nacional que establece que la tasa de cambio debe ser de un máximo de 6 horas, el caudal a desplazar por la bomba se obtiene por:

$$Q = \frac{Vt}{T * 3600}$$

Donde

Q = caudal en m<sup>3</sup> /s

Vt = volumen total a desplazar en litros

T = tasa de cambio en horas

De lo anterior obtenemos que el caudal de diseño será

$$Q = \frac{212200}{6 * 3600}$$

$$Q = 0.00982 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **Consideraciones**

Tal y como se observa en la figura 3.1 el sistema de succión de la bomba se compone de dos ramales los cuales son la tubería de fondo y la tubería de los desnatadores. La función de la bomba es la de desplazar el caudal necesario para el proceso de filtrado, en el proceso de filtrado tanto el desnatador como el fondo se encuentran abiertos; pero tal y como se detalló en el marco teórico el 60% del caudal circula a través de la tubería del desnatador por lo que a la hora de calcular el diámetro de la tubería del desnatador se debe tomar en cuenta este aspecto.

Existe un proceso de filtrado llamado el aspirado, el cual consiste en que se debe dejar abierto solo un desnatador y dejar cerrado el fondo, de esta forma todo el caudal pasa por la tubería del desnatador, lo que implica que se debe contar con este aspecto para que no se generen pérdidas excesivas en la tubería del desnatador.

### **3.3.2 Selección del equipo de filtrado.**

al conocer el caudal de la instalación por lo que se debe seleccionar un sistema de filtrado que permita el paso de todo el volumen de agua de la piscina en un periodo de 6 horas, el volumen del sistema es de 212.2 m<sup>3</sup>.

Tal y como se observa en la figura A.5 del anexo el sistema Tandem Triton II 2TR 140 C cubre las necesidades ya que esta diseñado para filtrar 76320 galones (288 m<sup>3</sup>) en 6 horas.

### TANDEM TRITON II TR 140 C FILTER INSTALLATION

FILTERS	FILTERS AREA SQ. FT.	MANIFOLD PIPE DIA.	FILTER RATE		TURNOVER CAPACITY	
			15 GPM/ SQ. FT.	20 GPM/ SQ. FT.	6 HRS.	8 HRS.
2 TR140 C	14.12	4"	212	---	76,320	101,760
		4"	---	282	101,520	135,360
3 TR140 C	21.18	4"	318	---	114,480	152,640
		6"	---	424	152,640	203,520
4 TR140 C	28.24	6"	424	---	152,640	203,520
		6"	---	565	203,040	270,720
5 TR140 C	35.30	6"	530	---	190,800	254,400
		6"	---	706	254,160	338,880
6 TR140 C	42.36	6"	635	---	228,600	304,800
		---	---	---	-----	-----

Figura 3.2 Datos técnicos de filtros TR 140.

#### 3.3.3 Cálculo del diámetro de las tuberías

El diámetro de la tubería se calcula con la formula del caudal.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

V = velocidad del fluido.

A = Área transversal.

Ya que el area transversal del tubo es

$$A = \Pi * \frac{D^2}{4}$$

de donde

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{V * \Pi}}$$

Con la fórmula anterior se calcula el diámetro de la tubería de succión que corresponde al desnatador.

$$D = \sqrt{\frac{4 * .00589}{2 * \Pi}}$$

$$D = 61.3 \text{ mm}$$

Siguiendo el mismo procedimiento se obtiene la información de la tabla 3.1

**Tabla 3.1 Diámetros calculados de las tuberías.**

Tubería		Diámetro (mm)
Succión	Desnatador	61.3
	Fondo	79.1
Descarga		64.6

**Tabla 3.2 SDR de las tuberías a utilizar**

SDR	Presión de Ariete ( Psi )	Presión de trabajo ( Psi)
17	174	250
26	141	160
32.5	126	125
41	114	100

En la selección del SDR adecuado se debe tomar en cuenta el valor de la presión de ariete y el de la presión de trabajo.

Se Debe buscar un SDR tal que, tanto la presión de ariete como la presión de trabajo sean similares, ya que de esta forma aseguramos la seguridad de la instalación.

Tal y como podemos ver en la tabla 3.2 el SDR 26 cumple satisfactoriamente con lo propuesto anteriormente. En el caso en que no se encontrará el diámetro buscado se escogerá un SDR menor.

En la tabla 3.3 se presentan los diámetros escogidos para la instalación.

**Tabla 3.3 Diámetros de tuberías seleccionadas.**

Tubería		Diámetro nominal ( pulg)	Diámetro interno ( mm)	SDR
Succión	Desnatador	2.5	67.45	26
	Fondo	3	82.04	26
Descarga		2.5	67.45	26

### 3.3.4 Cálculos de las pérdidas por tramo

#### Consideraciones

Para el cálculo de las pérdidas se tomará como la ruta crítica el tramo más largo ya que todas las salidas deben tener el mismo caudal y la misma presión.

Se Considera la presión de trabajo como la presión del filtro cuando este se encuentra sucio, ya que esto representa la condición más crítica del sistema, esta presión es de 25 psi ó 17.6 mH<sub>2</sub>O

### 3.3.4.1 Pérdidas en la succión

#### Línea de Fondo.

El Reglamento de Manejo de Piscinas establece en el artículo 5.

“Toda piscina debe contar con uno o más desagües en la parte más profunda; estas salidas se cubrirán con rejillas o parrillas que no pueden ser removidas por los bañistas, con aberturas de no más de 12.7 mm. Los dispositivos de desagüe deben permitir el vaciamiento total de la piscina con un tiempo máximo de cuatro horas. Deben tener un área que permita que la velocidad de paso no sea mayor de 0.6 m/s.”

Se tiene la siguiente lista de accesorios en la línea de succión.

**Tabla 3.4 Longitud equivalente de línea de fondo**

ACCESORIOS	L <sub>unidad</sub> equivalente (m) con diámetro de 3 pulgadas	Cantidad	L <sub>total</sub> (m)
Codo 90	3.9	6	23,4
Codo 45	1.8	2	3,6
Curva	0.9	2	1,8
Tee	2,5	2	5
Válvula	0,9	1	0,9
Longitud de la tubería	1	34	45
Válvula MP	0	0	0
Total			68.7

Se agregará un 2 % a las pérdidas de la succión para tomar en cuenta las pérdidas ocasionadas por las reducciones.

Para el cálculo de la pérdida debido a la fricción se hará uso de la fórmula de Hazen

– Willians

$$hf = \frac{10.675 * (Q / C)^{1.85} * L}{D^{4.87}}$$

$$hf = \frac{10.675 * (0.00982 / 150)^{1.85} * 68.7 * 1.02}{.08204^{4.87}}$$

$$hf = 2.65 \text{ m H}_2\text{O} + (.762 * 2) = 4.17$$

Las boquillas de fondo de 1.5 pulgadas tienen una caída de presión de 0.762 m H<sub>2</sub>O (figura A1 Anexo) ya que son 2 da un total de 1.524 m H<sub>2</sub>O.

El valor obtenido de las pérdidas con un diámetro de tubería de 3 pulgadas representa un 24 % de la presión de trabajo, lo cual es mucho más alto de lo deseado, una forma de solucionar lo anterior es colocando un diámetro de tubería mayor, en este caso se escogerá uno de 4 pulgadas, cuyo diámetro interno es 105.52 mm

Con lo cual se obtiene un valor de hf igual a 2.30 m H<sub>2</sub>O que representa un 13% de la presión de trabajo.

### **Línea del desnatador**

El artículo 13 del Reglamento de Piscinas establece:

“La piscina debe contar con desnatadores; mínimo un desnatador por cada 40 m<sup>2</sup> de superficie de agua para limpiar permanentemente la espuma y materia flotante en la superficie del agua. Estos deben colocarse frente a la dirección predominante del viento y contar con sistemas de retención de materias gruesas como cabellos y hojas.

Si no se usan desnatadores, las piscinas deben contar con un sistema de rebosadero de agua.”

La lista de accesorios en la línea de succión del desnatador se muestra en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5 Longitud equivalente de línea del desnatador**

<b>Accesorios</b>	<b>L<sub>unidad</sub> equivalente (m) con diámetro de 2.5 pulgadas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>L<sub>total</sub> (m)</b>
codo 90°	3,7	7	25,9
codo 45°	1,7	2	3,4
curva de 45°	0,7	4	2,8
tee	2,5	3	7,5
válvula	0,9	1	0,9
Longitud de tuberías	1	44	44
válvula MP	13,7	0	0
<b>Total</b>			<b>84.5</b>

Se agregará un 2 % a las pérdidas de la succión para tomar en cuenta las pérdidas ocasionadas por las reducciones.

### **La pérdida por fricción en la línea del desnatador**

Para el cálculo se toma la distancia más larga y el caudal, el caudal es el 50 % del total.

Para calcular la caída de presión en el desnatador hacemos uso de la figura A1 en el anexo. Como se sabe la pérdida por fricción cambia al cuadrado del cambio en el caudal por lo que podemos determinar la pérdida a 75 GPM usando la relación  
Pérdida nueva = pérdida vieja (caudal nuevo / caudal viejo)<sup>2</sup>

$$hf = \frac{10.675 * (0.00982 / 150)^{1.85} * 98.2 * 1.02}{.06745^{4.87}}$$

$$hf = 2.34 + 1.07 \text{ m H}_2\text{O} = 3.41$$

Al igual que en el caso anterior el resultado es un porcentaje muy alto de pérdidas debido a la fricción, ya que representa un 20 % de la presión de trabajo, por lo tanto se toma un diámetro mayor, en este caso de 3 pulgadas, cuyo diámetro interno es de 82.04 mm, con lo cual obtenemos un hf de 1.97 m H<sub>2</sub>O que representa un 11 % de la presión de trabajo.

### 3.3.4.2 Pérdidas en la descarga

#### Línea de retorno

Para el cálculo de las pérdidas en el retorno se debe tomar como ruta crítica el retorno más lejano, por lo que se puede sacar cuatro tramos. Se toma el diámetro de descarga igual al diámetro de succión.

Se colocaron 5 dispositivos de retorno de acuerdo con el artículo 5 del Reglamento de Piscinas.

“Para permitir una recirculación uniforme del agua, debe haber 2 orificios de retorno por cada 40 m<sup>2</sup> de área de la piscina o por cada 57 m<sup>3</sup> de volumen, a través de los cuales, el agua filtrada regresa a la piscina y deben estar sumergidos entre 30 y 90 centímetros bajo el nivel del agua”

**Tabla 3.6 Accesorios por cada tramo con diámetro de 3 pulgadas**

	AB	BC	CD	DE
codo 90°	2	3	1	0
codo 45°	4	0	0	0
curva de 45°	2	0	0	0
tee	5	5	1	0
válvula	5	0	0	0
Longitud de tuberías	31	3,5	2	1,5
Boquilla de retorno	0	0	0	1

**Tabla 3.7 pérdidas de los tramos de línea de retorno**

Tramo	Longitud	hf
A-B	31	2.49
B-C	3.5	0.29
C-D	2	0,025
D-E	1.5	.305

\* Los retornos de piso no son acumulativos, solo se usa la pérdida ocasionada por uno de ellos para el cálculo.

La pérdida del dispositivo de retorno se obtiene de la figura A.2 del anexo, se considera que el caudal se divide en cada tramo, por lo que el caudal que llega a la boquilla de retorno es de .001228 m<sup>3</sup>/s, que es aproximadamente 20 GPM (galones por minuto) y según la tabla tiene una pérdida de 1 pie de columna de agua (.304 m H<sub>2</sub>O).

Pérdida total en la descarga = 3.11 m H<sub>2</sub>O.

La pérdida total del sistema se obtiene sumando a la pérdida del sistema, la caída debida al equipo de filtración.

**Tabla 3.8 pérdidas total del sistema.**

Pérdidas en el sistema en m H <sub>2</sub> O	
Pérdida en la succión	2.49
Pérdida en la descarga	3.11
Pérdida del calentador	0
Pérdida de válvula multipuerto	0
Pérdida del filtro	5.18
Total	10.78

Debido a que se utilizó un sistema Tandem no hay válvula multipuerto que es la principal generadora de pérdidas. El cálculo de la caída de presión en el filtro se tomó del gráfico curvas de caída de presión para filtros de arena serie Triton (figura A.3 Anexo).

### 3.3.5 Selección de la bomba

#### 3.3.6

La bomba debe ser capaz de desplazar el caudal de agua a través del sistema sin ningún problema, debido a que los cálculos de presión del sistema se hicieron tomando como supuesto el filtro limpio, se debe agregar un porcentaje de seguridad para el caso en que la presión suba debido a la saturación del filtro. Se Toma como caso crítico que el filtro disminuya su área de filtrado a la mitad y se toma un aumento del 50% con el filtro sucio.

Lo anterior representa una caída de 15 m H<sub>2</sub>O, así que se selecciona nuestra bomba del gráfico caída de presión vs caudal de la figura 3.3

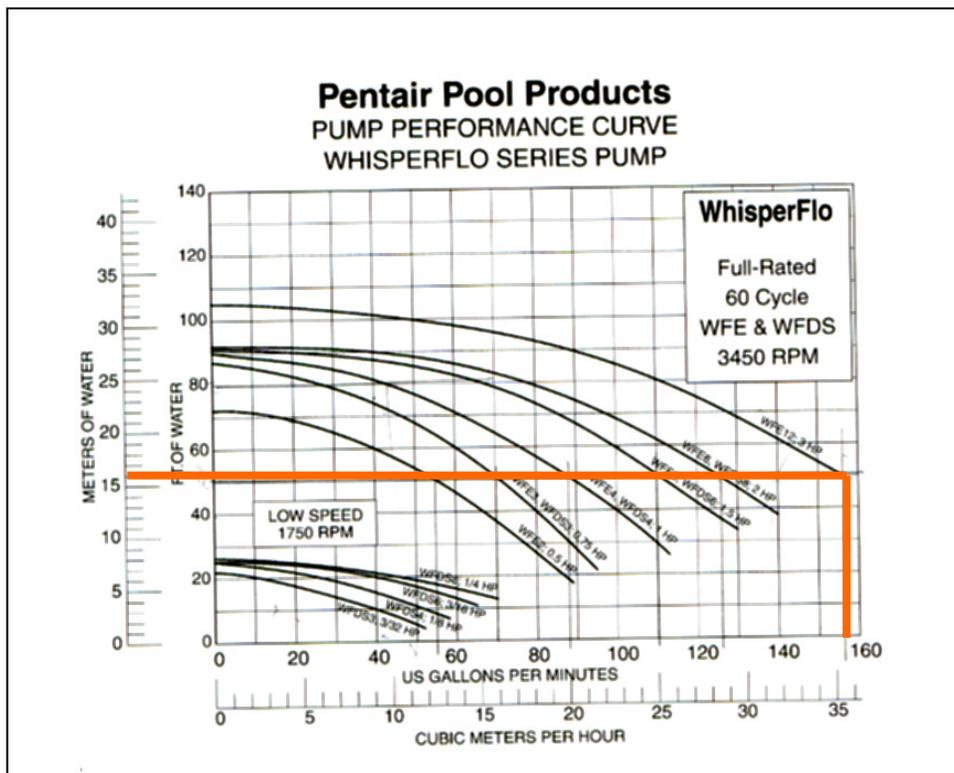


Figura 3.3 Gráfico: Caída de Presión Vs Caudal.

La bomba seleccionada es una bomba WhisperFlo ,3 Hp, 3450 RPM, 60 hz.

No se presentan problemas de cavilación ya que la bomba se encuentra a una altura de 1.35m por debajo del nivel del agua y el diámetro de succión es mayor que el de descarga.

De la misma forma en que se detalló anteriormente, se seleccionan tanto la bomba y el filtro del spa.

Entre los equipos del spa se encuentra la válvula multipuerto, por lo que es de suma importancia tomar en cuenta las pérdidas ocasionadas por este dispositivo.

**Tabla 3.9 Datos de la instalación del spa**

El caudal a desplazar en el spa es de	.5648 l/s
Diámetro de tubería de retorno	50 mm SDR 26 ( D nominal)
Diámetro de tubería de succión fondo	62 mm SDR 26 (D nominal)
Diámetro de tubería de succión desnatador	50 mm SDR 26 (D nominal)

**Tabla 3.10 Lista de equipos seleccionados para el spa**

Filtro TA 60 Pentair Pool Products
Bomba Whisperflow 1 hp, Pentair Pool Products
2 boquillas de retorno
1 desnatador de 1 1/2 pulgadas.

### **3.3.6 Selección del Calentador**

Se determinará la pérdida de calor que se da a través de la tubería enterrada, así como en la superficie del agua y de las paredes.

En la transferencia de calor de las paredes solo se tomará en cuenta el calor que se pierde a través de la estructura de concreto.

La temperatura de la pared externa de la tubería se tomará como constante, a una temperatura de 20° C, ya que es esta la temperatura del terreno a una profundidad de 40 cm bajo la tierra.

La instalación se encuentra ubicada en la región del pacífico central a una altura de 150 m sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 25°C

El volumen de agua del spa es de 6.12 m<sup>3</sup>, la temperatura en que se quiere mantener el spa es de 35 ° C (95°F), se tomará la temperatura ambiente como 25 ° C (77°F), la densidad del agua es de 1000 Kg / m<sup>3</sup>, la tasa de cambio se toma de 3 horas.

El volumen de agua de la piscina es de 212 m<sup>3</sup>, la temperatura en que se quiere mantener es de 30 ° C (86°F), se tomará la temperatura ambiente como 25 ° C (77°F), la densidad del agua es de 995.26 Kg / m<sup>3</sup>, la tasa de cambio se toma de 8 horas.

### **3.3.6.1 Muestra de Cálculo**

La masa se obtiene de la fórmula de la densidad

$$\rho = m/v$$

$$m = 1000 \text{ Kg/m}^3 * 6.12 \text{ m}^3 = 6124 \text{ kg} \approx 13\,504 \text{ lb}$$

El calor total requerido para elevar la temperatura 18 ° F es igual a:

$$Q \text{ (en BTU)} = m \text{ (lb.)} * \text{diferencial de temperatura en } ^\circ \text{ F}$$

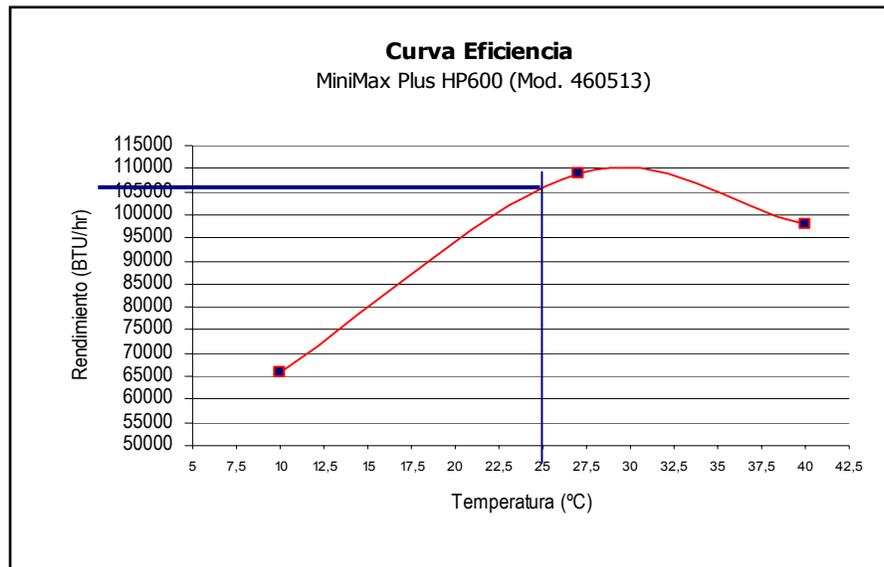
$$Q = 13504 \text{ lb} * 18 ^\circ \text{ F} = 243067 \text{ BTU}$$

Capacidad mínima del calentador

Q / tiempo de calentamiento

$$= (242916 \text{ BTU} / 3 \text{ h}) * 1.3$$

$$= 105263 \text{ BTU/H}$$



**Figura 3.4 Curva de eficiencia calentador Mínimas Plus HP 600 Excel**

Se selecciona el calentador Heat Pump Mínimas Plus HP 600 modelo 460513 ya que como se puede observar del gráfico a la temperatura de 25 ° C permite tener una capacidad de calentamiento de 107 000 BTU/ H. se agrega un 30 % de pérdidas debidas a la convección natural en la superficie de la piscina así como a la pérdida en la tubería.

Ahora se debe conocer el costo de calentar el spa.

El compresor del sistema tiene una corriente nominal de 28 A y funciona a 240 V por lo que se puede saber que consume 6.72 kW, de esta forma sabemos que en tres horas consumirá 20.16 KWh

De la tabla 3.12 se observa que el precio del kWh para tarifas residenciales después de los primeros 100 KWH es de 40.75 colones.

**Tabla 3.11 Tarifa T-2 General Comercios y locales donde se suministran servicios profesionales.**

	Enero 2004
Para consumos menores o iguales que 3 000 KWh Por cada KWh	¢ 40,75
Para consumos entre 3 001 y 20 000 KWh (T-22) Cargo por demanda (potencia) Primeros 8 KW o menos Por cada KW adicional a	¢ 33 840 ¢ 3 921
Cargo por energía Primeros 3 000 KWh o menos Por cada KWh adicional	¢ 69 840 ¢ 23,28

De lo anterior obtenemos que el costo de calentar el spa es de

$$\text{Costo} = 20.16 \text{ Kwh} * 40.75 \text{ Colones} / \text{KWH}$$

$$= 821.52 \text{ colones.}$$

En el caso de que se desee calentar la piscina, se requiere de 6 unidades de calentadores Mínimax Plus HP 1000 modelo 460515 con una capacidad nominal de 136000 BTUs, tomando en cuenta un tiempo de calentamiento de 8 horas ( el calentador entra a funcionar en el proceso de filtrado).

Este calentador además del compresor cuenta con un ventilador, con corrientes nominales de 34.5A y 2.6A respectivamente con voltaje de 240 V.

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{(3.45 * 240 + 2.6 * 240) * 8h}{1000} = 71.23 \text{ KWh}$$

1000

71.23 KW/h \* 40.71 colones / KWh = 2899.77 colones por unidad de calentamiento.

En total con las seis unidades cuesta 17398 colones calentar la piscina en 8 horas.

**Tabla 3.12 costo de calentar instalación en colones**

Instalación	Volumen (m <sup>3</sup> )	Temperatura deseada (°C)	Tiempo de calentamiento	Calentador	Costo de calentar (colones)
Spa	6.12	35	3	HP 600	821.52
piscina	212	30	8	HP 1000	17 398

### **3.3.7 Determinación de pérdidas de calor**

#### **3.3.7.1 Cálculo de pérdidas de calor en la tubería**

Para el cálculo de las pérdidas a través del ducto, se supone que la temperatura de pared de la tubería es constante, a una temperatura de 20 ° C. la tubería esta enterrada en una capa de grava de 30cm.

Debido a que el fluido esta en movimiento se debe calcular el coeficiente de transferencia de calor interno.

Como es la piscina la que requiere un costo mayor en el calentamiento, además la que tiene una superficie mayor, se determinará las pérdidas de calor en esta instalación.

El agua viaja a una velocidad de 3 m/s en la tubería de retorno, cuando ya a alcanzado la temperatura deseada se encuentra a 30°C, la tubería PVC empleada es de 3 pulgadas SDR 26 con diámetro interno medio 82.04mm y espesor mínimo de 3.43 mm

**Cálculo del coeficiente interno de transferencia de calor hi:**

$$Re = \frac{V * D}{\nu}$$

Propiedades del agua a 30 ° C

$$K = 0.619$$

$$\rho = 99.26$$

$$\mu = 8.03 \text{ E- } 4$$

$$\nu = 8.03 * \text{ E- } 4 / 994$$

$$Pr = 4.85$$

$$V = 3 \text{ m/s}$$

$$D = 82.04 \text{ mm}$$

$$Re = \frac{3 * .08204}{.727 \text{ E} - 6}$$

Re = 304981.41; por lo que es un flujo turbulento

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} * Pr^{0.3}$$

$$Nu = 0.023 (338541)^{0.8} * (4.85)^{0.3} = 931.33$$

$$Nu = \frac{hc * Di}{K}$$

$$hc = \frac{Nu * K}{Di}$$

$$hc = 7027.01 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

$$\frac{Q}{L} = \frac{(T_2 - T_1)}{\frac{1}{h_i * \pi d} + \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right)}{2\pi * k_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi * k_2}}$$

Donde

R0= radio interno de la tubería.

R1= radio externo de la tubería.

R2= radio externo de la capa de grava.

K1= conductividad de la tubería

K2= conductividad del la grava.

$$\frac{Q}{L} = \frac{(T_2 - T_1)}{\frac{1}{h_i * \pi * r} + \frac{\ln\left(\frac{0.04445}{0.04102}\right)}{2\pi * 0.09} + \frac{\ln\left(\frac{0.34445}{0.04445}\right)}{2\pi * 1.83}}$$

$$Q/L = 31.24 \text{ W/m}$$

Este resultado se multiplica por el número de metros que recorre el agua (34 m) y se obtiene los watts perdidos en la tubería.

Calor perdido en la tubería = 1062 Watts

Lo cual en un periodo de 8 horas representa un total de 8.5 kWh, lo que representa un costo monetario de 346.28 colones.

Si se coloca un aislante tal como la fibra de vidrio que tiene una conductividad térmica (K) de 0.041 W/m°C y un espesor de 100 mm se tiene:

$$\frac{Q}{L} = \frac{(30 - 20)}{\frac{1}{h_i * \pi * d} + \frac{\ln\left(\frac{0.04445}{0.04102}\right)}{2\pi * 0.09} + \frac{\ln\left(\frac{1.4445}{0.0445}\right)}{2\pi * 0.041} + \frac{\ln\left(\frac{4.4445}{1.4445}\right)}{2\pi * 1.83}}$$

$$Q/L = 6.23 \text{ W/m}$$

$$Q = 211.84$$

$$\text{KWh} = 1.69$$

$$\text{Costo} = 69 \text{ colones.}$$

La pérdida de calor se reduce en un 80% con el uso de aislantes en la tubería. Se cotizaron varios aislantes y se obtuvo que el costo de colocarlo es de 300 000 colones aproximadamente, por lo que la determinación de si es rentable o no depende de la distancia entre el calentador y la instalación, así como las veces que se calienta la piscina y el tiempo que se mantendrá caliente el agua.

### 3.3.7.2 Pérdidas en la superficie

Para la determinación de las pérdidas en la superficie se considera una temperatura ambiente promedio de 27° Celsius (dato obtenido del Instituto Meteorológico Nacional), y una velocidad del viento de 20 Km/h.

Se considera la superficie de la piscina como una placa caliente con la cara hacia arriba, ya que se toma el caso de la transferencia de calor de la superficie al medio ambiente cuando el agua se encuentra en estado estable a la temperatura deseada y no en el proceso de calentamiento.

Se conocen las propiedades del aire a 27 ° C:

$$K = 0,02624$$

$$\nu = 1,568E-05$$

$$Pr = 0,708$$

$$V = 20 \text{ km/h} = 5.5555 \text{ m/s}$$

Se debe conocer el número de Reynolds:

$$Re = \frac{V * Lc}{\nu}$$

Donde:

$$Lc = \text{Área} / \text{Perímetro}$$

$$\text{Área de la Piscina} = 176.86 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro de la Piscina} = 111 \text{ m}$$

$$Lc = 1.59$$

$$Re = 564531,3681$$

Por lo que es un flujo turbulento y se tiene que:

$$Nu = C * Re^n * Pr^{(1/3)}$$

Donde ya que el número de reynolds es mayor a 40 000 se tiene que C =0.0266 y n= 0.805

$$Nu = 0.0266 * 564531^{0.805n} * 0.708^{(1/3)}$$

$$Nu = 1011$$

$$Hc = 16.65$$

$$Q = 8839 \text{ W}$$

Consumo de energía es de 70.71 KWh con un costo de 40.75 colones el KWh da un total de 2 881 colones.

### 3.3.7.3 Pérdidas en las paredes

Se calculará el calor que se pierde a través del espesor de la pared de concreto.

Para los cálculos se usó de la conductividad térmica del “cemento Pórtland” ya que es el más usado a nivel nacional en área de construcción. Las paredes son construidas con bloques de concreto de un espesor de 15 cm.

Se debe tener el cuidado de no tomar el área superficial en este cálculo, sino que se debe tomar el área transversal por donde pasa el flujo de calor, es decir, el área de las paredes de la piscina.

Tal y como lo hicimos anteriormente se toma como la temperatura del suelo a 20 °C.

El valor del calor cedido por unidad de área es:

$$\frac{Q}{A} = \frac{K(T_2 - T_1)}{X}$$

Donde

K = conductividad térmica del concreto Pórtland

X = espesor de la pared

$$\frac{Q}{A} = \frac{0.29(30 - 20)}{0.15}$$

$$Q/A = 19.33 \text{ W/m}^2$$

$$A = 133 \text{ m}^2$$

$$Q = Q/A * A = 2.575W$$

$$Q * 8 \text{ horas} = 20 \text{ KWh}$$

El costo de la pérdida de calor en colones es de 815 colones en ocho horas.

**Tabla 3.13 costo de las pérdidas en colones**

<b>Ubicación</b>	<b>Pérdida de calor ( KWh)</b>	<b>Costo (colones)</b>
Tubería	8.5	346.28
Superficie	70.71	2881
Paredes	20	815
Total	99.21	4042.28

## Recomendaciones

- Se recomienda el uso de la tubería SDR 26 en las instalaciones hidráulicas.
- Se recomienda el uso de aislantes en las tuberías en los casos en que la tubería esta expuesta al aire libre.
- Se recomienda el uso de cobertores en las piscinas para disminuir la pérdida de calor en la superficie de ésta.
- Se recomienda el uso de tuberías con SDR 17 sólo en las situaciones en que las tuberías se puedan ver expuestas a golpes o esfuerzos mecánicos.
- Se recomienda el uso de controles arranque pare para equipo eléctrico.
- Se recomienda que la ubicación de la casa de máquinas deba estar lo más cerca posible de la instalación para disminuir las pérdidas de calor.

## Conclusiones

- El uso de aislantes en la tubería disminuye considerablemente las pérdidas de calor.
- La bomba debe asegurar el paso del caudal total del agua en un periodo de seis horas.
- El uso de Tubería SDR 17 plantea un gran sobre diseño ya que esta diseñada para soportar presiones de 250 psi y el sistema de bombeo de una piscina trabaja con una presión máxima de 40 psi.
- La mayor pérdida de calor en una piscina se da en la superficie.
- El uso de Tubería SDR 26 representa un gran ahorro en los costos de la obra ya que tiene un precio 60% menor al de la Tubería SDR 17.

## **Bibliografía**

Holman, J. P. 1998. Transferencia de Calor. Editorial Mc-Graw Hill. Octava Edición España.

Kern, Donald Q. 1987. Proceso de Transferencia de Calor. Editorial Continental, S.A. Vigésima Impresión. México.

Reglamento de Manejo de Piscinas. 1997. Decreto N°26671-S. El Presidente de la República y el Ministerio de Salud.

## **Catálogos**

Pentair Pool Products TM. Product Catalog. 2003.

Durman Esquivel. Durman Esquivel en la Construcción y el Desarrollo. Catalogo de Productos.

## **Folletos**

Rojas, J. Bombas Centrífugas y Desplazamiento Positivo. Escuela de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Rojas, J. Curvas Características de Bombas. Escuela de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica..

## **Anexos**

## LOSS CHART COMPONENTS

COMPONENT	GPM	HEAD LOSS (FT)
Main Drain	20	.5
1 1/2" Outlet	30	1.0
	40	1.5
	50	2.0
	60	2.5
	80	4.0
Main Drain	40	1.0
2" Outlet	50	1.5
	60	2.0
	70	3.0
	80	4.0
	80	6.0
Skimmer	20	1.0
1 1/2" Outlet	30	2.0
	40	3.0
	50	4.0
	60	5.5
	80	6.0
Skimmer	20	.5
2" Outlet	30	1.0
	40	2.0
	50	3.0
	60	4.0
	70	5.0
	80	6.0
	80	6.0

Figura A.1 Pérdidas en el desnatador y en el dispositivo de fondo

Directional flow fittings (*eyeball fittings*) also add to friction losses.

FRICTION LOSS - RETURN FITTING						
GPM	1/2"		3/4"		1"	
	VEL. FPS	LOSS IN FEET	VEL. FPS	LOSS IN FEET	VEL. FPS	LOSS IN FEET
5	8.2	1.0'	3.6	.2'		
10	16.3	4.2'	7.3	.8'		
15	24.5	9.3'	10.9	1.9'	6.1	.8'
20			14.5	3.3'	8.2	1.0'
25			18.2	5.1'	10.2	1.6'
30			21.8	7.4'	12.3	2.3'
35					14.3	3.2'
40					16.3	4.2'
50					20.4	6.5'

Figura A.2 Pérdidas de Fricción en el dispositivo de retorno.

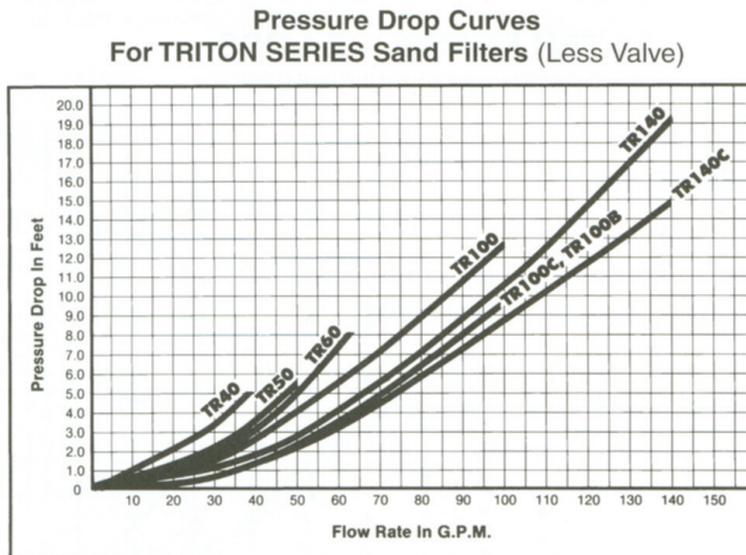


Figura A.3 Pérdidas de Fricción en el dispositivo de retorno.

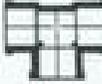
	Dámetro nominal	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"
Codo 90°		1.1	1.2	1.5	2.0	3.2	3.4	3.7	3.9	4.3	5.4	6.5
T		0.7	0.8	0.9	1.5	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.8	5.0
Codo 45°		0.4	0.5	0.7	1.0	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	2.6	3.5
Codo 90°		0.4	0.5	0.6	0.7	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.8
Codo 90°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
Válvula abierta	Tipo línea	2.5	2.7	3.8	4.9	6.8	7.1	8.2	9.3	10.4	13.9	17.6
	Tipo pasadizo	3.6	4.1	5.8	7.4	9.1	10.8	12.5	14.2	16.0	21.4	27.2
Válvula cerrada		11.1	11.4	15.0	22.0	35.8	37.9	38.0	40.0	42.3	56.7	72.1
Válvula compartido		0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.2	1.4
Grilla		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empunholado normal		0.3	0.4	0.5	0.6	1.0	1.5	1.6	2.0	2.2	2.8	3.5
Empunholado especial		0.9	1.0	1.2	1.8	2.3	2.8	3.3	3.7	4.0	5.6	7.4

Figura A.4 Longitud equivalente de distintos accesorios.

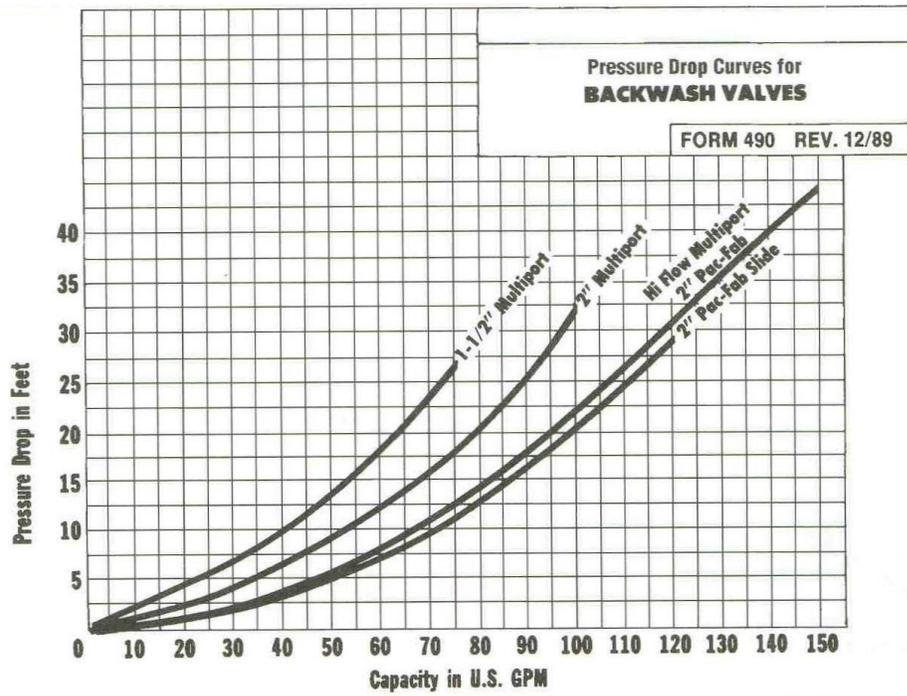


Figura A.5 Curvas de Caída de presión en válvulas multipuerto

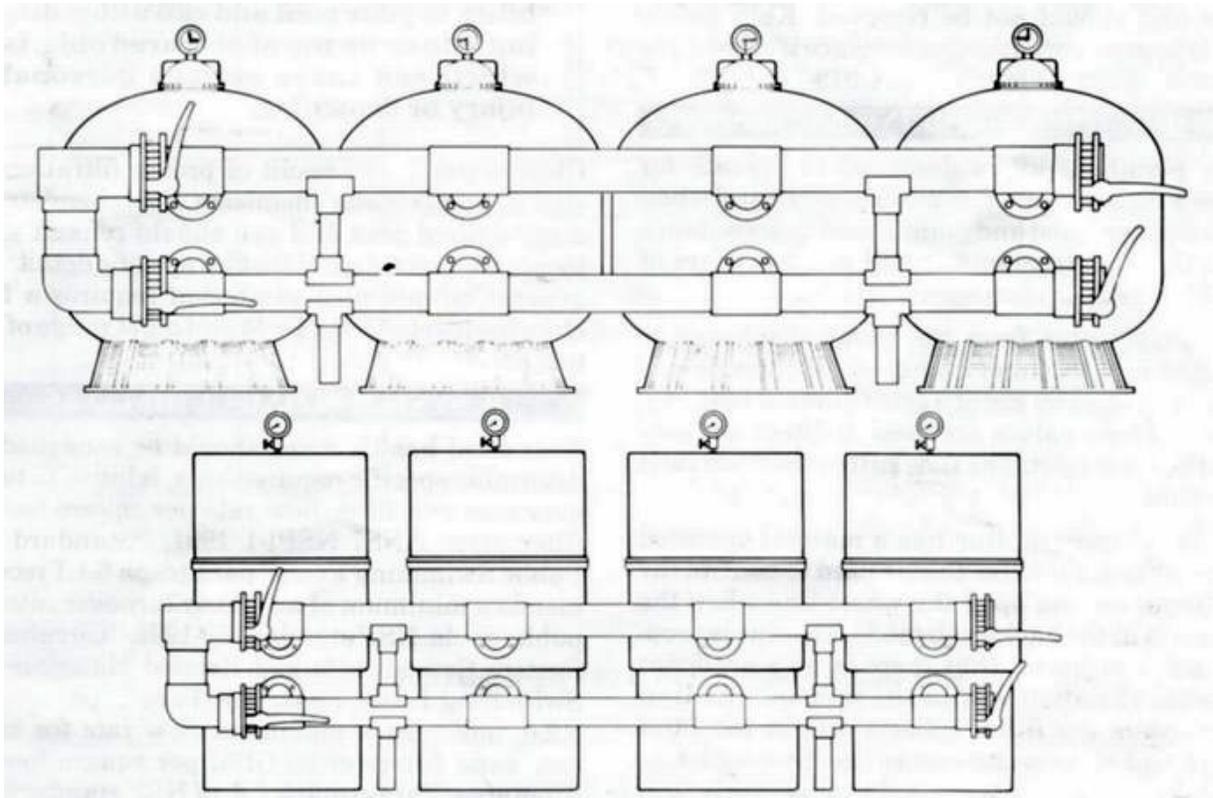


Figura A.6 Diagrama de instalación de un sistema de filtrado Tandem

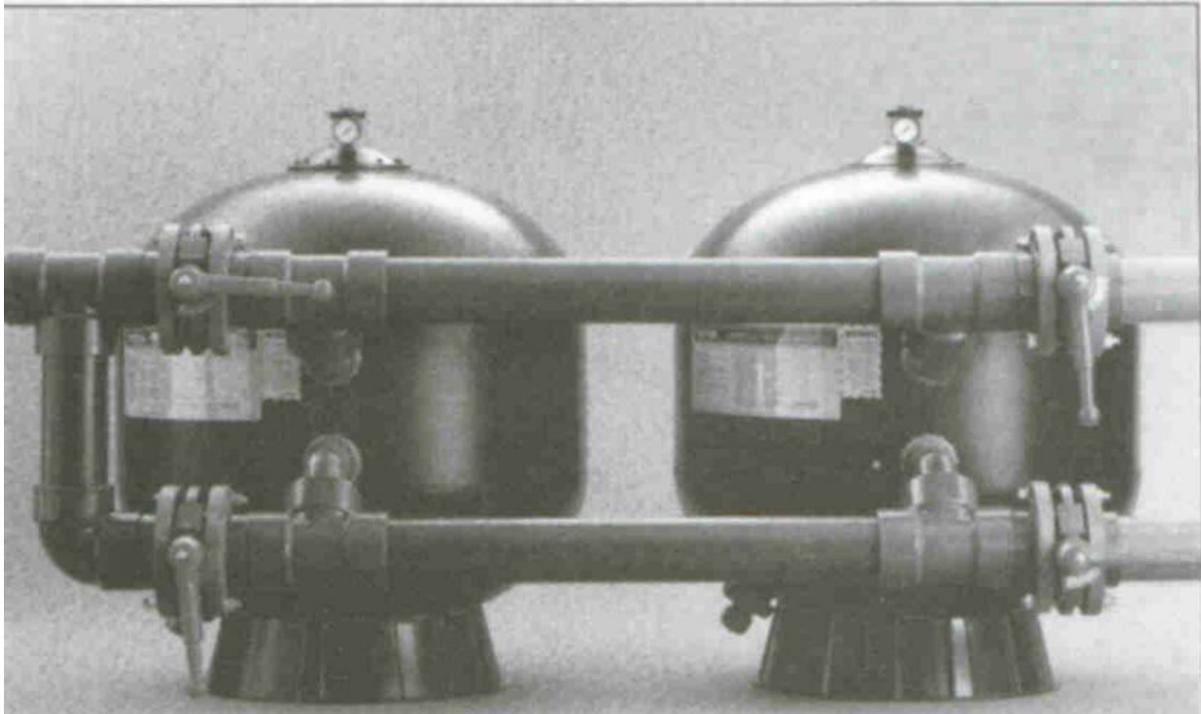


Figura A.7 Sistema de filtrado TR 140 Tandem

°F	°C	$c_p$ , kJ/kg·°C	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$\mu$ , kg/m·s	$k$ , W/m·°C	Pr	$\frac{g\beta\rho^2c_p}{\mu k}$ , 1/m <sup>3</sup> ·°C
32	0	4,225	999,8	$1,79 \times 10^{-3}$	0,566	13,25	
40	4,44	4,208	999,8	1,55	0,575	11,35	$1,91 \times 10^9$
50	10	4,195	999,2	1,31	0,585	9,40	$6,34 \times 10^9$
60	15,56	4,186	998,6	1,12	0,595	7,88	$1,08 \times 10^{10}$
70	21,11	4,179	997,4	$9,8 \times 10^{-4}$	0,604	6,78	$1,46 \times 10^{10}$
80	26,67	4,179	995,8	8,6	0,614	5,85	$1,91 \times 10^{10}$
90	32,22	4,174	994,9	7,65	0,623	5,12	$2,48 \times 10^{10}$
100	37,78	4,174	993,0	6,82	0,630	4,53	$3,3 \times 10^{10}$
110	43,33	4,174	990,6	6,16	0,637	4,04	$4,19 \times 10^{10}$
120	48,89	4,174	988,8	5,62	0,644	3,64	$4,89 \times 10^{10}$
130	54,44	4,179	985,7	5,13	0,649	3,30	$5,66 \times 10^{10}$
140	60	4,179	983,3	4,71	0,654	3,01	$6,48 \times 10^{10}$
150	65,55	4,183	980,3	4,3	0,659	2,73	$7,62 \times 10^{10}$
160	71,11	4,186	977,3	4,01	0,665	2,53	$8,84 \times 10^{10}$
170	76,67	4,191	973,7	3,72	0,668	2,33	$9,85 \times 10^{10}$
180	82,22	4,195	970,2	3,47	0,673	2,16	$1,09 \times 10^{11}$
190	87,78	4,199	966,7	3,27	0,675	2,03	
200	93,33	4,204	963,2	3,06	0,678	1,90	
220	104,4	4,216	955,1	2,67	0,684	1,65	
240	115,6	4,229	946,7	2,44	0,685	1,51	
260	126,7	4,250	937,2	2,19	0,685	1,36	
280	137,8	4,271	928,1	1,98	0,685	1,24	
300	148,9	4,296	918,0	1,86	0,684	1,17	
350	176,7	4,371	890,4	1,57	0,677	1,02	
400	204,4	4,467	859,4	1,36	0,665	1,00	
450	232,2	4,585	825,7	1,20	0,646	0,85	
500	260	4,731	785,2	1,07	0,616	0,83	
550	287,7	5,024	735,5	$9,51 \times 10^{-5}$			
600	315,6	5,703	678,7	8,68			

Adaptado al SI de A. I. Brown y S. M. Marco: *Introduction to Heat Transfer*, 3.<sup>a</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1958.





**ACUARIUM**  
PISCINAS & SPAS

Equipo de Atención al Cliente  
**EQUIPOS Y ACCESORIOS RECREATIVOS S.A.**  
Tel: 285-6542 • Fax: 288-8750 • Apdo. 510-1250, S.S.6020  
Cédula Jurídica: 5-161-050349-30



## SOLICITUD DE REPARACION

Nº 000135

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nombre del cliente: \_\_\_\_\_

Dirección del proyecto: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Descripción del desperfecto: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Teléfono casa: \_\_\_\_\_ celular: \_\_\_\_\_ Oficina: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Encargado: \_\_\_\_\_ Tel. Proyecto: \_\_\_\_\_

Factura a nombre de: \_\_\_\_\_

Cobrar en: \_\_\_\_\_

La (piscina, spa o equipo) lo construyó o instaló **Acuarium**      Sí  No

Tarifa mínima: \_\_\_\_\_ Esta tarifa no incluye repuestos y no está sujeta a que se pueda realizar la reparación. Las reparaciones son exclusivamente de **contado**.



**ACQUARTUM**

PEÑAS & SPA



EQUIPOS Y ACCESORIOS RECREATIVOS S.A.  
Tel: 558-9540 • Fax: 558-9750 • Apdo. 710-930, Cancun.  
Código Jurídico: 3-11-103946-0

Fecha: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

Cliente: \_\_\_\_\_

Hora entrada: \_\_\_\_\_ Hora salida: \_\_\_\_\_

Director: \_\_\_\_\_

### REPORTE DE SERVICIOS REALIZADOS

#### ANALISIS DE AGUA

	BAJO	NOF- MAL	ALTO
PH			
CLORO			
ALCALINIDAD			
ESTABILIZADOR			
DUREZA			
SAL			

#### SERVICIOS DE LIMPIEZA

<input type="checkbox"/>	BACKWASH
<input type="checkbox"/>	CANASTA BOMBA
<input type="checkbox"/>	ASPIRADO
<input type="checkbox"/>	CANASTA SKIMMER
<input type="checkbox"/>	DESNATADO CON PASCOM
<input type="checkbox"/>	CEPILLADO

#### INSPECCION DEL EQUIPO

	EXCELENTE	BUENO PASA MAL
CALENTADOR		
BOMBA		
FILTRO		
POCOS		
TRANSFORMADOR		
CLORINADOR		

#### AJUSTES QUIMICOS

FURACLOXANTAS	_____
PH-10	_____
SAL	_____
ESTABILIZADOR	_____
ALGAPUR PLUS	_____
PH-5	_____
BICARBONATO DE SODIO	_____

#### MATERIALES ENTREGADOS


OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Nº 18701 A**

RECIBIDO POR: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR: \_\_\_\_\_

**ORDEN DE SERVICIO**

**INGRESO DE ORDEN DE SERVICIO**

Número de Solicitud: 0003

Provincia: HEREDIA 22/10/2004

Cantón: BELÉN

Distrito: SAN ANTONIO

Nombre de cliente: JUAN DIEGO BOLAÑOS

Código de punto de servicio: HER 07 01 293-02-65

Acción: INSPECCIÓN

Equipo: CALENTADOR

Parte 1

Parte 2

Parte 3

**PARTES**

Técnico: RODOLFO MENA

Observaciones:

Imprimir solicitud de servicio

Salir Modificar Guardar Agregar

Registro: 1 de 9

**INGRESO DATOS GENERALES DEL CLIENTE**

### INGRESE INFORMACION DEL NUEVO CLIENTE

Provincia	HEREDIA	Teléfono	293-02-65
Cantón	BELÉN	Fax	293-02-65
Distrito	SAN ANTONIO	Email	jbolanos@acurium.com
Código de punto de servicio	HER 07 01 293-02-65	Celular	378-10-11
Nombre de Cliente	JUAN DIEGO	Teléfono de oficina	289-65-42
Apellido del cliente	BOLAÑOS	Apartado postal	52-4005
Dirección exacta	300 OESTE DEL CEMENTERIO.	Encargado	x
		Nombre de facturación	*
Dirección de cobro	HABITACION	Observaciones generales	hscjkcnbuifjnlwjncjwlnjhlwjelcjn

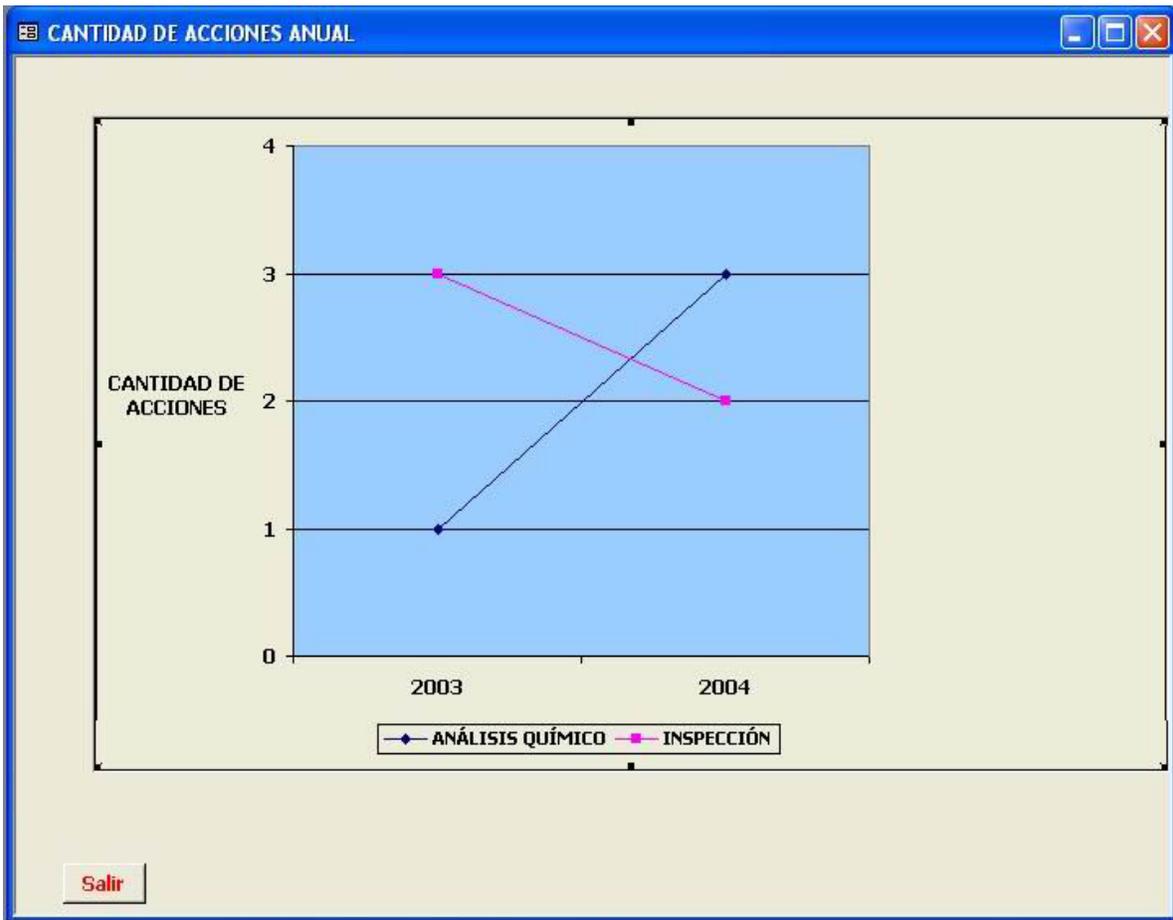
**INGRESO DATOS DE FICHA TÉCNICA**

### INGRESE DE DATOS DE FICHA TÉCNICA

Provincia	HEREDIA	Fecha de Instalación	10/10/2003
Cantón	BELÉN	Fecha de Entrega	12/12/2003
Distrito	SAN ANTONIO	Tipo de contrato	QUINSENAL QU
Nombre de cliente	JUAN DIEGO BOLAÑOS	Compañía Constructora	OTRA COMPAÑIA OTRA CIA
Instalación	PISCINA & SPA		
Código de punto de servicio	HER 07 01 293-02-65 PS		

BOMBA | BOMBA JET | FILTRO | CLORINADOR | BLOWER | CALENTADOR | ILUMINACION | TRANSFORMADOR | TIMER | SKIMMER | DATOS GEN.PISCINA | OTRO SI:

Datos técnicos de la bomba									
Código del punto de servicio	Equipo	Marca	Modelo	Potencia	Voltaje	Amp	RPM	Otros	
HER 07 01 293-02-65 PS	BJ	BOMBA JET							
HER 07 01 293-02-65 PS									



**BUSQUEDA DE TRABAJO SOLICITADO**

Trabajo Solicitado:  A partir de:

Fecha	Número de Solicitud	Trabajo Solicitado	Equipo	Parte	Acciones
10/2003	0006	INSPECCIÓN	FILTRO	----	1
10/2003	0008	INSPECCIÓN	EQUIPO GENERAL	----	1
10/2003	0009	INSPECCIÓN	CALENTADOR	----	1
10/2004	0003	INSPECCIÓN	CALENTADOR	----	1

**BUSQUEDA DE SOLICITUD POR FECHA**

**INGRESE EL RANGO DE FECHAS**

Fecha:  Fecha:

Fecha	# de solicitud	Nombre del Cliente	Dirección Exacta	Teléfono
23/10/2003	0006	JUAN DIEGO BOLAÑOS	300 OESTE DEL CEMENTERIO.	293-02-65
23/10/2003	0007	JUAN DIEGO BOLAÑOS	300 OESTE DEL CEMENTERIO.	293-02-65

**BUSQUEDA DE SOLICITUD DE SERVICIO**

Digite Número Solicitud de Servicio

0003

# de solicitud	Nombre del Cliente	Dirección Exacta	Teléfono	Celular	Observaciones	D
0003	JUAN DIEGO BOLAÑOS	300 OESTE DEL CEMENTERIO.	293-02-65	378-10-11		INSI

Salir

**BUSQUEDA de HISTORIAL**

Busqueda de Historial de Servicios Realizados

Digite Número de Orden Servicio 0001

Número de solicitud	CostoTotal	Tiempo de Respuesta	Fecha de Atención	Hora de Inicio	Hora de finalización
0001	Q33.000,00	-365	22/10/2003	09:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.

Salir