

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

PRÁCTICA SUPERVISADA

TEMA:

**EJECUCIÓN DE CAÑERÍA PERIMETRAL Y
ANÁLISIS TÉCNICO Y ECÓNOMICO
NATATORIO DEL CLUB CULTURAL Y
DEPORTIVO LA FRANCIA**

AÑO: 2016

TÍTULAR CÁTEDRA: ING. ALEJANDRO BARUZZI

PROFESOR TUTOR PRÁCTICA: ING. JUAN ALIPPI

ALUMNO: CARLOS LUIS CARRERAS

ÍNDICE

1 – INTRODUCCIÓN (pág. 4)

2 - RELEVAMIENTO ANÁLISIS TÉCNICO DEL NATATORIO (pág. 5)

2.1 - Ubicación y descripción del poblado (pág. 5)

2.2 - Tipo de construcción y terminaciones (pág. 7)

2.3 - Dimensiones y capacidad (pág. 8)

2.4 - Instalaciones (pág. 9)

2.5 - Provisión de agua (pág. 12)

2.6 - Filtro, bombas y cañerías (pág. 14)

3 - SOLUCIONES EJECUTADAS (pág. 19)

3.1 - Etapa 1 (pág. 19)

3.1.1 - Prolongación cañería de toma de fondo (pág. 19)

3.1.1.1 - Descripción de los trabajos (pág. 19)

3.1.1.2 - Cálculo de velocidad, pérdidas y cavitación en la cañería de toma de fondo. (pág. 22)

3.1.1.2.1 - Pérdidas en el filtro (pág. 22)

3.1.1.2.2 - Cálculo pérdidas en cañerías de fondo y retorno con EPANET (pág. 23)

3.1.1.2.3 - Cálculo cavitación toma fondo (pág. 28)

3.1.2 - Ejecución cañería limpiafondos (pág. 30)

3.1.2.1 - Descripción de los trabajos (pág. 30)

3.1.2.2 - Cálculo de pérdidas y cavitación en la cañería de limpiafondos con EPANET (pág. 31)

3.1.2.2.1 - Cálculo pérdidas en cañerías de limpiafondos y retorno con EPANET (pág. 31)

3.1.2.2.2 - Cálculo cavitación limpiafondos (pág. 36)

3.1.3 - Reinstalación del sistema de bombeo (pág. 38)

3.1.4 - Reacondicionamiento del tablero eléctrico de comandos (pág. 40)

3.1.5 - Sellado de fisuras sobre la pared en la zona de menor profundidad (pág. 41)

3.2 - Etapa 2 (pág. 42)

3.2.1 – Ejecución retornos de la piscina (pág. 42)

3.2.1.1 - Descripción de los trabajos (pág. 42)

3.2.1.2 - Cálculo de las cañerías (pág. 42)

4 - ANÁLISIS ECONÓMICO – COSTO DE OPERACIÓN ANUAL (pág. 44)

4.1 - Químicos (pág. 44)

4.1.1 - Cloro – Cálculo costo cloro (pág. 44)

4.1.2 - Alguicida – Cálculo costo alguicida (pág. 45)

4.1.3 - Floculante- Cálculo costo floculante (pág. 46)

4.1.4 - Ácido clorhídrico – Cálculo costo ácido clorhídrico (pág. 48)

4.2 - Bombeo –Costo anual (pág. 49)

4.3 - Amortización de equipos, construcción e instalaciones – Costo anual (pág. 50)

4.4 - Personal – Costo anual (pág. 50)

4.5 - Cambio material filtrante – Costo anual (pág. 51)

4.6 - Planilla resumen (pág. 52)

4.7 - Soluciones sugeridas (pág. 53)

4.7.1 - Ejecución de otro pozo (pág. 53)

4.7.2 - Relleno de la piscina (pág. 53)

4.7.3 - Reducción de dimensiones de la piscina (pág. 54)

4.7.4 – Utilización de dosificadores (pág. 56)

4.7.5 - Instalación de cerramiento y calefacción de la piscina (pág. 56)

5 - RESUMEN (pág. 57)

6 – ANEXO (pág. 59)

6.1 - Tratamiento químico del agua de la piscina - Parámetros (pág. 59)

6.1.1 - pH (pág. 59)

6.1.1.1- Valores indicativos (pág. 59)

6.1.1.2 – Corrección del pH (pág. 59)

6.1.2 – Equilibrio del agua – Índice de Langelier (pág. 60)

6.1.2.1 – Ejemplo de cálculo (pág. 60)

6.1.3 – Cloro (pág. 61)

6.1.3.1 – Diferentes formas del cloro en el agua (pág. 61)

6.1.3.2 – Gráfica del % de cloro en función del pH (pág. 62)

6.1.3.3 – Dosificación del cloro (pág. 64)

6.1.4 - Bromo (pág. 64)

6.1.3.2 – Gráfica del % de bromo en función del pH (pág. 64)

6.1.5 – Relación Redox – pH - Cloro (pág. 65)

6.2 - Tratamiento físico del agua de la piscina (pág. 66)

6.2.1 – Filtración (pág. 66)

6.2.1.1 – Factores que influyen en la filtración (pág. 66)

6.3 – Estándares del agua para natatorios (pág. 69)

6.3.1 - Ordenanza Municipal N°11566 – Municipalidad de Córdoba (pág. 69)

6.3.2 – OMS - Guías para ambientes de aguas recreativas seguros (Traducción Cap. N°5)

(pág. 75)

6.3.3- Extracto Apunte Ingeniería Sanitaria (pág. 79)

6.4 - Tabla Q – H Bombas Adas (pág. 81)

6.5 – Gráfico de la FINA para piletas olímpicas (pág. 82)

6.6 – Análisis agua pozo existente (pág. 84)

7 – BIBLIOGRAFÍA (pág. 85)

Natatorio del Club Cultural y Deportivo la Francia

1 - INTRODUCCIÓN

Entendiendo el objetivo de la práctica supervisada como un acercamiento a la actividad profesional del ingeniero civil y teniendo en cuenta el rol social que cumple, se confecciona el siguiente informe sobre las tareas realizadas en el natatorio del Club Cultural y Deportivo de la localidad de La Francia.

En el siguiente trabajo analizaremos técnica y económicamente la piscina que tiene condiciones especiales tales como: grandes dimensiones, instalaciones deterioradas, provisión de agua de baja calidad que derivan en malas condiciones sanitarias del natatorio. El análisis económico permitirá un eficiente uso de los escasos recursos disponibles y tendrá como objetivo disminuir los costos de operación de la pileta.

También se describirán las obras que se ejecutaron para optimizar el sistema de tratamiento físico y el relevamiento de parámetros químicos del agua, de modo de implementar soluciones tendientes a la mejora de la calidad del agua para garantizar la seguridad de los bañistas.

Cabe aclarar también que las obras descriptas responden a la actividad técnica y comercial que desarrollo habitualmente desde el año 2005 en mi condición de monotributista y proveedor de servicios a empresas como: Hidrofil, Piscinas Milanesio, Vulcano, etc.

2 – RELEVAMIENTO DEL NATATORIO

2.1 - Ubicación y descripción del Poblado

El natatorio se encuentra sito en el Club Deportivo y Cultural La Francia sobre la ruta nacional N° 19 en la localidad cordobesa de La Francia, ubicada a 160Km de Córdoba Capital en el departamento San Justo.

Esta localidad tiene una población de 3847 habitantes según el censo provincial del año 2008. A esta cantidad hay que sumar una población rural de aproximadamente 600 hab.



La actividad principal del poblado es predominantemente agrícola y ganadera, sumada a empresas y comercios que brindan servicios a los sectores anteriormente nombrados. Posee un hospital regional por lo tanto existe gran cantidad de personas que dependen del Estado Municipal y la mayoría del presupuesto se destina a sueldos.

El Club Deportivo y Cultural La Francia nació en el año 1962 de la fusión de varias instituciones que representaban al poblado. Actualmente cuenta con una superficie de 4,5 ha repartidas en espacio verde, zona de asadores, comedor, canchas para las distintas actividades, vestuarios y baños.

En el Club pueden practicarse varios deportes como básquet, vóley, tenis, fútbol, etc, y cuenta con un domo para prácticas a cubierto.

Particularmente la piscina es de grandes dimensiones y, por lo tanto, ofrece la posibilidad de realizar distintas disciplinas relacionadas al nado.

El natatorio comenzó a construirse en el año 1971 y se habilitó al público en enero de 1973. La obra fue adjudicada a Roberto Giuppone, un constructor local, y los fondos se obtuvieron de la nación y de la provincia. Estos préstamos fueron canalizados por la Municipalidad hacia esta institución en vez de crearse un polideportivo municipal.



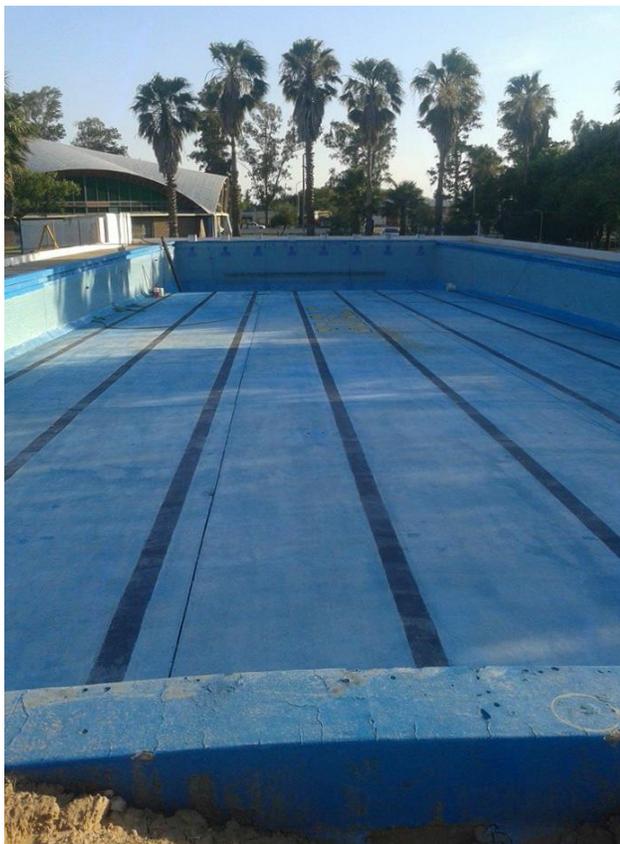
En general las personas que utilizan el natatorio son los más jóvenes con edades entre los 5 y 17 años que van acompañados de alguno de sus padres. Las actividades principales en la pileta son: natación libre y academia de natación con la escuela de verano.

El objetivo del club, como su nombre lo indica, es principalmente la difusión y realización de actividades culturales y deportivas. Este se financia exclusivamente con aporte de los socios y eventos recaudatorios.

2.2 - Tipo de construcción y terminaciones

La piscina tiene una antigüedad de 43 años aproximadamente y esta construida totalmente en hormigón armado con paredes de espesor creciente a medida que aumenta la profundidad desde 20cm hasta 50 cm en las zonas cercanas a los bocas de succión de fondo. El revestimiento de terminación del piso es pintura de base acrílica celeste y están pintadas las líneas de guía de los andariveles con acrílico negro. Posee una canaleta rompeolas o rebosadero que cumple las funciones de reducir el oleaje en competencias y permitir la limpieza de la superficie del agua, el agua de desborde es canalizada a través de tuberías a un canal de desagote. Las paredes están revestidas con cerámicos esmaltados de color celeste de dimensiones 5 x 5cm.

A pesar de la buena calidad constructiva, la piscina, presenta fisuras en juntas constructivas verticales por donde pierde agua, lo que sumado a la evaporación y limpieza de fondo, lleva a un rellenado periódico con agua de pozo. Esto desequilibra el balance químico del agua, especialmente por la elevación del pH que llega en ocasiones hasta 12. También pierde por la junta horizontal en el cambio de pendiente.



2.3 - Dimensiones y capacidad

El natatorio es de forma rectangular y tiene 50 mts de largo por 16 mts de ancho con profundidades que van desde los 1.00m en la zona baja a 3.40 en zona de mayor profundidad. Esto totaliza un volumen de agua de 1450m³. Tiene una pendiente moderada de 2.5cm por metro y luego una caída pronunciada con pendiente 50cm por metro que culmina en las rejillas de fondo.

Cabe aclarar que este natatorio no cumple con las medidas reglamentarias de la FINA para piletas olímpicas, ya que la profundidad mínima es de 1.35, pero constituye una instalación apropiada para la práctica y entrenamiento en disciplinas olímpicas como: nado sincronizado, saltos ornamentales, waterpolo y natación.

Una observación importante es que los adultos no pueden realizar la maniobra de giro de natación en la zona mas baja por lo tanto sería conveniente colocar las rampas de salida en esta área.



2.4 - Instalaciones

La pileta consta de rampas para competencias de natación en una de sus cabeceras, pero carece de trampolín o rampas para saltos ornamentales a pesar de que la profundidad permite este tipo de actividades.

Posee 4 escaleras extraíbles, de tubos de hierro pintado curvado con 4 escalones también tubulares, las mismas están ubicadas en los extremos y en parte central sobre la pared longitudinal y, en el centro de la pared transversal sobre la zona baja, una escalera metálica pintada de 1.5m de ancho.

Vereda perimetral de 3m de ancho en los laterales y 5m de ancho en las cabeceras. Esta ejecutada con losetas de hormigón de 50 x 50cm con conformación superficial de modo que es de tipo antideslizante pero no es atérmica.

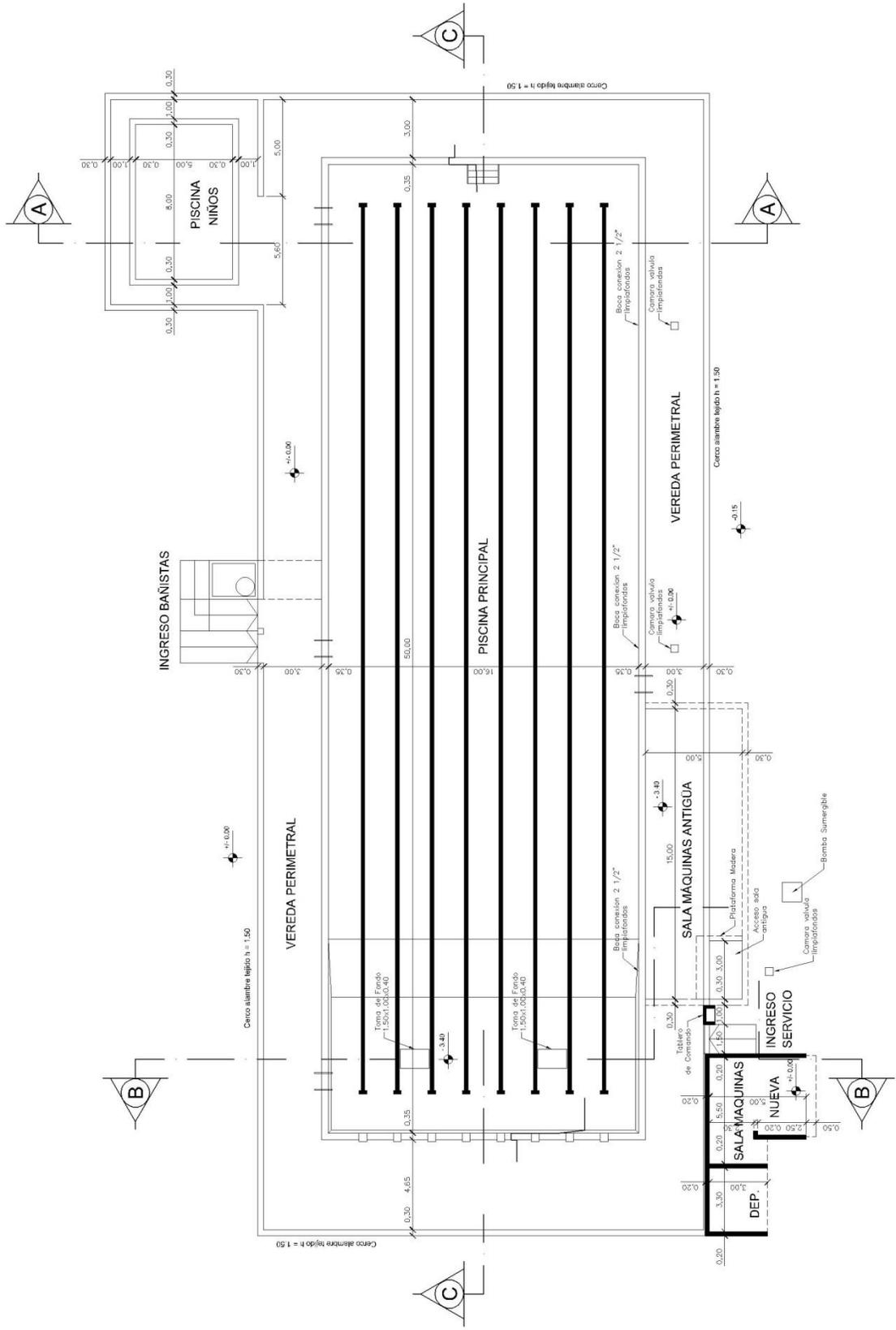
En todo su rededor posee una reja de protección y control de 1.50m de altura para impedir el ingreso de los bañistas sin ducharse o sin revisión medica y, garantizar la seguridad cuando la pileta está cerrada. En los lugares de acceso cuenta con rampas para discapacitados pero no posee rampa para ingreso al natatorio propiamente dicho.

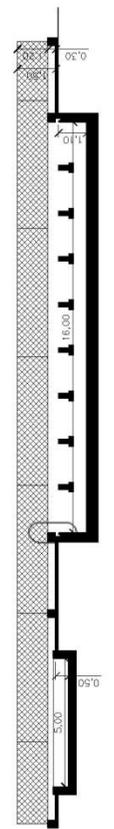
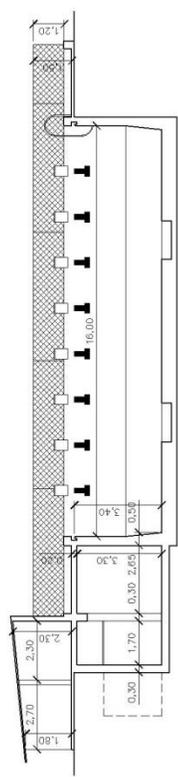
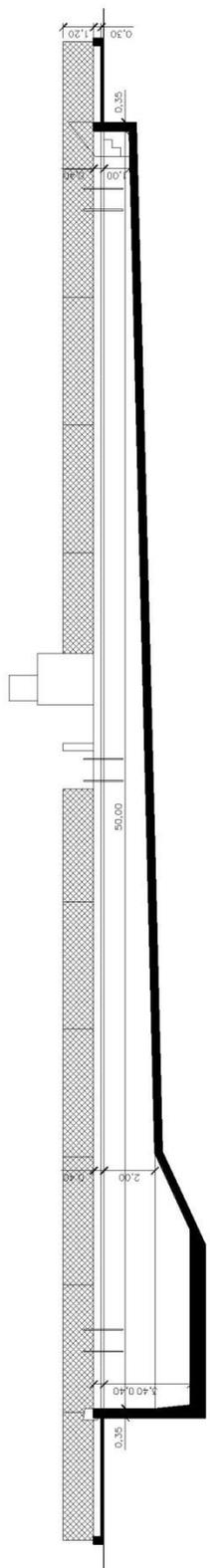


También pueden encontrarse 3 asientos elevados para los bañeros y se encuentran pintadas y señalizadas las diferentes profundidades sobre la pared del natatorio.

Otras instalaciones complementarias son: baños, vestidores y consultorio médico y existe una pileta de para niños de dimensiones 5 x 8m y 0.50m que actualmente no se encuentra en uso.

No posee sistema de calefacción ni cerramiento para utilizarla en épocas de bajas temperaturas ni iluminación para su utilización nocturna.





2.5 - Provisión de agua

El agua necesaria para el llenado de la piscina es extraída de acuíferos a 20mts de profundidad, con una bomba de sumergible de 3hp trifásica que eroga 300lts/min. La cañería de impulsión, que permite el llenado, es de 1 1/2" de hierro galvanizado y termina con una prolongación desmontable de cañería plástica de la misma medida. Debido a la poca profundidad de la perforación la calidad del agua de la misma no es buena y requiere mayor cantidad de tratamiento físico y el agregado de grandes cantidades de productos químicos tales como ácido muriático e hipoclorito de sodio.

Teniendo en cuenta el caudal de la bomba sumergible y la capacidad de la pileta se deduce que la pileta se llena en aproximadamente en tres días.



Análisis químico del agua.

A continuación se transcribe el análisis de agua del pozo realizado en CEQUIMAP

Ensayos	Técnicas	Resultados	Unidad medida	Límites
Alcalinidad total (*)	SMEWW – APHA 2320 B	1440	mg/l	<600
Cloruro (*)	ASTM D 512 Test method B	190	mg/l	<900
DQO	SMEWW – APHA 5220-D	56	mg/l	---
Dureza (*)	ASTM D 1126-86	20.7	mg/l	---
Oxígeno consumido (*)	OSN-METODO B IX	ND, LD:3	mg/l	---
pH (*)	SMEWW-APHA 4500 H+ pH	8.4	UpH	4-9
Sodio (*)	SMEWW-APHA 3500 – Na. B	908.3	mg/l	---

Observación: Calcio: 0.9 mg/L. Magnesio 3.0 mg/L

(*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del O.A.A.



De este análisis podemos deducir lo siguiente:

El alto contenido de sodio genera la necesidad de mayores cantidades de cloro para realizar el tratamiento químico del agua.

A pesar de lo que se creía, el agua no posee altos contenidos de calcio, por lo tanto no es una opción el uso de descalcificadores para mejorar la calidad del agua de pozo.

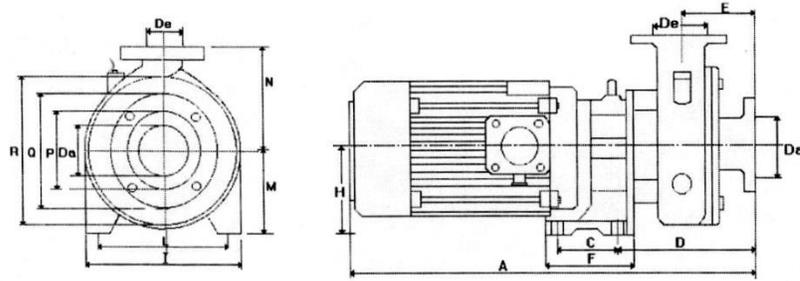
La materia orgánica no es considerablemente alta por lo tanto no influye en la cantidad de desinfectantes.

El pH es alto, teniendo en cuenta que el óptimo se encuentra entre 7 a 7.4. Esto genera la necesidad de tratamiento con ácido muriático para balancearlo.



2.6 - Filtro, bombas y cañerías

El sistema de tratamiento físico del agua de la piscina consta de un filtro rápido de arena de 4 metros de largo y 1m de diámetro marca Culzoni el cual es asistido por una bomba de 7.5HP trifásica de 1450 r.p.m. marca Adas modelo MEC AC 80/65. También cuenta con una bomba en espera de las mismas características. Esta bomba hace pasar por el lecho filtrante aproximadamente entre 1200 y 600 lts/min a una presión de entre 1 y 1.5 Kg/cm².



	Ø INTERIOR BRIDA	P	Q	R	Ø AGUJEROS	Nº AGUJEROS
MECA-AB	40	90	110	150	14	4
	50	90	110	150	14	4
MECAC	65	125	145	190	18	4
	80	140	160	190	18	4
MECAD	100	140	160	200	18	4
	80	120	145	190	18	4
	100	140	160	200	18	4

MEC AC 1450 RPM														
TIPO	CV	Da	De	A	C	D	E	F	H	I	L	M	N	PESO
MECAC 80/65	3	3	2 ½	640	110	275	150	180	160	200	150	160	200	82
MECAC 80/65	4	3	2 ½	640	110	275	150	180	160	200	150	160	200	84
MECAC 80/65	5.5	3	2 ½	635	110	275	150	180	160	200	150	160	200	94
MECAC 80/65	7.5	3	2 ½	665	110	275	150	180	160	200	150	160	200	100

Previo a las bombas existía una trampa de pelos de 14" de diámetro que estaba completamente deteriorada especialmente en el asiento de la junta, por donde ingresaba aire al sistema y disminuía el rendimiento del sistema.

Las bombas estaban comandadas eléctricamente con sendas y llaves termomagnéticas que protegen de sobrecalentamientos la instalación pero no poseían protección contra falta de fases ni contra contactos ocasionales de personas. Podemos decir que el tablero tampoco cumplía con la condiciones de seguridad, ya que no poseía la señalización correspondiente ni una cerradura segura para evitar que los bañistas tuvieran contacto con el mismo.

El filtro original de la piscina medía 8 metros de largo por 2.5mts de ancho y se abastecía con dos bombas de 10HP. Originalmente este filtro y las bombas se ubicaban en una sala de máquinas subterránea a nivel de la zona más profunda de la piscina. Pero el ascenso del nivel freático y las fisuras en la piscina llenaban de agua la sala y causaron la imposibilidad de uso de esta instalación, la corrosión y cambio del filtro, y el retiro de las bombas que se ubicaron en una plataforma de estructura metálica y base de madera, construida para tal fin. Es de notar la diferencia de dimensiones entre el filtro original y el que se colocó a posteriori.



La piscina poseía 2 bocas para conexión de limpiafondos de 2" y cañería de 75mm que perdió la hermeticidad por lo que al ejecutar la limpieza, ingresa aire en el circuito de tuberías, lo que produce el despurgado de la bomba y el efecto de cavitación que disminuye considerablemente la eficiencia del proceso. Otra de las desventajas de las bocas de succión del barrefondos es que se encuentran muy distantes por lo tanto la manguera de limpiafondos debe ser mas larga causando mucha mayor pérdida por fricción, problemas en la manipulación de la misma y aumenta el costo en el caso de reposición. Estas bocas no poseían llave de corte individual por los tanto se debía colocar un tapón roscado en una de las bocas.

Posee también dos tomas de fondo de 1mts por 1.5mts por 0.40m con rejas pintadas de cada una las cuales sale una tubería de 6" hasta la casilla.



Los retornos, de 63mm de diámetro, están distribuidos en ambos laterales de la piscina y se prolongaron hacia abajo (mayor profundidad) con PVC cloacal mal adherido por lo que se desarmaban cuando los bañistas generaban oleaje y además presentaban signos de resecamiento.

Revisión del filtro

Como mencionamos anteriormente el filtro es Marca Culzoni de tipo horizontal cilíndrico con unas dimensiones de 4mts de largo por 1mts de diámetro. Está construido en acero inoxidable tratado interiormente para evitar la corrosión. Posee 4 llaves tipo mariposa de 4" de diámetro de acero inoxidable, cuya operación permite realizar las funciones básicas del filtro rápido de arena: filtrado, desagote, lavado, enjuague y recirculación del agua sin atravesar el manto filtrante.



En su parte superior posee una boca de acceso circular de 50 cm de diámetro para realizar el cambio de carga filtrante y/o eventuales inspecciones de los colectores internos. La tapa del acceso se asegura con bulones de acero inoxidable y una junta de goma y posee conexión para un manómetro, que en este caso se encuentra sumamente deteriorado por lo que no se puede efectuar lecturas del mismo y, una válvula de retención que hace las veces de una válvula de aire.

Actualmente la carga o material filtrante que se comercializa no posee los controles de granulometría necesarios para garantizar las leyes de filtros y optimizar la carrera del mismo. En general se utilizan dos graduaciones, una fina denominada manto filtrante, y otra gruesa. Esta última impide el paso del material fino a través de los colectores del filtro y se denomina manto sostén.



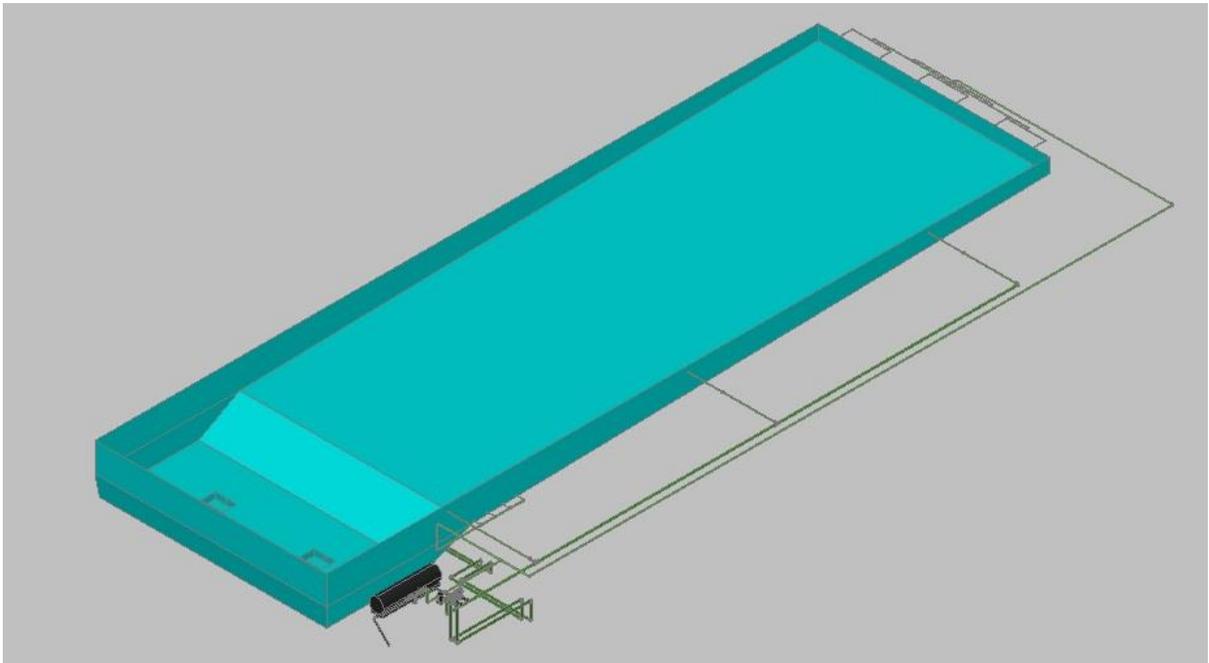
La superficie de filtrado del equipo actual es de 4m^2 , y teniendo en cuenta una velocidad de filtrado aconsejada máxima de $50\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, se necesitan alrededor de 7hs para filtrar el volumen de agua de la piscina. Las recomendaciones para los estándares de Argentina fijan que el total del agua de la piscina debe pasar al menos una vez al día por el filtro. Por otra parte las recomendaciones de la OMS indican que para este tipo de piscinas el tiempo de retorno (turn over) no debería exceder las 4hs y por lo tanto para cumplir con esto debería instalarse un filtro en paralelo con las mismas dimensiones que el existente.

También debemos considerar el régimen de trabajo óptimo de la bomba de 72m³/h a 1 kg/cm² y la capacidad total del filtro de 50m³/m² * h x 4m² = 200 m³/h, esto nos indica que aun encendiendo ambas bombas no se llega a la máxima capacidad de filtrado por lo tanto se está desaprovechando la instalación y se recomienda cambiar las bombas por otras de mayor caudal.



3 – SOLUCIONES EJECUTADAS

Los trabajos se realizaron a través de la Empresa Juan Manuel López y Francisco Daniel Lerussi S.H. franquiciantes de Hidrofil. Actuando el que suscribe como proveedor de servicios para la misma en mi calidad de monotributista. Se realizó el proyecto y la provisión de materiales por parte de Hidrofil y la ejecución fue realizada enteramente por el que suscribe y equipo de trabajo.



3.1 - Etapa 1

En esta etapa el equipo de trabajo estuvo conformado por tres personas y la duración de los trabajos fue de 14 días aproximadamente.

3.1.1 - Prolongación de la Cañería de Toma de Fondo

3.1.1.1 - Descripción de los trabajos

Se retiraron las bombas de la plataforma en la antigua sala de bombas bajo nivel y el cliente ejecutó una ampliación de la casilla, donde se encontraba el filtro, para alojarlas.

Se desmontó la cañería existente de 110mm que llegaba hasta la plataforma de madera y se retiraron las llaves exclusas de 6" de bronce pertenecientes al sistema de bombeo inicial. Estás

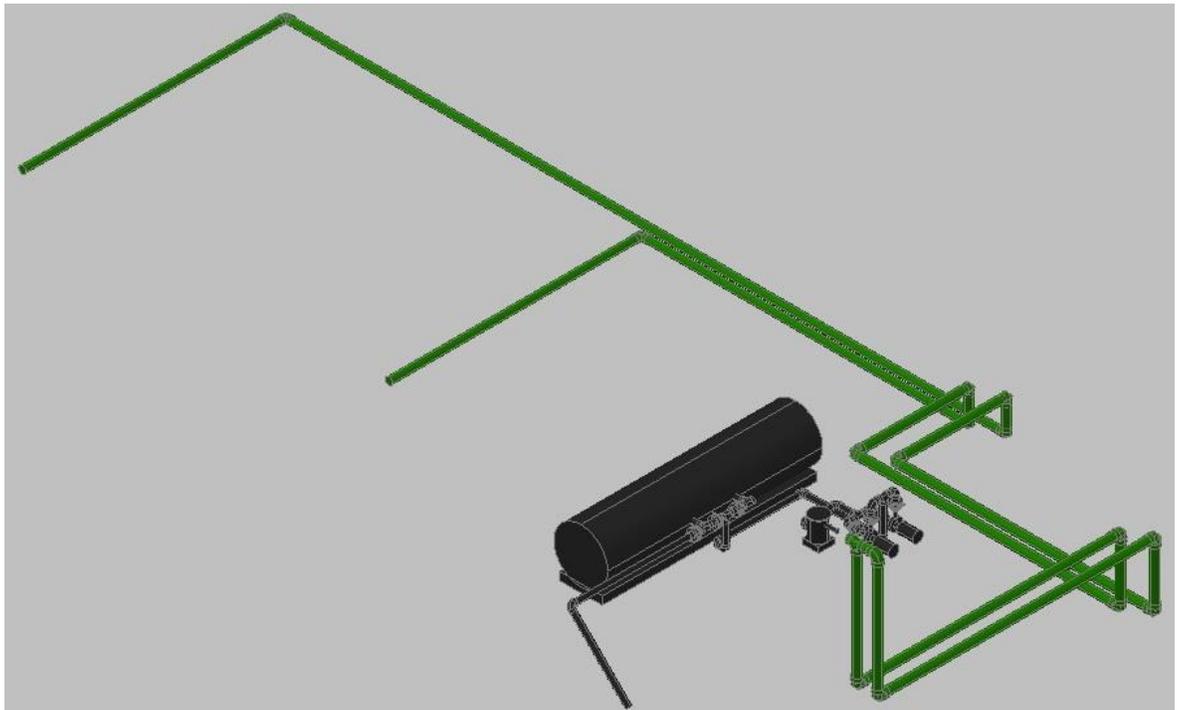
llaves tenían los vástagos totalmente corroídos y además quedaban por debajo del nivel freático lo que hacía impracticable su operación.

Debido a que la cañería existente del toma de fondo es de diámetro 140mm se utilizó una acople de goma que consta de una brida metálica conformada por dos aros de hierro fundido con una goma en forma de fuelle con medidas variables de modo que cuando se procede a ajustar los bulones de las bridas se asegura la junta a las tuberías.

Se prolongó la cañería de toma de fondos desde la sala de bombas antigua a la nueva, con cañería de PVC de diámetro 160mm clase 10 (10 Kpa) marca Tigre y accesorios marca Cepex y TY en general.

Se ejecutaron dos circuitos de tuberías, uno para cada toma de fondo. Las tuberías se apoyaron sobre pilares de mampostería dispuestos a distancias convenientes y luego se prolongaron enterradas hasta la nueva ubicación de las electrobombas para ello hubo que demoler la losa de la sala de máquina existente y realizar una excavación de 1.20m profundidad, 0.80m de ancho y 3m de largo para evitar sifones en la tubería que podrían impedir el correcto purgado del sistema a través del prefiltro, imposibilitando, por ejemplo, realizar el vaciado de la piscina en varias etapas.

Luego se procedió a reparar la losa perforada y a realizar la tapada de la cañería colocando capas de suelo de 20cm y utilizando un pisón para compactar adecuadamente.



Cabe aclarar que para ejecutar las obras en la casilla antigua se utilizó una bomba de achique para drenar el agua ya que en nivel freático llegaba en esa oportunidad hasta dos metros bajo la superficie del suelo.



Estas cañerías se soldaron con un pegamento especial de mayor consistencia y poder diluyente marca Tigre.

Los tubos se cortaron con amoladora con discos de 9" y con esta misma herramienta se practicó el chaflán para facilitar el ensamble que se hizo con dos operarios.

3.1.1.2 - Cálculo de velocidad, pérdidas y cavitación en la cañería de toma de fondo.

3.1.1.2.1 - Pérdidas en el filtro

La velocidad máxima permisible de filtrado es de 50m³/m²/h y teniendo en cuenta que los mantos filtrantes tienen en promedio 60cm de espesor (como en el caso del filtro en estudio) y utilizando la Ley de Darcy se tiene:

$$V = \frac{50 \text{ m}^3}{\text{m}^2 * h}$$

$$A = 1 \text{ m}^2 \text{ (Área unitaria)}$$

$$L = 0.60 \text{ m}$$

$$k = 0.3 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cong 10 \frac{\text{m}}{\text{h}} \text{ (coeficiente de permeabilidad para arena fina)}$$

$$Q = V * A = \frac{50 \text{ m}^3}{\text{m}^2 * h} * 1\text{m}^2 = \frac{50 \text{ m}^3}{h}$$

$$Q = \frac{50 \text{ m}^3}{h}$$

$$\Delta h = \frac{Q * L}{k * A} = \frac{50 \frac{\text{m}^3}{h} * 0.60 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{h} * 1\text{m}} = 3 \text{ m}$$

Entonces 3m o 300 grs / cm² sería una caída de presión admisible en el manto filtrante. Estimo que superando está presión se produce el fisuramiento de la carga y la suciedad atraviesa el filtro sin ser capturada.

Para el filtro en cuestión tenemos

$$Q = \frac{72 \text{ m}^3}{h}$$

$$A = 4 \text{ m}^2 \text{ (Área unitaria)}$$

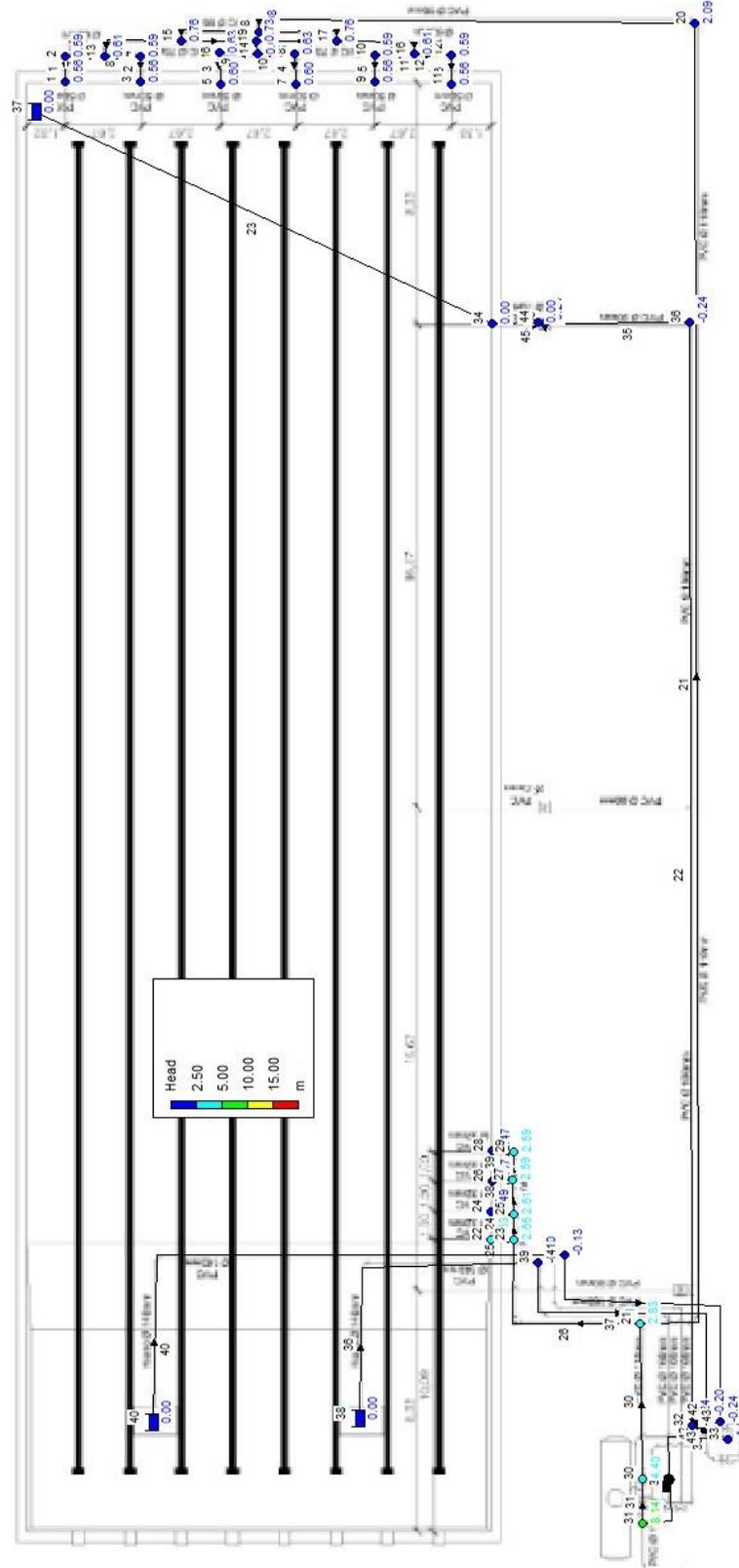
$$L = 0.60 \text{ m}$$

$$k = 0.3 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cong 10 \frac{\text{m}}{\text{h}} \text{ (coeficiente de permeabilidad para arena fina)}$$

$$\Delta h = \frac{Q * L}{k * A} = \frac{72 \frac{\text{m}^3}{h} * 0.60 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{h} * 4 \text{ m}} = 1.08 \text{ m} \cong 1\text{m}$$

Que es totalmente aceptable.

3.1.1.2.2 - Cálculo pérdidas en cañerías de Fondo y Retorno con EPANET



```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                   *
*                               Version 2.0                                 *
*****

```

Input File: limp.net

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
1	1	2	1	50
2	3	4	1	50
3	5	6	1	50
4	7	8	1	50
5	9	10	1	50
6	11	12	1	50
7	2	13	1.33	63
8	13	4	1.33	63
9	6	14	1.33	63
10	14	8	1.33	63
11	10	16	1.33	63
12	16	12	1.33	63
13	13	15	3	75
14	15	19	2.67	75
15	17	19	2.67	75
16	16	17	3	75
17	15	18	3	75
18	17	18	3	75
19	18	20	15	90
20	19	14	0.33	75
21	20	21	46.5	110
24	25	24	0.60	32
25	23	22	0.60	32
26	21	23	8.80	110
27	23	25	1	110
28	25	27	1	110
29	27	29	1	110
30	21	30	5.8	110
31	30	31	4	110
33	32	33	1.20	110
35	35	36	2.5	90
38	27	26	0.60	32
39	29	28	0.60	32
22	36	32	43	160
23	37	34	20	50
36	38	39	11.40	140
40	40	41	19	140

Link - Node Table: (continued)

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm	
37	39	42	15.5	160	
41	41	43	15.5	160	
44	34	44	2.5	75	
32	33	31	#N/A	#N/A	Pump
42	42	32	#N/A	160	Valve
43	43	32	#N/A	160	Valve
45	44	35	#N/A	90	Valve

Energy Usage:

Pump	Usage Factor	Avg. Effic.	Kw-hr /m3	Avg. Kw	Peak Kw	Cost /day
32	100.00	75.00	0.04	2.61	2.61	0.00
Demand Charge:						0.00
Total Cost:						0.00

Node Results:

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
1	7.20	0.56	0.56	0.00
2	0.00	0.59	0.59	0.00
3	7.20	0.56	0.56	0.00
4	0.00	0.59	0.59	0.00
5	7.20	0.60	0.60	0.00
6	0.00	0.63	0.63	0.00
7	7.20	0.60	0.60	0.00
8	0.00	0.63	0.63	0.00
9	7.20	0.56	0.56	0.00
10	0.00	0.59	0.59	0.00
11	7.20	0.56	0.56	0.00
12	0.00	0.59	0.59	0.00
13	0.00	0.61	0.61	0.00
14	0.00	0.65	0.65	0.00
15	0.00	0.76	0.76	0.00
16	0.00	0.61	0.61	0.00
17	0.00	0.76	0.76	0.00
18	0.00	1.08	1.08	0.00
19	0.00	0.73	0.73	0.00
20	0.00	2.09	2.09	0.00
21	0.00	2.83	2.83	0.00
22	7.20	2.53	2.53	0.00
23	0.00	2.65	2.65	0.00
24	7.20	2.49	2.49	0.00

Node Results: (continued)

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
25	0.00	2.61	2.61	0.00
26	7.20	2.47	2.47	0.00
27	0.00	2.59	2.59	0.00
28	7.20	2.47	2.47	0.00
29	0.00	2.59	2.59	0.00
30	0.00	4.40	4.40	0.00
31	0.00	8.14	8.14	0.00
32	0.00	-0.24	-0.24	0.00
33	0.00	-1.86	-1.86	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	-0.24	-0.24	0.00
36	0.00	-0.24	-0.24	0.00
39	0.00	-0.10	-0.10	0.00
41	0.00	-0.13	-0.13	0.00
42	0.00	-0.20	-0.20	0.00
43	0.00	-0.24	-0.24	0.00
44	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00 Reservoir
38	-36.00	0.00	0.00	0.00 Reservoir
40	-36.00	0.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results:

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Headloss m/km	Status
1	-7.20	1.02	21.71	Open
2	-7.20	1.02	21.71	Open
3	-7.20	1.02	21.71	Open
4	-7.20	1.02	21.71	Open
5	-7.20	1.02	21.71	Open
6	-7.20	1.02	21.71	Open
7	-7.20	0.64	21.23	Open
8	7.20	0.64	21.23	Open
9	-7.20	0.64	21.23	Open
10	7.20	0.64	21.23	Open
11	-7.20	0.64	21.23	Open
12	7.20	0.64	21.23	Open
13	-14.40	0.91	48.46	Open
14	7.20	0.45	10.05	Open
15	7.20	0.45	10.05	Open
16	-14.40	0.91	48.46	Open
17	-21.60	1.36	107.61	Open
18	-21.60	1.36	107.61	Open
19	-43.20	1.89	66.86	Open
20	14.40	0.91	238.65	Open
21	-43.20	1.26	16.02	Open

Link Results: (continued)

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
24	7.20	2.49	190.92	Open
25	7.20	2.49	190.92	Open
26	28.80	0.84	20.85	Open
27	21.60	0.63	40.12	Open
28	14.40	0.42	17.93	Open
29	7.20	0.21	2.50	Open
30	-72.00	2.10	270.46	Open
31	-72.00	2.10	935.62	Open
33	72.00	2.10	1349.25	Open
35	0.00	0.00	0.00	Open
38	7.20	2.49	190.92	Open
39	7.20	2.49	190.92	Open
22	0.00	0.00	0.00	Open
23	0.00	0.00	0.00	Open
36	36.00	0.65	8.79	Open
40	36.00	0.65	6.75	Open
37	36.00	0.50	6.44	Open
41	36.00	0.50	7.17	Open
44	0.00	0.00	0.00	Open
32	72.00	0.00	-10.00	Open Pump
42	36.00	0.50	0.04	Active Valve
43	36.00	0.50	0.00	Open Valve
45	0.00	0.00	0.24	Active Valve

3.1.1.2.3 - Cálculo cavitación toma fondo

Al momento de diseñar un sistema que bombea un líquido con un bomba centrífuga se hace necesario saber cómo evitar la presencia de este fenómeno en el proceso.

Para entender y evitar de una forma útil y eficaz la cavitación se definen en la industria parámetros más concretos y simples con los siguientes acrónimos: NPSHA (Net Positive Suction Head Available) que se relaciona con la energía disponible antes de la bomba y NPSHR (Net Positive Suction Head Required) que tiene que ver con la energía que requiere la bomba centrífuga para evitar la cavitación.

Una condición suficiente para que no ocurra cavitación en este sistema es que:

$$NPSHA = NPSHR + 0.5m$$

Ya que un $NPSHA = NPSHR$, presentará cavitación con una pérdida de cabeza de la bomba de un 3%. De esta manera se le agrega 0.5m como un margen de seguridad para garantizar que no exista cavitación.

$$NPSHA = HD - \frac{P_{vapor}}{\gamma}$$

HD: es la cabeza asociada con la energía disponible que posee el fluido antes de entrar a la bomba.

P_{vapor} : es la presión de vapor cuyo valor puede ser encontrado en tablas.

$$\frac{P_{vapor}}{\gamma} = 0.25m (20^{\circ}C)$$

$\gamma = \rho * g$: peso específico del agua. $\gamma = 9789 \text{ N/m}^3 (20^{\circ}C)$

Para obtener el valor de HD debemos aplicar la ecuación de Bernoulli entre el punto de inicio de la cañería y la entrada a la bomba.

$$\frac{P - P_{atm}}{\gamma} + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + (z - z_0) = -hf - H$$

$H = 0$

$z - z_0 = h$

$v_0 = 0$

De esta manera obtenemos

$$HD = \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \frac{Patm}{\gamma} - hf - h$$

$$NPSHA = \frac{Patm}{\gamma} - hf - h - \frac{Pvapor}{\gamma}$$

Del cálculo de pérdidas en la entrada de la bomba con EPANET obtuvimos:

$$hf = 1.87m$$

La diferencia de altura entre la boca de succión y el pelo de agua es:

$$h = 0.30m$$

$$NPSHA = \frac{Patm}{\gamma} - hf - h - \frac{Pvapor}{\gamma}$$

$$NPSHA = 10.325m - 1.87m - 0.30m - \frac{2505.141Pa}{9789 \frac{N}{m^3}} = 7.93m$$

Para bombas similares a la existente el parámetro de cavitación es de 0.6m. Entonces:

$$NPSHA = NPSHR + 0.5m$$

$$7.93m > 0.6m + 0.5m$$

Cumple con los parámetros de cavitación y podemos agregar que la altura máxima de succión es 7.13m de modo que aun en proceso de vaciado de la pileta estamos seguros que no se producirá cavitación. Siendo 3.60m la profundidad de la tubería de succión tenemos:

$$NPSHA = 10.325m - 1.87m - 3.90m - \frac{2505.141Pa}{9789 \frac{N}{m^3}} = 4.29m$$

$$NPSHA = NPSHR + 0.5m$$

$$4.29m > 0.6m + 0.5m$$

Cumple con los parámetros de cavitación.

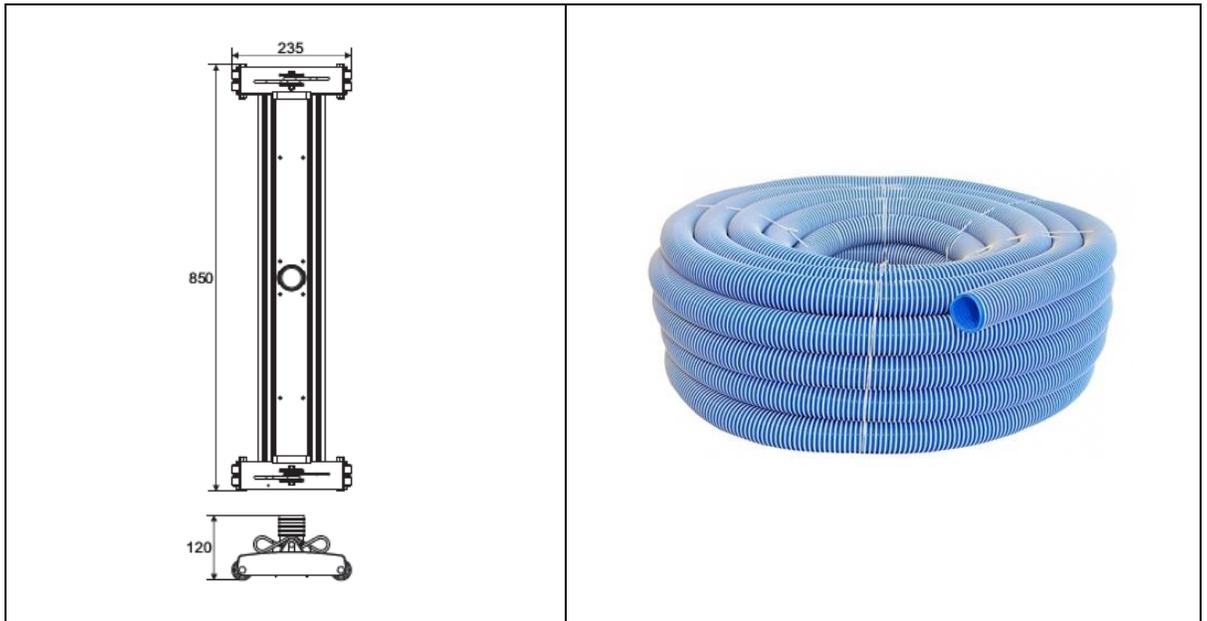
3.1.2 - Ejecución cañería limpiafondos

3.1.2.1 - Descripción de los trabajos

Se ejecutó la cañería de limpiafondos nueva colocando tres bocas de aspiración convenientemente distribuidas en el lateral de la piscina más cercano a la sala de bombeo. Esta cañería se ejecutó con PVC clase 10 (10 KPa) de diámetro 160mm reduciendo a 75mm en cada boca y culminando con una cupla de 2" para conexión del acople rápido para la manguera. Esta cañería se encuentra enterrada a una profundidad de entre 30 y 60cm de acuerdo con la pendiente del terreno.

Cada boca de aspiración cuenta con una llave de cierre tipo mariposa 90mm marca Cepex para independizar las succiones. Estas válvulas se instalaron en cámaras de 50 x 50 de ladrillos comunes y tapa construidas especialmente para este fin. Dos cámaras se encuentran en la vereda perimetral y la restante por fuera del alabrado evitando la casilla del filtro original.

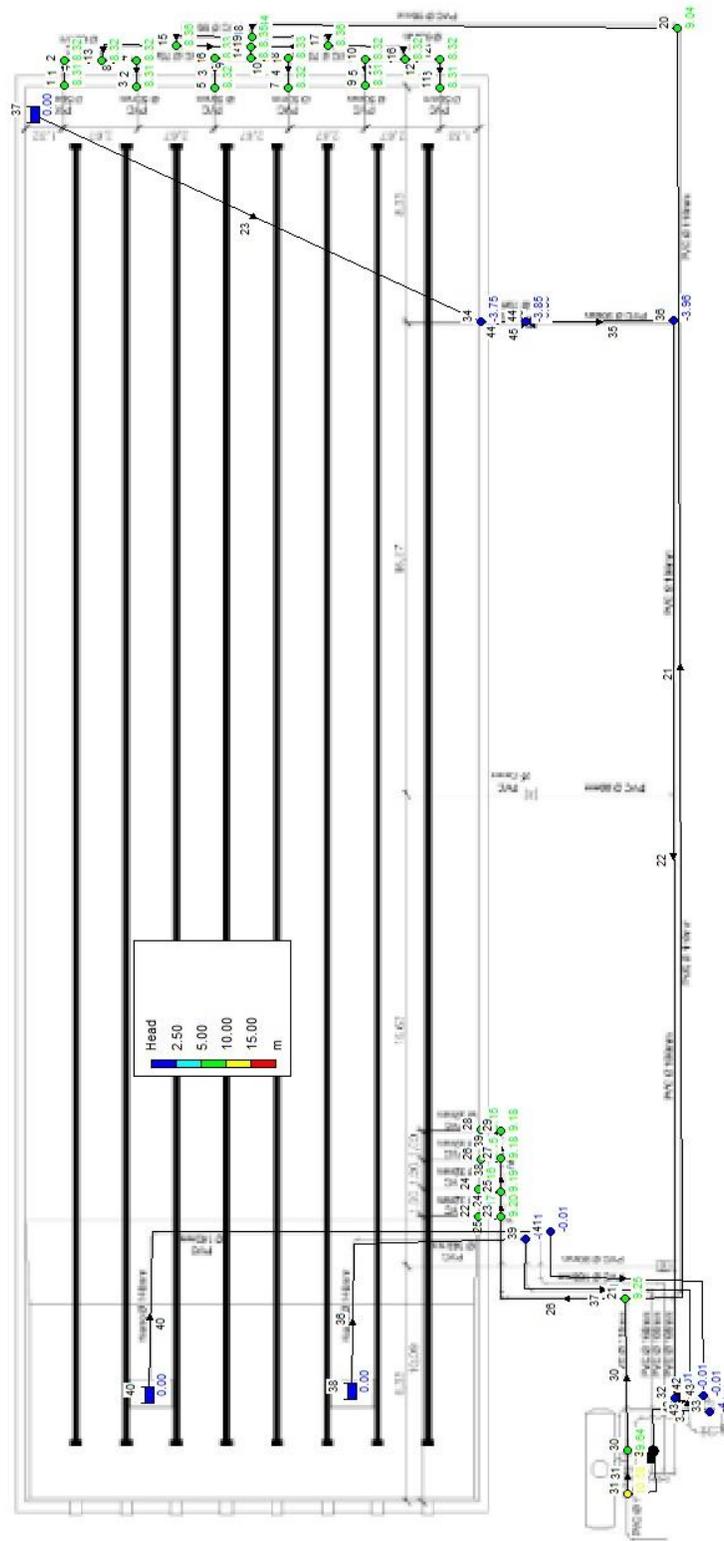
En cada terminal se conecta una manguera flotante de 2" de aproximadamente 20mts en cuyo extremo se encuentra el carro limpiafondos de acero inoxidable, de 85cm de ancho, con cepillo y 4 ruedas duales, marca Vulcano, este posee conexión de diámetro 2". Este carro se manipula y conduce por el fondo de la piscina con una soga operada por dos personas una en cada lateral.



La limpieza se lleva a cabo en un tiempo de 30 minutos aproximadamente, en función filtrado, luego de la cual se procede a realizar un retrolavado del filtro. La duración de este proceso depende de la suciedad acumulada, pero lleva aproximadamente 3 a 8 minutos en los cuales se vierte agua, y teniendo en cuenta que la bomba eroga 1200l/m se desagotan aprox 6000l de agua que luego deben reponerse con agua del pozo con el consecuente cambio de parámetros en el agua.

3.1.2.2 - Cálculo de pérdidas y cavitación en la cañería de limpiafondos con EPANET.

3.1.2.2.1 - Cálculo de pérdidas en la cañería de limpiafondos con EPANET.



```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                   *
*                               Version 2.0                                 *
*****

```

Input File: limp.net

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
1	1	2	1	50
2	3	4	1	50
3	5	6	1	50
4	7	8	1	50
5	9	10	1	50
6	11	12	1	50
7	2	13	1.33	63
8	13	4	1.33	63
9	6	14	1.33	63
10	14	8	1.33	63
11	10	16	1.33	63
12	16	12	1.33	63
13	13	15	3	75
14	15	19	2.67	75
15	17	19	2.67	75
16	16	17	3	75
17	15	18	3	75
18	17	18	3	75
19	18	20	15	75
20	19	14	0.33	75
21	20	21	46.5	110
24	25	24	0.60	32
25	23	22	0.60	32
26	21	23	8.80	110
27	23	25	1	110
28	25	27	1	110
29	27	29	1	110
30	21	30	5.8	110
31	30	31	4	110
33	32	33	1.20	110
35	35	36	2.5	90
38	27	26	0.60	32
39	29	28	0.60	32
22	36	32	43	160
23	37	34	20	50
36	38	39	11.40	140
40	40	41	19	140

Link - Node Table: (continued)

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
37	39	42	15.5	160
41	41	43	15.5	160
44	34	44	2.5	75
32	33	31	#N/A	#N/A Pump
42	42	32	#N/A	160 Valve
43	43	32	#N/A	160 Valve
45	44	35	#N/A	90 Valve

Energy Usage:

Pump	Usage Factor	Avg. Effic.	Kw-hr /m3	Avg. Kw	Peak Kw	Cost /day
32	100.00	75.00	0.05	1.96	1.96	0.00
Demand Charge:						0.00
Total Cost:						0.00

Node Results:

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
1	3.60	8.31	8.31	0.00
2	0.00	8.32	8.32	0.00
3	3.60	8.31	8.31	0.00
4	0.00	8.32	8.32	0.00
5	3.60	8.32	8.32	0.00
6	0.00	8.33	8.33	0.00
7	3.60	8.32	8.32	0.00
8	0.00	8.33	8.33	0.00
9	3.60	8.31	8.31	0.00
10	0.00	8.32	8.32	0.00
11	3.60	8.31	8.31	0.00
12	0.00	8.32	8.32	0.00
13	0.00	8.32	8.32	0.00
14	0.00	8.33	8.33	0.00
15	0.00	8.36	8.36	0.00
16	0.00	8.32	8.32	0.00
17	0.00	8.36	8.36	0.00
18	0.00	8.44	8.44	0.00
19	0.00	8.35	8.35	0.00
20	0.00	9.04	9.04	0.00
21	0.00	9.25	9.25	0.00
22	3.60	9.17	9.17	0.00
23	0.00	9.20	9.20	0.00
24	3.60	9.16	9.16	0.00

Node Results: (continued)

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
25	0.00	9.19	9.19	0.00
26	3.60	9.15	9.15	0.00
27	0.00	9.18	9.18	0.00
28	3.60	9.15	9.15	0.00
29	0.00	9.18	9.18	0.00
30	0.00	9.64	9.64	0.00
31	0.00	10.58	10.58	0.00
32	0.00	-4.01	-4.01	0.00
33	0.00	-4.42	-4.42	0.00
34	0.00	-3.75	-3.75	0.00
35	0.00	-3.85	-3.85	0.00
36	0.00	-3.96	-3.96	0.00
39	0.00	-0.01	-0.01	0.00
41	0.00	-0.01	-0.01	0.00
42	0.00	-0.01	-0.01	0.00
43	0.00	-0.01	-0.01	0.00
44	0.00	-3.85	-3.85	0.00
37	-20.00	0.00	0.00	0.00 Reservoir
38	-8.00	0.00	0.00	0.00 Reservoir
40	-8.00	0.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results:

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Headloss m/km	Status
1	-3.60	0.51	6.01	Open
2	-3.60	0.51	6.01	Open
3	-3.60	0.51	6.01	Open
4	-3.60	0.51	6.01	Open
5	-3.60	0.51	6.01	Open
6	-3.60	0.51	6.01	Open
7	-3.60	0.32	5.50	Open
8	3.60	0.32	5.50	Open
9	-3.60	0.32	5.50	Open
10	3.60	0.32	5.50	Open
11	-3.60	0.32	5.50	Open
12	3.60	0.32	5.50	Open
13	-7.20	0.45	12.41	Open
14	3.60	0.23	2.59	Open
15	3.60	0.23	2.59	Open
16	-7.20	0.45	12.41	Open
17	-10.80	0.68	27.52	Open
18	-10.80	0.68	27.52	Open
19	-21.60	1.36	39.96	Open
20	7.20	0.45	59.96	Open
21	-21.60	0.63	4.35	Open

Link Results: (continued)

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
24	3.60	1.24	52.89	Open
25	3.60	1.24	52.89	Open
26	14.40	0.42	5.38	Open
27	10.80	0.32	10.13	Open
28	7.20	0.21	4.53	Open
29	3.60	0.11	0.64	Open
30	-36.00	1.05	68.51	Open
31	-36.00	1.05	234.80	Open
33	36.00	1.05	338.21	Open
35	20.00	0.87	47.07	Open
38	3.60	1.24	52.88	Open
39	3.60	1.24	52.89	Open
22	20.00	0.28	1.15	Open
23	20.00	2.83	187.75	Open
36	8.00	0.14	0.48	Open
40	8.00	0.14	0.38	Open
37	8.00	0.11	0.34	Open
41	8.00	0.11	0.37	Open
44	20.00	1.26	36.10	Open
32	36.00	0.00	-15.00	Open Pump
42	8.00	0.11	4.00	Active Valve
43	8.00	0.11	4.00	Active Valve
45	20.00	0.87	0.00	Open Valve

3.1.2.2.2 - Cálculo cavitación limpiafondo

Una condición suficiente para que no ocurra cavitación en este sistema es que:

$$NPSHA = NPSHR + 0.5m$$

Ya que un $NPSHA = NPSHR$, presentará cavitación con una pérdida de cabeza de la bomba de un 3%. De esta manera se le agrega 0.5m como un margen de seguridad para garantizar que no exista cavitación.

$$NPSHA = HD - \frac{P_{vapor}}{\gamma}$$

HD: es la cabeza asociada con la energía disponible que posee el fluido antes de entrar a la bomba.

P_{vapor} : es la presión de vapor cuyo valor puede ser encontrado en tablas.

$$\frac{P_{vapor}}{\gamma} = 0.25m (20^{\circ}C)$$

$\gamma = \rho * g$: peso específico del agua. $\gamma = 9789 \text{ N/m}^3 (20^{\circ}C)$

Para obtener el valor de HD debemos aplicar la ecuación de Bernoulli entre el punto de inicio de la cañería y la entrada a la bomba.

$$\frac{P - P_{atm}}{\gamma} + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + (z - z_0) = -hf - H$$

$H = 0$

$z - z_0 = h$

$v_0 = 0$

De esta manera obtenemos

$$HD = \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \frac{P_{atm}}{\gamma} - hf - h$$

$$NPSHA = \frac{P_{atm}}{\gamma} - hf - h - \frac{P_{vapor}}{\gamma}$$

La diferencia de altura entre la boca de succión y el pelo de agua es:

$$h = 0.30m$$

$$NPSHA = \frac{P_{atm}}{\gamma} - h_f - h - \frac{P_{vapor}}{\gamma}$$

$$NPSHA = 10.325m - h_f - 0.30m - \frac{2505.141Pa}{9789 \frac{N}{m^3}}$$

Para bombas similares a la existente el parámetro de cavitación es de 0.6m. Entonces:

$$NPSHA = NPSHR + 0.5m$$

$$NPSHA > 0.6m + 0.5m = 1.1m$$

De esta manera, para que no superemos el parámetro de cavitación, la pérdida máxima que debemos tener a la entrada de la bomba h_f es igual a 6.16m, para esta pérdida, el caudal máximo calculado con aproximaciones en EPANET, en la cañería de limpiafondos es $Q= 350\text{lt}/\text{min}$ que, aunque no poseamos especificaciones del carro limpiafondos, podemos decir que de acuerdo a la experiencia está dentro de los parámetros del uso del mismo.

Se realizó el cálculo en EPANET teniendo en cuenta la boca de limpiafondo más alejada del filtro y por lo tanto con mayor pérdida. También se modelaron válvulas de caudal en las tomas de fondo para limitar el flujo en la cañería de limpiafondo.

3.1.3 - Reinstalación de sistema de bombeo

Las cañerías llevan llaves mariposas de 160mm marca Cepex con brida y porta brida soldable y junta apta para cloro para operación individual, se unen en un manifold o colector de la misma sección de las tuberías. Este colector abastece una trampa de pelos o prefiltro Marca Vulcano de diámetro 12" de hierro (cuerpo con chapa negra espesor 3/16"), la tapa del mismo es de aluminio y posee un canasto interno de acero inoxidable.

La función que cumple estos dispositivos es la de retener las impurezas del circuito que puedan perjudicar el funcionamiento de la bomba. El tamaño de las impurezas está en relación directa al tipo de malla del canasto interior del prefiltro. El sistema de fijación de la tapa al cuerpo es fácil y rápido con el sistema de perillas o mariposas. La abertura del prefiltro permite la inspección y limpieza del canasto colector cuando fuera necesario.



Teniendo en cuenta que los prefiltros se utilizan generalmente en bombas que no son autocebantes, siempre deben ser instaladas debajo del nivel de agua.

Para determinar el prefiltro correspondiente para una bomba se debe tener en cuenta que el diámetro de la entrada de aspiración de la bomba debe ser igual o menor que el diámetro de salida del prefiltro. En este caso la entrada de la trampa de pelos es de 4" y la salida de 3". Las entradas de las bombas son de 3" o 75mm por lo tanto es correcto el uso de este elemento.

A la salida del prefiltro se utilizó cañería de 110mm que se divide en un tee del mismo tamaño para alimentar a las bombas que poseen llaves tipo mariposa, del mismo diámetro, en la entrada y salida para su operación individual o en paralelo.

Cabe aclarar que se utilizaron las bombas existentes a las cuales el propietario le realizó un service: limpieza, pintura, cambio de turbinas de bronce con falta de material y deformadas por efecto de la cavitación y cambio de rulemanes deteriorados por la humedad, vapores de cloro y antigüedad.

A la salida de las bombas se continuó la cañería de 110mm hasta el filtro donde se conecta al cuadro de llaves existentes destinado a realizar todas las funciones.



3.1.4 - Reacondicionamiento tablero eléctrico de comandos

Los trabajos en el tablero de comandos eléctricos de las bombas fueron presupuestados pero no se llegó a un acuerdo. Así, estas tareas, fueron realizadas por personal de la Cooperativas de Luz y Fuerza de La Francia quienes tuvieron en cuenta las nuestras indicaciones y solicitudes.

Se colocaron disyuntores diferenciales que anteriormente no existían y se renovaron las llaves termo magnéticas tetrapolares teniendo en cuenta el consumo de cada motor. Se instalaron también contactores y guardamotores para proteger las máquinas de sobrecalentamiento.

Se añadieron pulsadores de encendido sobre la tapa del tablero aumentando la seguridad ya que no debe abrirse el tablero para arrancar los motores.

Los nuevos timer eléctricos accionan las bombas un determinado lapso de tiempo diario, en este caso 12hs, garantizando el paso del agua por el filtro y facilita el trabajo del operario que no tiene que estar abocado al encendido y apagado de los motores.



3.1.5 - Sellado de fisuras sobre la pared en la zona de menor profundidad

En la zona de menor profundidad existían fisuras por donde se fugaba o ingresaba agua de acuerdo a la diferencia de presiones entre la pileta y el nivel freático. Las mismas tenían, en algunos casos, anchos de 2cm. Aparentemente las presiones originadas por las napas habrían producido la aparición de las mismas

Para reparar estas fisuras se colocaron llaves o pasadores de 1m de hierro conformado ADN 420 de diámetro 12mm (trabajan principalmente a tracción y también corte) a los cuales se les da una forma de “s” para anclarlos en el hormigón. Se procedió a picar en la estructura dos canaletas de 8cm de profundidad donde se alojaron las llaves. También se calafateo la fisura para facilitar el ingreso del mortero cementicio hidrófugo de reparación.

Antes de colocar el mortero, tanto en las fisuras, como en las llaves, y previa limpieza con cepillo, se aplicó con pincel sobre los mismos SikaLatex, que aporta alta capacidad de adherencia entre diferentes etapas de construcción. También se agregó este producto al agua de empastado del mortero cementicio para mejorar la plasticidad y aumentar la adherencia.

El mortero cementicio se preparó con Sika Monotop 107, cemento y arena fina para lograr una buena consistencia, resistencia e impermeabilidad. Se aplicó con cuchara presionándolo para que ingrese en la grieta.

Sika MonoTop®-107 es un mortero cementicio modificado con polímeros, impermeabilizante y monocomponente, listo para usar. Tolera presión de agua positiva y negativa. Se utiliza ampliamente en la impermeabilización de piletas de natación ya que permite aplicarlo con el sustrato húmedo, tolera inmersión permanente, al ser de tipo cementicio puede fraguar sumergido y es fácilmente pintable.

Se aclara también que existen varias fisuras y juntas por donde se producen filtraciones, tanto en las paredes como en el piso (principalmente en la junta del cambio de pendiente de la losa). En las paredes se propuso una solución utilizando Sikaflex 1 A (sellador elástico aplicado con pistola) pero en las del piso es necesario colocar un cordón flexible de PVC Sika Waterstop ya que la profundidad y el ancho de las juntas es muy grande y no se aconseja únicamente la aplicación de Sikaflex.

Estos trabajos fueron cotizados pero por el elevado costo de los productos fue rechazado por lo que la piscina sigue filtrando lo que lleva a relleno periódico con agua no tratada que se traduce en mayores costos de operación.

3.2 - Etapa 2

Los trabajos fueron realizados por dos operarios y llevaron aproximadamente 1 semana.

3.2.1 - Ejecución retornos de la piscina.

3.2.1.1 - Descripción de los trabajos

Se detectaron pérdidas en las tuberías de retorno de agua filtrada, que provocaban bajas en el nivel de agua de la piscina y, como ya habíamos comentado, esta cañerías tenían prolongaciones con tubos de tipo cloacal por fuera de las paredes que ocasionaban molestias en bañistas, ya que los caños se salían de su lugar al menor contacto y hasta inclusive con el mismo oleaje.

Se decidió remplazar este sistema de tuberías y mejorar el esquema de repartición del agua. Para esto se ejecutó una cañería nueva colocando 6 bocas de ingreso de agua filtrada en el extremo contrario a las bocas de succión de fondo de modo de dirigir el agua hacia los mismos y producir una mayor eficiencia en el recambio. Además, teniendo en cuenta que el mayor volumen de agua se encuentra en la parte mas profunda, y aprovechando el acceso desde la antigua casilla para no demoler, se colocaron 4bocas en este sector.

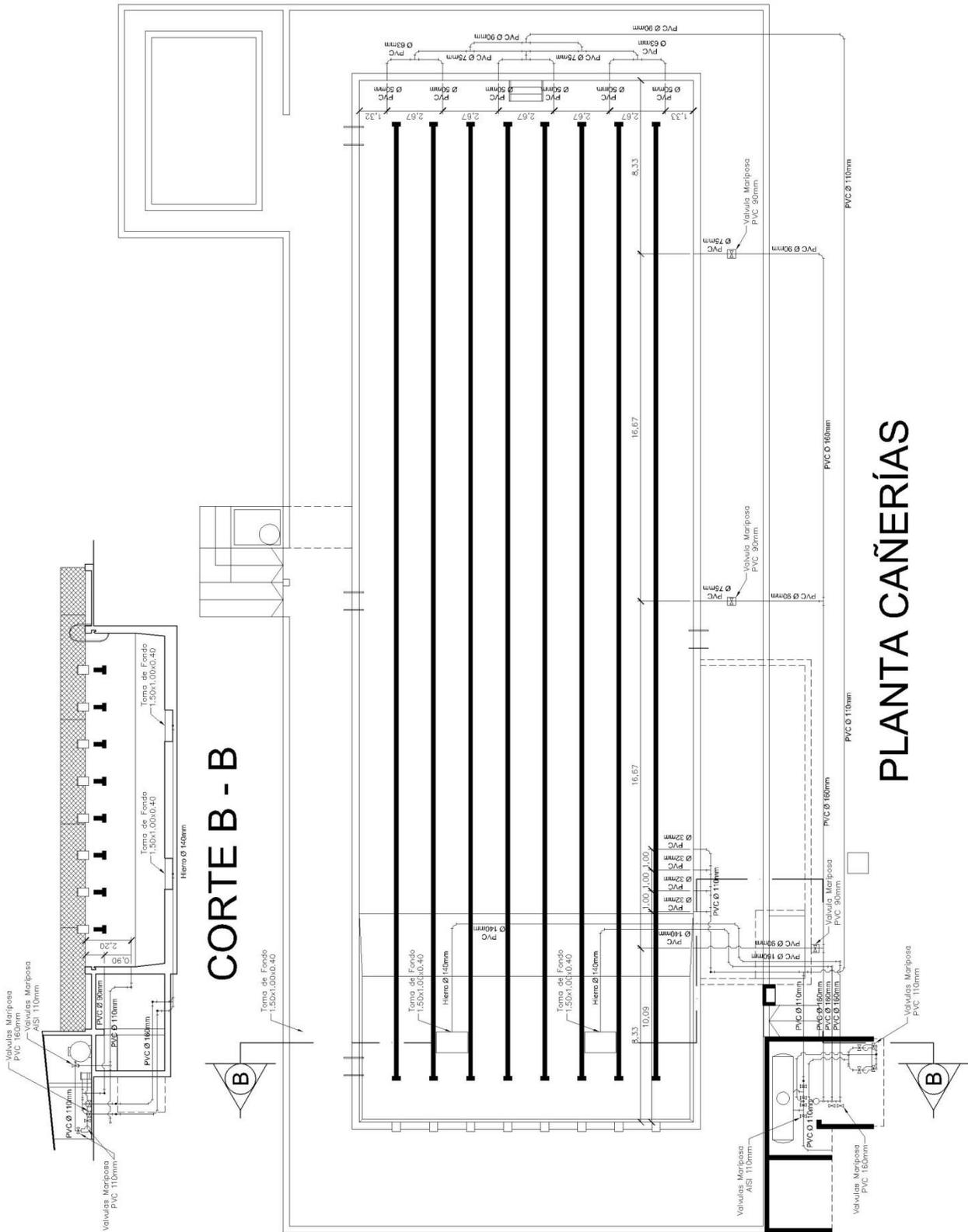
Para garantizar el mismo caudal de salida en cada boca, en la zona mas baja, se procedió a compensar los retornos con distintos diámetros de cañería que van desde los 50mm hasta los 110mm de acuerdo al flujo que atraviesa cada una. En la zona profunda el retorno no se compensó y las cañerías van desde los 32mm hasta 110mm.

El sistema de retornos se ejecutó con cañería de PVC soldable marca Tigre y accesorios de varias marcas. La misma se enterró a una profundidad de 50cm a 2m por fuera del perímetro vallado de la piscina. Luego en la zona de vereda se procedió a la demolición de la misma para embutirla y luego se perforó la pared de la pileta a 8cm por debajo del pelo de agua. Las reparaciones se realizaron con mortero cementicio con la adición de Sika Monotop y Sika Látex.

La técnica de ensamble que se utilizó fue la misma que en las otras cañerías.

3.2.1.2 - Cálculo de las cañerías

En esta etapa se utilizó cañería sobrante de las otras y se procedió a verificar la velocidad del flujo para evitar golpes de ariete de mucha intensidad. De este modo se limitó la velocidad a 2.5m/s. El cálculo se realizó en conjunto con las otras tuberías (ver tubería toma de fondo).



CORTE B - B

PLANTA CAÑERÍAS

4 – ANÁLISIS ECONÓMICO – COSTO DE OPERACIÓN ANUAL

4.1 - Químicos

4.1.1 - Cloro

La concentración de cloro libre, según los estándares presentados, es de entre 1.0 y 1.5 mg/l. El producto que se consigue en el mercado tiene una concentración de entre 75 a 80 g de cloro por litro por lo tanto para lograr la concentración antes nombrada debería agregarse un litro de este producto (hipoclorito de sodio al 80%) cada 50000 a 80000l de agua. Esto, sin embargo, no es correcto ya que al agregarse el cloro se producen los fenómenos de oxidación de la materia orgánica y combinación con metales presentes en la masa de agua.

Los fabricantes y proveedores de cloro líquido estipulan dosificaciones de 1l de producto clorado cada 15000l de agua por día. Esta dosificación tan alta se debe a las reacciones antes descritas y, a que de esta manera se garantiza una concentración mínima al cabo de 24hs.

[El estado natural del cloro es el gaseoso por lo tanto tiende a evaporarse a medida que las temperaturas son mayores, esta es la razón por la cual los fabricantes aconsejan que se agregue el cloro en horas de la noche].

Para esta piscina es recomendable hacer estudios de demanda de cloro o realizar pruebas de demanda, agregando producto y midiendo los niveles de concentración al cabo de distintos lapsos de tiempo. También es recomendable realizar varias dosificaciones diarias para mantener los niveles de cloro libre aconsejados, de modo de asegurar la correcta desinfección del agua durante todo el día, especialmente durante el uso por parte de los bañistas. Habría que considerar que en esta pileta la falta de estanqueidad y los altos niveles freáticos producen la caída de la calidad del agua de la piscina.

Cálculo costo cloro

Cantidad de cloro 1450000lts/15000lts = 96,7 lts x día.

Cantidad de días al año = 90d

Cantidad anual cloro = 8700lts

Costo x litro = \$ 7

Costo anual cloro mantención= \$60900

Para realizar la cloración por “punto de quiebre” o “break point” y de acuerdo a experiencia de los operarios de mantenimiento del club aproximadamente duplicaremos la dosis de cloro para tratar el agua de llenado inicial y rellenado.

Llenado inicial = 1450000lts

Rellenado diario = 50000lts

Total relleno = 50000lts/día x 90días= 4500000lts

Volumen total a tratar con break point = 1450000lts + 4500000lts = 5950000lts

Cantidad de cloro = 5950000lts/10000lts = 595lts

Costo x litro = \$ 7

Costo anual cloro agua llenado y relleno = \$4165

Costo total anual cloración = \$65065

4.1.2 - Alguicida

Las Algas pertenecen al reino vegetal y se nutren del dióxido de carbono y la luz solar para efectuar la fotosíntesis. Se introducen a la piscina por acción del viento y la lluvia o por la red de abastecimiento cuando la misma es inadecuada.

Generalmente pueden albergar bacterias y hongos. Son resbaladizas produciendo desagradables sensaciones. Además cuando son microscópicas pueden brindar una tonalidad verdosa y elevar la turbiedad. Es decir, producen pérdida de transparencia. Cuando comienzan a desarrollarse producen un consumo superlativo de CLORO y si no se las detecta a tiempo, las condiciones del agua se tornan críticas en cuestión de horas y se requerirá un tratamiento de recuperación en forma urgente.

El desarrollo de las mismas generalmente sobreviene cuando concurren varias situaciones, por ejemplo:

- Déficit de CLORO
- Déficit de limpieza de paredes y piso de la piscina
- Uso intensivo
- Alta temperatura
- Alta incidencia solar
- Poco uso del filtro
- Tormentas con Viento y Tierra

Se debe tener presente que las dosis de cloro utilizadas para el mantenimiento no pueden ser consideradas como dosis de eliminación de algas. Elevar las dosis de cloro puede ser desagradable para los bañistas. Por tal motivo, es aconsejable la utilización de alguicidas especialmente en las piscinas soleadas.

La calidad de agua de llenado de la piscina puede contribuir a aletargar el funcionamiento de los productos químicos y permitir condiciones de desarrollo de algas. Lo adecuado es elegir el alguicida según el tipo de agua disponible.

Para la piscina analizada se aconseja la utilización de un alguicida para aguas alcalinas (como se indica en el análisis de agua realizado). La dosificación aconsejada según los fabricantes de este tipo de producto es de 1l cada 300000l de agua una vez por semana ya que tiene poder residual. Por lo tanto en nuestro caso:

Cálculo costo alguicida

Cantidad de alguicida $1450000\text{lt}/300000\text{lt} = 4,8 \text{ lts x semana}$.

Cantidad de semanas al año = 12 semanas

Cantidad anual alguicida = 58lts

Costo x lts = \$ 130

Costo total anual alguicida= \$7540

4.1.3 - Floculante

En todas las piscinas, en algún momento se pierde la transparencia del agua. Esta pérdida de transparencia se denomina turbiedad. La causa de la turbiedad son partículas muy pequeñas que se introducen en el agua y quedan en suspensión. Existen infinidad de partículas que aportan turbiedad. Los filtros no logran retenerlas. Estas partículas presentan una carga eléctrica tal que hace que se repelan entre si y no logran depositarse en el fondo de la piscina.

La turbiedad es una magnitud mensurable, existen diversas convenciones, la más utilizada son las unidades nefelométricas de turbiedad [N.T.U.]. El instrumento usado para su medida es el turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. Es decir, dado que las partículas en suspensión en el agua dispersan la luz, si se hace incidir un rayo de luz en forma perpendicular a una columna de agua, al atravesarla perderá intensidad. Dicha merma es la medida de la turbiedad.

Los coagulantes-floculantes son productos químicos que disueltos en el agua producen cambios en la carga eléctrica de las partículas y permiten que se unan varias formando otras más grandes y

pesadas denominadas FLOCS. Muchas son las variables que intervienen en el proceso de coagulación-floculación, no es el alcance de este trabajo introducirnos en esos temas, sin embargo no podemos dejar de mencionar tres de las variables más importantes:

- pH
- Alcalinidad
- Energía de mezcla

pH es la medida de la acidez o alcalinidad de una solución. La alcalinidad en el agua tanto natural como tratada, usualmente es causada por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos. Es la capacidad de neutralizar un ácido de una sustancia química en solución acuosa.

Para que se produzca una coagulación floculación satisfactoria, es necesario un nivel de alcalinidad y un rango de pH. Desajustes en estas variables pueden producir coagulación-floculación no satisfactoria. La energía es necesaria para producir el encuentro de partículas con las moléculas del coagulante-floculante adicionado. Se debe tener en cuenta que por mayor dosis de coagulante que se adicione al agua siempre es una relación muy pequeña de coagulante respecto al agua de la piscina y por lo tanto la posibilidad de encuentro de las partículas, a eliminar con el producto agregado, sólo aumenta si y solo si la energía es alta. Se puede aportar energía con el recirculado del sistema filtrante o con la acción de los bañistas. Luego del proceso de desestabilización de cargas eléctricas se forman los flocs que se pueden describir como copos y que generalmente tienden a decantar, depositándose en fondo de la piscina. Algunos floculantes están diseñados para optimizar el rendimiento del filtro y retener las partículas en el mismo. Otros para producir una copiosa floculación con el objeto de producir un barrido en dirección vertical hacia el fondo de la piscina. Cuando la cantidad de partículas a eliminar es muy alta, alta turbiedad, es conveniente utilizar floculantes para lograr este último efecto descripto.

Para esta piscina, debido al uso intensivo y el relleno periódico con agua turbia, es necesario agregar floculante diariamente. Para determinar la cantidad de floculante a utilizar es necesario realizar ensayos pero para tener una idea de costos podemos utilizar como dosificación media la recomendada por el fabricante. Se aconseja utilizar 1l del producto cada 400000l de agua a tratar.

Cálculo costo floculante

Cantidad de floculante $1450000\text{lt}/400000\text{lt} = 3,6 \text{ lts x día.}$

Cantidad de días al año = 30d

Cantidad anual floculante = 108.75lts

Costo x litro = \$ 140

Costo total anual floculante= \$15225

4.1.4 – Ácido Clorhídrico

Como ya se comentó anteriormente un pH neutral es fundamental para mantener el equilibrio químico del agua, ayudar a la efectividad de los productos químicos tales como cloro, alguicida y floculante. También es necesario para garantizar la seguridad de los bañistas ya que evitamos todo tipo de alteraciones cutáneas y de mucosas.

En este natatorio en particular el agua de relleno tiene un pH elevado que hay que corregir, según el análisis del CEQUIMAP es de 8,4 pero en algunas oportunidades se ha llegado a medir 12. La dosificación de productos ácidos aconsejada por los fabricantes es de 1l cada 48000l de agua a tratar para bajar 0.5 puntos de pH. Es razonable siempre realizar una comprobación con el laboratorio colorimétrico luego de agregar el producto para realizar pequeños ajustes si hiciera falta.

Cálculo costo ácido clorhídrico

Puntos de pH a disminuir = $8.4 - 7.4 = 1$ (tomamos el pH del análisis)

Cantidad de ácido $1450000\text{Lts} * (1/0.5) / 48000\text{Lts} = 60,4$ Lts.

Costo x litro = \$ 20

Costo total = \$1208 para tratar un volumen de piscina.

Hay que considerar también el agua que se agrega diariamente por filtraciones, rebalse, limpieza del filtro etc. Que se estima en 50m³.

Entonces tenemos:

Puntos de pH a disminuir = $8.4 - 7.4 = 1$ (tomamos el pH del análisis)

Cantidad de ácido $50000\text{Lts} * (1/0.5) / 48000\text{Lts} = 2,08$ Lts. x día

Cantidad de días al año = 90

Total litros anuales = $90 * 2,08\text{Lts} = 187,5$ Lts/año

Costo x litro = \$ 20

Costo total = \$3750 para tratar el agua agregada

Costo total anual ácido = \$4958

Cabe aclarar que este valor puede variar drásticamente con un aumento en el pH del agua de relleno, que varía de acuerdo al estado de las napas, por lo tanto es recomendable hacer mediciones diarias para tener en cuenta posibles ajustes. Cuando el pH se eleva hasta 12 los costos pasan de \$1500 a \$6900.

4.2 Bombeo

Las bombas tienen una potencia de 7,5HP y debe encenderse por lo menos 1 los 90 días de temporada ocho horas de acuerdo al tiempo de retorno estipulado por los estándares más 1 hora aproximadamente para limpieza fondo.

Cálculo costo bombeo anual

$$7,5\text{HP} = 5,59 \text{ KW}$$

$$9 \text{ horas diarias} * 90 \text{ días} = 810\text{hs}$$

$$5,59 \text{ KW} * 810\text{hs} / (0.90) = 5031 \text{ KWh}, 0.90 = \text{eficiencia del motor}$$

$$\text{Precio promedio KWh} = \$1$$

$$\text{Costo bombeo filtrado y limpiafondo} \$5031$$

Con respecto a la bomba sumergible, su potencia es de 2,5 HP entonces y se enciende 1 hora por día aproximadamente. Entonces:

$$3\text{HP} = 2,24 \text{ KW}$$

$$2,77 \text{ horas diarias} * 90 \text{ días} = 250\text{hs}$$

$$2,24 \text{ KW} * 250\text{hs} / (0.90) = 622 \text{ KWh}, 0.90 = \text{eficiencia del motor}$$

$$\text{Precio promedio KWh} = \$1$$

$$\text{Costo bombeo filtrado y limpiafondo} \$622$$

$$\text{Costo total bombeo} \$5653$$

4.3 - Amortización de equipos , construcción e instalaciones

Vamos a separar la construcción de las instalaciones debido a que poseen diferente vida útil.

Construcciones de hormigón como estas deberían amortizarse en 50 años. Por lo tanto para un costo estimado de \$1500000 de acuerdo con el mercado de construcción de piscinas tenemos:

Costo amortización anual vaso piscina \$30000

Las amortización de las instalaciones de filtrado, sistema de bombeo y otras complementarias pueden realizarse en 20 años, y el costo de la estimado de la misma es de \$600000. Entonces:

Costo amortización instalaciones \$30000

Costo total anual \$ 60000

4.4 - Personal

Los sueldos del personal se estiman en:

Costos laborales personal mantenimiento $\$6000 \times 3 = 18000$

Costos laborales personal bañeros $\$6000 \times 2 \times 3 = \36000

Costo total anual personal \$54000

Cabe aclarar que la cantidad mínima de guardavidas para un natatorio de estas dimensiones según la normativa de la Ciudad de Córdoba es de 4 y también debe haber un médico que preste servicio en el horario central de funcionamiento del natatorio.

4.5 Cambio de material filtrante

La arena de filtrado tiene una durabilidad limitada debido a la contaminación por bacterias, desgaste del material y saturación del mismo. En la práctica, para asegurar la higiene, se cambia totalmente cada 4 años.

La contaminación del medio filtrante se produce fundamentalmente por la proliferación de biofilm. El biofilm se forma por la segregación de una protección de las bacterias para defenderse de la acción de los oxidantes utilizados para su eliminación.

Las imperfecciones superficiales de la partícula filtrante a nivel superficial es un factor que favorece la proliferación de biofilm, que con el paso del tiempo, también produce una aglomeración del material filtrante y por lo tanto la reduce la eficiencia del filtrado.

Hay que tener en cuenta que debe utilizarse una arena de granulometría determinada y con determinadas características químicas, altas resistencias y con límites en los coeficientes de uniformidad.

En el caso del filtro del Club Deportivo y Cultural La Francia se recomienda una carga filtrante constituida por:

Antracita: manto filtrante de mayor tamaño de grano y menor peso específico que el cuarzo lo que permite que luego del retrolavado ocupe nuevamente la parte superior de la carga. Por su tamaño de grano permite la retención de las partículas más grandes de suciedad.

Cuarzo: manto filtrante de grano más fino que la antracita para retención de las partículas más pequeñas constituido solamente por sílice lo que garantiza la no rotura del mismo en el retrolavado, manteniendo la granulometría original y la permanencia dentro del filtro.

Piedra fina: manto soporte del cuarzo. No permite el paso del mismo a través de los colectores.

Piedra gruesa: relleno.

Calculo costo material filtrante

Material	Antracita	Cuarzo	Piedra fina	Piedra Gruesa
Cantidad	130Kg	1600Kg	1000Kg	900Kg
Costo	\$2600	\$12000	\$5000	\$4500

Costo Material \$24100

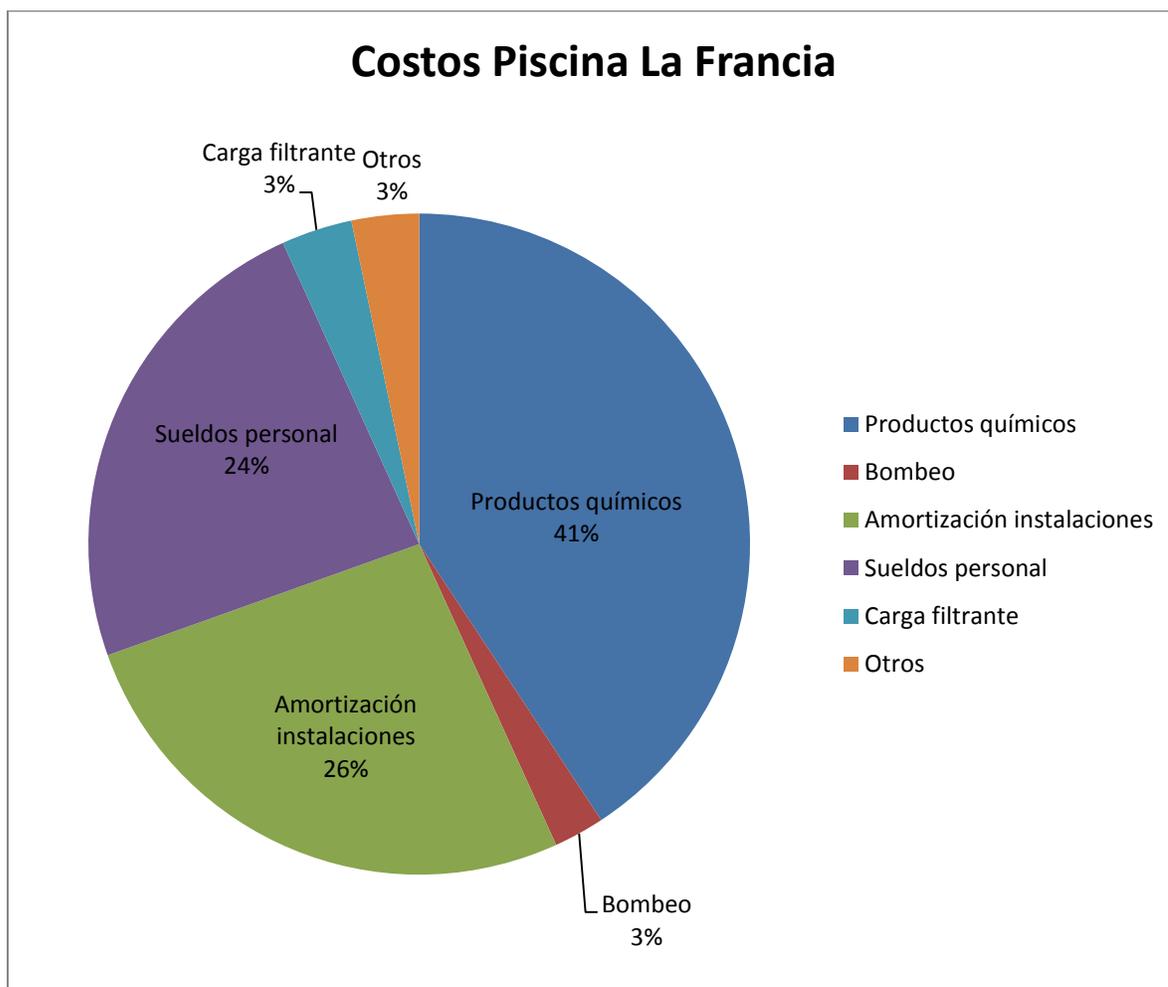
Costo Mano obra \$7500

Total \$31600

Costo total anual \$7900

4.6 - Planilla resumen

Item	Costo
Cloro	\$65065
Alguicida	\$7540
Floculante	\$15225
Ácido	\$4958
Bombeo	\$5653
Amortización instalaciones y construcción	\$60000
Personal	\$54000
Carga filtrante	\$7900
Otros (services, cambio de partes, pintura etc.)	\$7500
Total General	\$227841



4.7 - Soluciones sugeridas

4.7.1 - Ejecución de otro pozo

Como ya comentamos, el agua del pozo existente tiene parámetros que no se encuadran en los estándares de agua para piscinas que analizamos. Por ello es necesario utilizar grandes cantidades de productos químicos para responder a las necesidades de calidad de agua para este tipo de uso.

También se recomienda en las guías internacionales que se realice un recambio de un porcentaje de agua diariamente, de modo que estaríamos rellenando con agua de no tratada. Esto sumado a las pérdidas por las fisuras y el agua necesaria para limpiar el filtro produce un aumento en los costos de operación.

Una de las propuestas es realizar un pozo a mayor profundidad para obtener agua que se ajuste a los estándares. Esto se considera factible ya que existe otro pozo en las cercanías que provee agua que se ajusta más a las necesidades.

Las opciones son realizar otro pozo o ejecutar una prolongación de cañería de 160mts desde la otra perforación hasta la piscina.

Una prefactibilidad arroja los siguientes costos

Costo ejecución otro pozo \$45000 (con bomba nueva)

Costo ejecución prolongación cañería \$20000

Ahorros en productos químicos anual \$2080 (mitad* cloración breakpoint) + \$3750 (**ácido para neutralizar pH) =

* Recordemos que para el “break point” inicial con el agua del pozo existente la dosis de cloro se duplicaba.

* El otro pozo existente tiene pH 7.4

4.7.2 - Relleno de la piscina

Otra de las opciones es la reducción de la capacidad de la piscina disminuyendo la profundidad en la zona de la hoya. Esto reduciría los costos de operación ya que es menor la cantidad de agua a mantener y permitiría también reducir fisuras por donde hay filtraciones. Estas obras también aumentarían la carga de baño ya que a menor profundidad aumenta la cantidad de bañistas por m2 permitiendo un mayor aprovechamiento de la instalación y su beneficio económico.

El volumen de relleno a colocar es de 200m³ y a esto deben sumarse otros trabajos adicionales como prolongación de las cañerías de succión de fondo.

Una prefactibilidad arroja los siguientes costos

Costo relleno \$250000

Ahorro anual productos químicos \$12800 (13% del total aprox.)

4.7.3 - Reducción de la piscina

Puede reducirse el largo de la piscina a 25mts que también es una medida conveniente para competiciones. La razón de ser de esta obra sería para disminuir el volumen de agua a tratar, y reducir la cantidad de fisuras que principalmente se encuentran en la zona más profunda. Se puede reducir desde los 1,35 mts en la parte menos profunda para llegar a la medida reglamentaria y sobre la parte más profunda el resto.

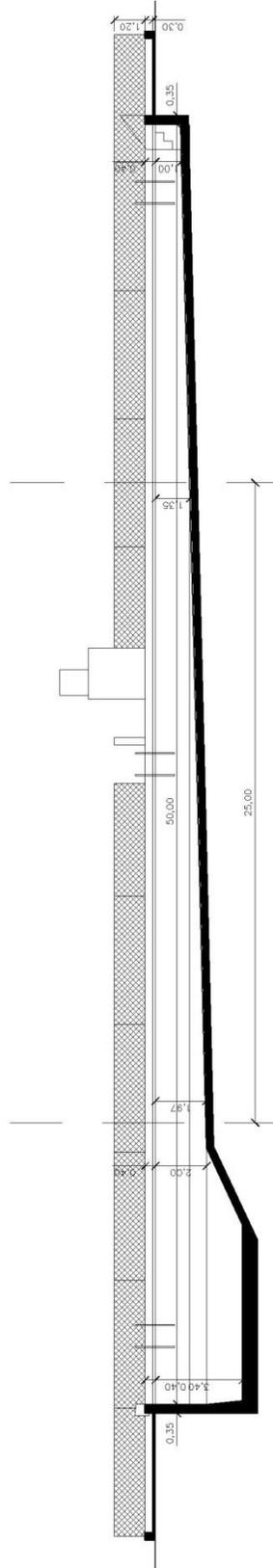
Esta reducción traería aparejado un costo mayor al de la opción de relleno ya que las modificaciones en la cañería del sistema de filtrado serían mas importantes.

El volumen de relleno a colocar es de 790m³ y a esto deben sumarse otros trabajos adicionales como ejecución de vereda perimetral nueva.

Una prefactibilidad arroja los siguientes costos

Costo reducción \$350000

Ahorro anual productos químicos \$42500 (42% del total aprox.)



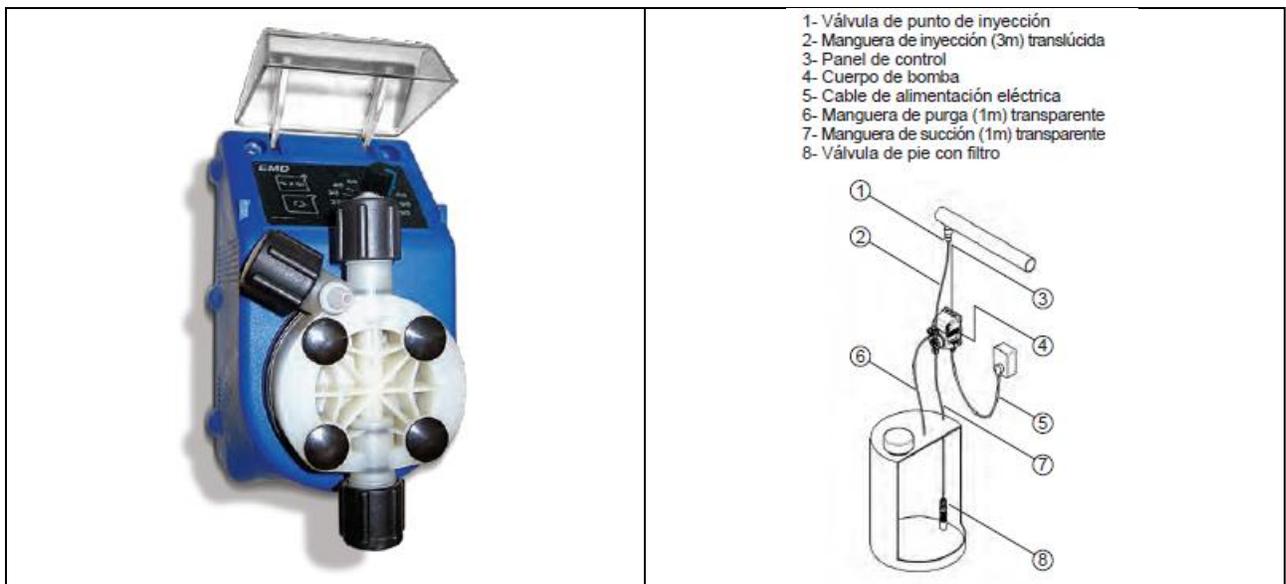
4.7.4 - Utilización de dosificadores

Existen varios tipos de dosificadores en el mercado y para la piscina en estudio se puede emplear uno a bomba de diafragma.

El objetivo del dosificador en esta piscina en particular es garantizar la concentración de cloro mínima en cualquier momento del día, ahorro en productos químicos y mayor seguridad en el manejo del cloro y ácido ya que ambos son oxidantes muy potentes.

Aunque el ahorro en productos químicos no sería significativo el retorno de esta inversión viene dado por una disminución de las enfermedades comunes en estos natatorios, ej: otitis, conjuntivitis, dermatitis, etc.

Costo dosificador \$6000



4.7.5 – Instalación de cerramiento y calefacción de la piscina.

La inversión se justifica ya que se la amortización anual de la construcción se divide en mayor cantidad de usuarios y de días de uso al año. Y reduciendo el tamaño de la piscina también se reduce la inversión en el sistema de calefacción

Costo del cerramiento \$ 1000000 (a amortizar en 20 años)

Costo del sistema de calefacción \$600000 (a amortizar en 20 años)

Costo anual combustible \$600000

5 - RESUMEN

Los trabajos en este natatorio fueron tendientes a mejorar la salubridad y seguridad de los habitantes del pueblo de La Francia y regiones aledañas que utilizan las instalaciones. También se aumento la eficiencia del sistema de filtración y se disminuyeron los costos de operación.

Los mayores desafíos en la ejecución y reacondicionamiento del sistema de tratamiento físico fueron la logística y provisión de los materiales con las características solicitadas de acuerdo a las necesidades. Esto produjo demoras y, algunos materiales no se consiguieron, como por ejemplo la manguera flotante para limpiafondos de 2 ½”.

El punto crítico del sistema de cañerías era el limpiafondo que no permitía una succión plena por el deterioro de la cañería e impedía el retiro total del material sedimentado y, por lo tanto, se requería mayor cantidad de cloro para su oxidación. Por otro lado con el movimiento de los bañistas se generaba turbulencia que levantaba el material del fondo y enturbiaba el agua.

El cálculo y cambio de diámetro de la cañería de limpiafondos fue muy importante para evitar la cavitación. Esta se comprobó cuando se retiraron las bombas para efectuarles un servicio, por el estado de las turbinas de bronce que presentaban falta de material.

Por otro lado el nivel freático obligo retirar las bombas de la sala de máquinas subterránea existente y a colocarlas en la superficie, a nivel del pelo de agua, y a prolongar la cañería de toma de fondo en detrimento de la eficiencia y purgado del sistema.

A pesar de las dificultades expuestas anteriormente se observó una mejora substancial en la calidad del agua del natatorio y una reducción de los tiempos de limpieza y operación del sistema de filtrado que justifican ampliamente la inversión.

El sellado de grietas se realizó como paliativo para impedir temporalmente la fuga de agua de la piscina. Es de notar que cuando la pileta está vacía la presión ejercida por el agua de las napas vuelve a abrir fisuras ya que en el momento de la construcción no se tuvo en cuenta estas presiones, que probablemente no existían, ya que el ascenso del nivel freático es un problema que se presenta en la actualidad en esa zona.

Los retornos ubicados por dentro de la pileta se cambiaron por una cuestión de seguridad para los bañistas ya que la cañería estaba reseca y podía partirse lastimando a los usuarios y también para lograr una mayor eficiencia en el filtrado colocándolos opuestos a las tomas de fondo para conseguir un buen recambio del agua.

El análisis de costos de operación se realizó con el objeto de facilitar los procesos decisorios de los directivos del club con respecto a posibles obras, modificaciones en el sistema de filtrado y compra de productos químicos. Cabe aclarar que actualmente no se verifica la calidad de los productos que se adquieren para el tratamiento del agua del natatorio y, en contraposición, los cálculos de costo, en este informe, se efectuaron con productos de marcas reconocidas que garantizan y aseguran la calidad de los

insumos. También se tiene en cuenta la cantidad mínima de personal para que el natatorio funcione con las condiciones de seguridad y atención adecuadas.

Los costos de operación deben minimizarse y dividirse en una mayor cantidad de usuarios. Por ello cuando la calidad del agua es buena invita a bañarse y a utilizar todas las instalaciones, y hasta concurren bañistas de los pueblos aledaños generando un gran beneficio a la localidad. Es por ello que también se recomienda cerrar y climatizar el natatorio.

Con el uso de dosificadores se garantiza una concentración constante y dentro de los estándares, de desinfectantes en el agua de modo de reducir los posibles contagios de enfermedades comunes en este tipo de instalaciones, por ejemplo: otitis, conjuntivitis, micosis, hepatitis, etc.

Aconsejamos se realice un análisis más minucioso del agua de pozo existente, para determinar con más exactitud la presencia de materia orgánica y también la demanda de cloro. Con estos datos se puede estimar el consumo de oxidantes en forma más exacta.

Finalmente podemos decir que con el auge de las piscinas domiciliarias, se ha perdido el interés en las piscinas públicas que, por lo tanto, deben utilizar todos los recursos y estrategias disponibles y constituir ventajas competitivas y captar bañistas y, de esta manera, amortizar las inversiones que en general son bastante altas.

6 - ANEXO

6.1 - Tratamiento Químico del agua de la Piscina - Parámetros

6.1.1 - pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad del agua. Su expresión viene dada por el logaritmo negativo de la concentración del ion H⁺ expresada en moles/litro.

El agua pura neutra tiene una concentración de ion hidrógeno de 10⁻⁷ moles por litro. Luego el pH será de 7. Una disolución ácida tiene mayor concentración de ion hidrógeno que el agua pura y por lo tanto su pH será menor que 7. Las medidas prácticas del pH se encuentran entre los valores 0 y 14.

6.1.1.1 - Valores indicativos

Los niveles aceptables de pH para el agua de la piscina están entre 7 y 7,8 nivel que asegura la eficacia de los productos químicos que se utilicen en el tratamiento y que previene la corrosión de las partes metálicas del equipo de depuración. Un exceso o un defecto pueden disminuir la eficacia de la cloración e irritar las mucosas, además de contribuir al enturbiamiento del agua.

6.1.1.2 - Corrección del pH

pH elevado (>7,8)

Produce una disminución del poder desinfectante del cloro.

Favorece el crecimiento de algas y bacterias

Produce irritación de mucosas

Precipitación de sales cálcicas

Para aumentar el pH es necesario añadirle un producto ácido: ácido clorhídrico, sulfamán, bisulfato sódico.

pH bajo (<7,0)

Produce irritación de mucosas

Aumenta el poder desinfectante del cloro

Aumenta la turbidez del agua.

Para aumentar el pH es necesario añadirle un producto alcalino: carbonato de sodio, bicarbonato de sodio.

Puede utilizarse Bromo en lugar del cloro como desinfectante por su naturaleza menos volátil. Su acción tiene resultados más efectivos cuando el valor del pH es superior a 7,4.

6.1.2 - Equilibrio del Agua. Índice de Langelier

El índice de saturación desarrollado por el Dr. Wilfred Langelier se usa ampliamente para predecir el equilibrio de las aguas de las piscinas. Es un cálculo estimativo de la capacidad de las soluciones para disolver o precipitar los depósitos de carbonato de calcio. Un cierto nivel de esta precipitación (película es conveniente para aislar las tuberías y calderas del contacto con el agua. Cuando no se forma esta película protectora, se considera que el agua es corrosiva. Por otro lado, las incrustaciones causan fallos en el sistema. Por tanto, el Índice de Langelier es una potente herramienta para calcular el equilibrio del agua y para predecir los problemas de corrosión e incrustaciones.

Para el cálculo de este índice, se requiere conocer los valores de pH, temperatura, alcalinidad y dureza aplicándose la siguiente fórmula:

$$IL = pH + TF + HF + AF = 12,5$$

Donde, IL = Índice de Langelier / pH = pH del agua / TF = factor de temperature / HF = factor de dureza / AF = factor de alcalinidad.

Estos factores se pueden obtener en la siguiente tabla:

TEMPERATURA °CTF	DUREZA ppm....HF	ALCALINIDAD ppm....AF
0.....0,0	50,7	50,7
4.....0,1	251,4	251,4
8.....0,2	501,7	501,7
12.....0,3	751,9	751,9
16.....0,4	1002,0	1002,0
20.....0,5	1502,2	1502,2
24.....0,6	2002,3	2002,3
28.....0,7	2502,4	2502,4
32.....0,7	3002,5	3002,5
36.....0,8	4002,6	4002,6
40.....0,9	5002,7	5002,7
50.....1,0	10003,0	10003,0

6.1.2.1 - Ejemplo de cálculo

Condiciones del agua	Factores	$pH + TF + HF + AF - 12,5 = 7,2 + 0,7 + 2,4 + 1,9 - 12,5 = - 0,3$
Temperatura 30°C TF = 0,7		Conclusión: El balance es aceptable pero existe riesgo de que el agua llegue a ser corrosiva; se recomienda verificar frecuentemente.
pH 7,2	pH = 7,2	
Alcalinidad 80 ppm	AF = 1,9	
Dureza 230 ppm	HF = 2,4	

La interpretación del resultado obtenido al aplicar la fórmula de cálculo del IL es la siguiente:

Si el índice es cero, indica que el agua está perfectamente equilibrada

Si el índice es negativo, indica que el agua tiene tendencias corrosivas

Si el índice es positivo, significa que el agua tiene tendencias insrutantes

Los valores de IL se consideran absolutamente óptimos en el intervalo (-0,3 y +0,3) y aceptables entre (-0,5 y +0,5)

6.1.3 - Cloro

6.1.3.1 - Diferentes formas de cloro en el agua

El ácido hipocloroso es la forma activa del cloro, el cual le da el poder desinfectante. Para poder tener una concentración adecuada es importante que el pH se encuentre dentro de unos márgenes. Se recomienda que el pH se mantenga entre 7,0 y 7,8.

El cloro necesario para mantener un óptimo poder desinfectante está en función del pH, como muestra la tabla siguiente:

<i>pH</i>	7,0	7,4	7,7	7,9
<i>Cloro residual libre necesario (mg/l)</i>	0,5	0,7	1,0	1,8

El color residual libre puede oscilar entre el 0,5 y 2 mg/l. El cloro total no debe sobrepasar más del 0,6mg/l del nivel de cloro residual libre.

Cloro residual:

Fracción de cloro añadido que conserva las propiedades desinfectantes.

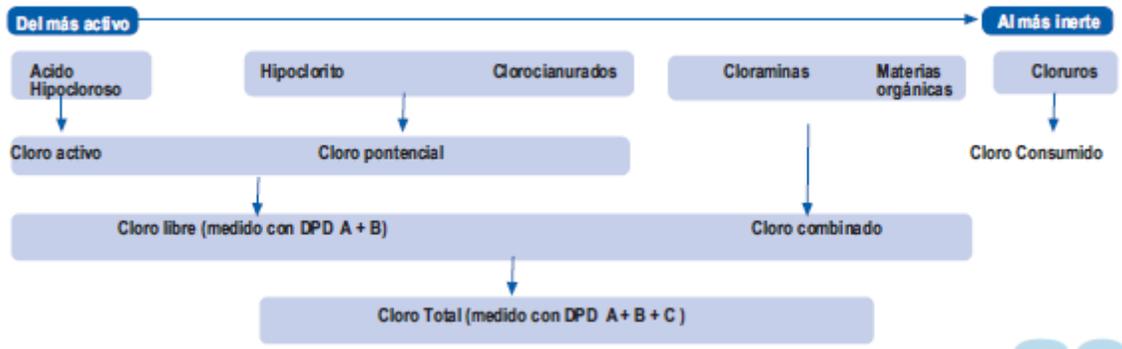
Cloro residual libre:

Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso o hipoclorito.

Cloro residual combinado:

Cantidad de cloro presente en el agua en forma de cloraminas o de otros compuestos orgánicos del cloro.

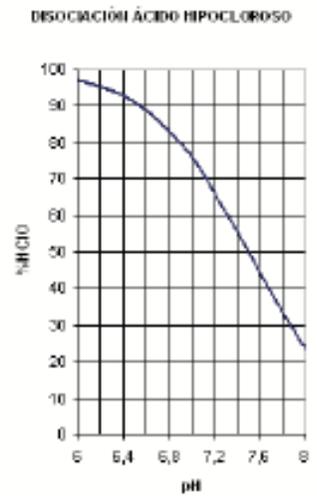
Cloro residual total:



6.1.3.2 - Gráfica del % de cloro activo en función del pH

La cantidad de ácido hipocloroso presente en el agua está muy condicionada por el valor del pH. En las aguas con un pH alto, la mayor parte del cloro activo se convierte en ión hipoclorito, (ClO⁻), una forma de cloro con muy bajo poder desinfectante. El ácido hipocloroso tiene mayor poder oxidante y bactericida que el ion hipoclorito, por lo que, es importante mantener un valor de pH adecuado para obtener una desinfección eficiente. En las aguas con un pH básico, disminuye el porcentaje de ácido hipocloroso, y aumenta el del ion hipoclorito con un poder oxidante inferior, de manera que disminuye el poder desinfectante del agua. El valor de pH idóneo para obtener una mayor desinfección es entre 7 y 7,2.

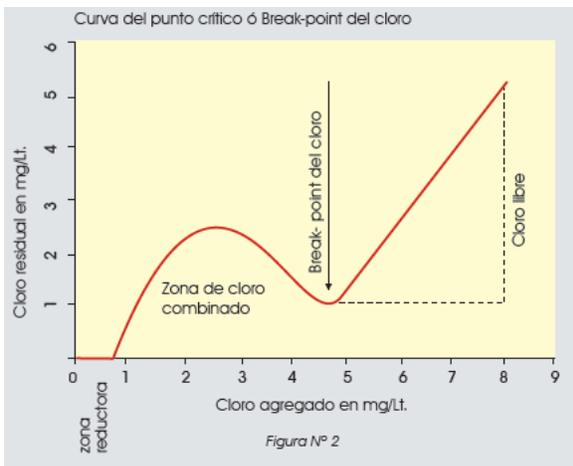
pH	% cloro activo	% cloro inactivo
6,0	95	5
6,5	90	10
7	75	25
7,2	66	34
7,5	47	53
8	22	78
8,5	8	92



La utilización de la piscina implica un aumento de pH. Los usuarios aportan sustancias ricas en amoníaco, sea por transpiración, por excreción ó por sudación. El agua de la piscina requiere que tenga un cierto poder desinfectante mientras sea utilizada con el objeto de evitar contaminaciones. Si la desinfección se realiza con cloro deberá presentar un cierto nivel de cloro que denominaremos cloro libre residual. Además requerirá ajustes periódicos de pH, lo cual veremos en los tratamientos correctivos. Cada piscina tendrá una demanda de cloro que será en función del uso, medio que la rodea, estado del sistema filtrante e higiene de los usuarios. Dado que dichas variables son imposibles de prever con exactitud, se adopta el criterio de medir la cantidad residual de cloro en agua al cabo de una hora de haber sido dosificado. En cada país las autoridades sanitarias fijan los valores adecuados y muchas veces deben ser adaptados a la posibilidad de desarrollo de enfermedades que pueden transformarse en epidémicas tales como cólera, hepatitis, meningitis, entre otras. Los equipos de medición adoptan una escala denominada p.p.m. [partes por millón]. 1 p.p.m. de cloro = 1 miligramo de cloro por litro de agua = 1 kilo de cloro por cada 1.000.000 de litros de agua. Dado que siempre nos referimos al elemento cloro es importante recordar que se utilizan productos clorados con un cierto porcentaje de material activo, siendo el mismo el elemento de referencia por lo cual para una correcta dosificación y control deberá realizarse la corrección de dosis según el contenido de cloro del producto utilizado. Además es importante aclarar el comportamiento del cloro, para ello recurrimos a la figura Nº 2. La zona denominada reductora podría ser ejemplo del consumo de cloro que produce el Hierro y el Manganeso. La zona de Cloro Combinado es cuando el cloro se combina con material orgánico rico en amoníaco, urea. El agua que está en estas condiciones presenta un fuerte olor a cloro y produce, entre otras cosas, irritación ocular. Es característica de piscinas mal atendidas y generalmente de uso intensivo. Si se adiciona cloro en forma creciente se observa primero un consumo total del mismo debido a sustancias reductoras, luego un crecimiento irregular con aumentos y disminuciones, zona de cloro combinado y finalmente un aumento proporcional, cloro libre. El cloro Activo Total es la suma del cloro libre más el cloro Combinado. El poder desinfectante está dado por el cloro Libre.

6.1.3.3 - Dosificación del Cloro

Lo aconsejable es mantener un nivel constante de cloro en agua mientras permanezcan usuarios en la misma. Ciertos agentes naturales tales como la radiación solar y la temperatura, lo desestabilizan induciendo su consumo. En esas circunstancias si el agua se queda sin cloro es posible la contaminación y puede afectar no sólo al agua sino a los usuarios. El agua debe mantener siempre un cierto poder desinfectante. Lo cual es equivalente a mantener una cierta capacidad oxidante. Esa capacidad se denomina potencial REDOX. En las piscinas es necesario realizar mediciones de cloro mediante el correspondiente test kit y mantener la dosis de cloro residual en agua. En piscinas públicas es necesario medir y dosificar, el cloro, al menos tres veces al día, en caso de no disponer de sistema de dosificación automático. El pH debe ser verificado y ajustado a un rango del orden de 7,2 a 7,6 unidades de pH.

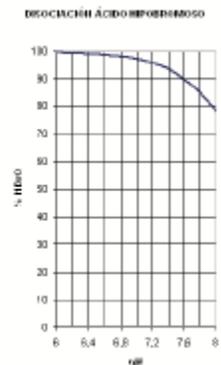


6.1.4- Bromo

6.1.3.2 - Gráfica del % de Bromo activo en función del pH

A diferencia de lo que sucede con el ácido hipocloroso, la cantidad de ácido hipobromoso presente en el agua varía muy poco con los cambios del pH.

pH	% bromo activo	% bromo inactivo
6,0	100	0
7,0	98	2
7,2	96	4
7,8	87	13
8,0	83	17



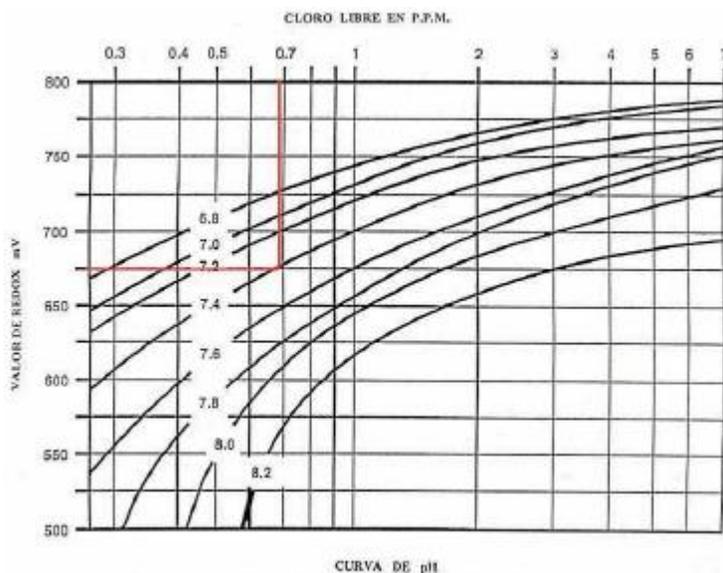
6.1.5 - Relación Redox – pH – Cloro

La tecnología de la lectura de ORP para controlar un desinfectante ha sido reconocida e incorporada en Europa y en el mundo del agua desde hace años. En 1972, la organización Mundial de la Salud reconoció en sus “Standards for Drinking Water” (WHO 1972) que un nivel del ORP de 650mV en el agua desinfecta e inactiva viralmente de forma casi instantánea.

Alemania, que tiene algunos de los estándares más restrictivos de la calidad del agua en el mundo, ha fijado su estándar en 750mV para las piscinas y los balnearios, En 1988, el instituto nacional del balneario y de la piscina (NSPI) indicó que el ORP se podría utilizar como medida suplementaria de la actividad apropiada de la esterilización cuando el cloro y el bromo se utilizan como el desinfectante primario. El NSPI también indicó que el uso de la medida de ORP no reemplaza ni elimina la prueba de los niveles con los kits estándares.

Diferentes estudios han demostrado que un valor de ORP de 650 a 700mV medidos entre 6,5 y 8,5 provoca la eliminación de microorganismos patógenos. En estudios realizados hasta la fecha apuntan fuertemente el uso de 650mV como valor umbral mínimo para una actividad antibacteriana típica. Este valor de 650mV es consistente con las normas que fueron desarrolladas y han sido utilizadas en Europa desde mediados de 1980 para la calidad del agua potable municipal.

Se debe tener en consideración que las medidas de ORP dependen del valor de pH. Por ejemplo, la cantidad de ácido hipocloroso existente en el agua varía en función del pH, ya que se forma el ión hipoclorito. Un aumento del pH provoca una disminución del ORP. Este problema no se tiene en las piscinas ya que el pH del agua está controlado y es poco variable.



6.2 - Tratamiento físico del agua de la piscina

6.2.1 - Filtración

El objetivo básico de la filtración es eliminar del agua las partículas en suspensión y microorganismos. Consiste esencialmente, en el pasaje de agua a través de un lecho poroso, constituido generalmente, para piletas de grandes dimensiones, por arena.

6.2.1.1 - Factores que influyen en la filtración

Tipo de medio filtrante

El medio filtrante puede estar constituido por arena silíceo, antracita, granate o una combinación de dichos materiales. La forma tiene importancia por el aspecto hidráulica (pérdida de carga inicial) y por la relación superficie volumen. Se demuestra que:

$$\lambda \propto \frac{1}{d^n}$$

En donde λ es la eficiencia, d el diámetro de las partículas y n es un coeficiente que varía de 1 a 3.

Velocidad de filtración

La velocidad de filtración es inversamente proporcional a la eficiencia así:

$$\lambda \propto \frac{1}{V^n}$$

En donde a n se le asigna un valor de 0.7 a 1.

Tipo de suspensión

Se pueden agrupar en características físicas y químicas

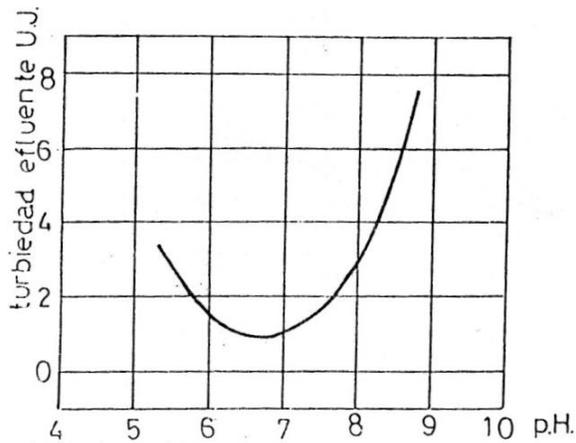
Características físicas: El volumen y densidad del floc se relacionan en varias formas con la rapidez con que aumenta la pérdida de carga en el filtro y otros parámetros.

Si el volumen del floc es grande, los poros del medio filtrante se llenarán con mayor rapidez y el gradiente hidráulico aumentará más en menor tiempo.

La densidad se ve directamente relacionada con las fuerzas atractivas de Van der Waals, estas se incrementan con la densidad de las partículas ya su vez influye en la adhesividad del floc o sea su resistencia al desprendimiento por efecto de las fuerza de arrastre del flujo.

Características químicas: Los resultados de los estudios de la interrelación entre el pH y la eficiencia del filtro son de difícil evaluación y a veces contradictorios.

En general, se puede decir que existe un pH óptimo para filtrar el agua, que no necesariamente es igual al que se encuentra para desestabilizarla y sedimentarla.



Influencia de la temperatura

La temperatura del agua afecta tanto los mecanismos físicos como los químicos que intervienen en la filtración. Estudios realizados al respecto permiten deducir que la eficiencia generalmente disminuye cuando aumenta la temperatura.

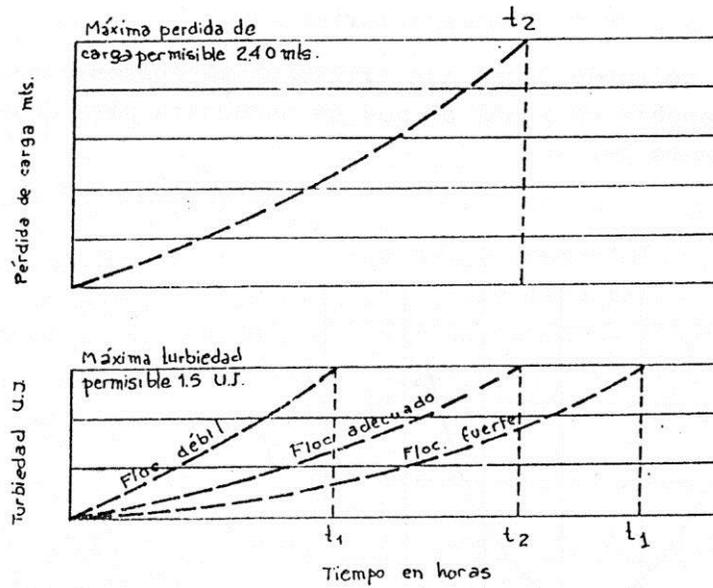
Dureza del floc

A medida que aumenta la dureza del floc, el tiempo en el cual se produce la máxima turbidez en el efluente, aumenta.

Carrera del Filtro

Se denomina "carrera de filtro" al tiempo (horas) transcurrido entre dos lavados consecutivos del filtro, el cual sólo puede producir agua con determinada calidad durante un período de tiempo fijo, a partir del cual el floc empieza a aparecer en el efluente. Puede suceder que éste salga antes o después que se alcance la máxima pérdida de carga permisible.

Como lo muestra la figura, tres condiciones pueden entonces considerarse al respecto:



1. Que la máxima turbiedad efluente permisible se produzca antes que se alcance la máxima pérdida de carga $t_1 < t_2$.
2. Que se produzca después que la máxima pérdida de carga $t_1 > t_2$.
3. Que se produzca al mismo tiempo $t_1 = t_2$

Al primer caso, los autores se refieren como a "floc blando", al segundo como "floc fuerte" y al tercero como "floc adecuado".

Cuanto más grande sea t_1 con respecto a t_2 , mayor certeza se tendrá de que no habrá interrupción de turbiedad antes de que se acabe la carrera del filtro. Desde el punto de vista práctico, lo más económico sería que t_1 sea igual a t_2 .

6.3 - Estándares del agua para natatorios

6.3.1 - Ordenanza N° 11566 - Municipalidad de Córdoba

- 1.- Informe Técnico favorable emitido por las reparticiones municipales encargadas de evaluar las condiciones de infraestructura, equipamiento, seguridad, higiene y niveles de sonidos, en un todo de acuerdo a lo establecido en la Ordenanza N° 9.387 - Código de Edificación y sus modificatorias;
- 2.- Cumplimentar con las exigencias particulares que a continuación se detallan en cuanto a condiciones de infraestructura, equipamiento, seguridad e higiene referidas a la organización espacial, técnica, volumétrica y funcional de la actividad a desarrollar:
 - certificado de homologación de equipos y accesorios de tratamiento de agua;
 - equipo purificador de agua con capacidad de filtrado en función al volumen de la piscina;
 - accesos, circulaciones y sanitarios para personas con capacidades diferentes, conforme a las normas vigentes (NUEVO);
 - casilleros, anaqueles o armarios para la guarda de elementos personales de los usuarios.
 - dispositivos que permitan a los usuarios abastecerse de agua potable en forma permanente.
 - botiquín de primeros auxilios para emergencias de la actividad a desarrollar en el Natatorio;
 - cestos de basura;
 - instalaciones principales y complementarias del Natatorio en perfecto estado de salubridad e higiene.
- 3.- Constancia de contrato vigente del Servicio de Emergencia Médica con cobertura en la modalidad Área Protegida;
- 4.- Certificado de Inspección Final del Departamento de Bomberos de la Policía de la Provincia de Córdoba;
- 5.- Constancia de póliza vigente de Seguro de Responsabilidad Civil con cobertura ante accidentes o cualquier otra contingencia producto de las actividades que se desarrollen en el Natatorio;
- 6.- Certificado de aptitud del agua de la piscina según parámetros establecidos en el Art. 12° de la presente;
- 7.- Resolución Aprobatoria dictada por la Dirección de Deportes y Recreación.
- 8.- Debe cumplimentar los siguientes requisitos sin perjuicio de otros que pudieran exigirse:
 - copia certificada del título profesional y matrícula o carnet habilitante del personal del Natatorio, cuando así correspondiere;

certificado bianual del Curso de Primeros Auxilios y Reanimación Cardiovascular de todo el personal del Natatorio, según lo establecido en Ordenanza N° 11.486;

equipo de salvamento compuesto por dos Tubos de Rescate o Torpedos con sus respectivos elementos de salvataje.

9.- La cantidad máxima de personas que simultáneamente pueden hacer uso del recinto de piscina y piscina son tres (3) metros cuadrados por persona.

10.- Los locales que integran el Natatorio deben mantenerse en perfecto estado de limpieza y conservación.-

11.- La desinfección y desratización del Natatorio debe ser realizada con productos autorizados y por empresas especializadas con la siguiente frecuencia mínima:

en natatorio descubierto: al comenzar la temporada;

en natatorio cubierto: 1 (una) vez cada cuatro meses.

Dicha periodicidad puede reducirse si las recomendaciones técnico-sanitarias así lo aconsejan.

12.- En todos los casos el Natatorio guardará una copia de los análisis con firma en original del profesional actuante a fin de ser presentados en oportunidad de la inspección correspondiente o a requerimiento de las Autoridades de Aplicación.

13.- En época de receso, si la piscina no se vacía, el agua de la misma debe ser mantenida en condiciones óptimas a fin de evitar la propagación de larvas y la generación de foco infeccioso.

14.- La profundidad de la piscina se debe indicar y señalar cada tres (3) metros de longitud en los bordes de la misma y en su vereda perimetral.

15.- La boca de desagüe de la piscina se debe ubicar en la zona de mayor profundidad de la misma a fin de posibilitar su vaciamiento según pautas determinadas por la Dirección de Redes Sanitarias y Gas. Dicha boca se cubre por rejilla de acero inoxidable operada con cierre, con orificios de diámetro máximo 2 (dos) centímetros y fijación segura.

16.- La superficie interior de la piscina se debe revestir con material liso, impermeable, resistente a los agentes químicos, de color claro, fácil de limpiar y desinfectar. Las marcas, divisiones y andariveles se pintan de acuerdo a las actividades a realizar en la piscina.

17.- La piscina debe contar con escaleras de acceso a fin de permitir el ingreso y egreso del bañista al agua, las que deben cumplir con las siguientes condiciones:

Cantidad:

en piscinas con perímetro menor o igual a ochenta (80) metros: mínimo 4 (cuatro);

en piscinas con perímetro mayor a ochenta (80) metros: mínimo cinco (5). Por cada veinte (20) metros de aumento del perímetro se agregará una (1) escalera;

en piscinas para principiantes se exige una (1) escalera.

Ubicación: se deben distribuir equidistante entre sí.

Colocación: se deben fijar de manera semi-permanente al borde y a los muros de la piscina.

Características técnicas:

deben alcanzar una profundidad mínima de un (1) metro bajo el agua;

los escalones deben ser de material antideslizante, inoxidable y sin aristas peligrosas.

18.- Se autoriza la instalación de focos subacuáticos solo en aquel natatorio que posea cámara exterior para su mantenimiento o que utilice sistemas sin energía eléctrica o alternativos que no signifiquen riesgo alguno para el bañista.

19.- En el Natatorio Cubierto el recinto de piscina debe cumplir con las exigencias de ventilación e iluminación correspondientes a locales del Grupo III (clasificación según Ordenanza N° 9.387 - Código de Edificación).

20.- El recinto de piscina debe estar separado del resto del predio por una cerca perimetral de altura mínima uno con cuarenta (1,40) metros. Dicha cerca tiene por objeto impedir el ingreso del público en horarios en que la piscina se encuentre cerrada y resguardar a las personas de caer en ella.

21.- El recinto de piscina debe contar con vereda perimetral, la que:

rodea a la piscina en su totalidad;

está libre de impedimentos;

está construida con material impermeable, antideslizante y apropiado a fin de mantener su limpieza y desinfección;

tiene un ancho mínimo de un (1) metro;

posee canaletas de evacuación de agua.-

22.- La iluminación artificial del recinto de piscina es requisito fundamental para permitir el funcionamiento de la piscina en horario nocturno. La intensidad de la misma debe garantizar la iluminación uniforme y eficiente tanto del recinto como de la piscina en toda su profundidad. Los artefactos de luz se deben colocar a una altura mínima de cuatro (4) metros por sobre el punto más elevado de la piscina.

23.- La oficina destinada a administración debe cumplir con las exigencias de ventilación e iluminación correspondientes a locales del Grupo III (clasificación según Ordenanza N° 9.387 - Código de Edificación).

24.- El Servicio Médico debe poseer instalaciones apropiadas ubicadas en lugar visible y señalizado y que deben cumplir con las exigencias de ventilación e iluminación correspondientes a locales del Grupo III (clasificación según Ordenanza N° 9.387 - Código de Edificación).

25.- Los locales destinados a la atención sanitaria están formados por: consultorio médico, sanitario para uso exclusivo del personal a cargo del servicio médico y sala de espera.-

26.- El consultorio médico incluye el siguiente equipamiento mínimo:

lavabo con agua corriente, jabón líquido y toallas de un solo uso;

camilla;

botiquín de Primeros Auxilios en perfecto estado, bajo condiciones adecuadas de conservación y con medicamentos de vencimiento diferido.

27.- Los vestuarios y sanitarios se deben ajustar a las exigencias del Código de Edificación en lo que a cantidad y dimensiones se refiere, se deben separar por sexo y deben cumplir con las exigencias de ventilación e iluminación correspondientes a locales del Grupo IV (clasificación según Ordenanza N° 9.387 - Código de Edificación).-

28.- Los vestuarios y sanitarios deben estar dotados de:

mobiliario en material inoxidable;

pisos de material antideslizante, impermeable, de fácil lavado y con pendiente hacia los desagües.-

29.- Los sanitarios se deben equipar con:

lavabos y ducha con agua de red;

dosificador de jabón;

toallas de un solo uso o secador eléctrico;

papel higiénico.-

30.- Los vestuarios se deben equipar con guardarropas individuales para uso personal del bañista. Dichos guardarropas pueden ser: box con llave, percha o bolsa numeradas de un solo uso.

31.- Las instalaciones complementarias se deben ubicar en locales de uso exclusivo con inaccesibilidad total a los usuarios del Natatorio e ingreso autorizado exclusivamente a personal de mantenimiento.

Dichas instalaciones deben contar con ventilación que garantice la renovación total del aire de manera continua.

32.- El depósito destinado al almacenaje de productos químicos autorizados para ser usados en el tratamiento del agua de la piscina y en la limpieza o desinfección del Natatorio, debe poseer en lugar visible carteles informativos detallando: las medidas de seguridad adoptadas a fin de evitar accidentes, los antidotos a utilizar en el caso de ingesta o contacto con los mismos y los teléfonos y direcciones de los Centros de Salud especializados más cercanos.

33.- Los requisitos necesarios a cumplir por el personal que trabaja en el Natatorio son:

poseer condiciones acreditadas de buena conducta. Presentar a tal fin Certificado de Antecedentes;

poseer Libreta Sanitaria Municipal;

realizar el Curso BIANUAL de Primeros Auxilios y Reanimación Cardiovascular según lo establecido en Ordenanza N° 11.486 ;

copias certificadas de los títulos y matrículas habilitantes cuando correspondiere.

En cada caso se presentarán los correspondientes certificados acreditantes en original y la copia que se archivará en la Ficha de Datos Personales de los empleados del Natatorio.-

34.- El Director Técnico del Natatorio debe ser profesor o licenciado en educación física. Tiene a su cargo la programación y coordinación de las actividades acuáticas que tengan lugar en el Natatorio.

35.-Las clases de natación en los Natatorios deben ser dictadas por profesor con título habilitante de Licenciado o Profesor en Educación Física, Instructor o Entrenador de Natación, otorgado por autoridad competente reconocida por la Dirección de Deportes y Recreación. (NUEVO)

36.- El personal que cumple funciones de Guardavida en piscinas de la Ciudad de Córdoba, debe estar inscripto en el Registro Municipal de Guardavida y poseer Carnet Habilitante otorgado por la Dirección de Deportes y Recreación.

37.- El número mínimo de Guardavidas en las piscinas para adultos y público en general depende de la superficie de la misma y se determina de acuerdo a la siguiente tabla:

Superficie de Piscina	Profundidad de Piscina	
	Hasta 1,40 mts	Más de 1,40 mts
hasta 300 m2 inclusive	1 Guardavida	2 Guardavidas
Mayor de 300 m2 hasta 1.250 m2 inclusive	2 Guardavidas	3 Guardavidas
Mayor de 1.250 m2	3 Guardavida	4 Guardavidas

38.- El servicio médico debe estar a cargo de profesional Médico con título y matrícula habilitante, el que cumple sus funciones en el Natatorio durante un período mínimo de cinco horas diarias en horario central de funcionamiento del establecimiento.

39.- La Carpeta de Antecedentes debe contener:

certificado de Habilitación Comercial del Natatorio;

todos los análisis del agua ordenados por fecha;

póliza de seguro actualizada;

Protocolo de Situación de Accidentes (PSA);

Libro de Registro de Novedades semanales, en el que debe constar:

número de asistentes;

número y tipo de accidentes.

6.3.2 - Organización Mundial de la Salud - Guías para ambientes de aguas recreacionales seguros

Filtración

La filtración es crucial para obtener un agua de calidad en general. Si la filtración es pobre, la claridad del agua se verá afectada. La claridad del agua es un factor clave para asegurar la seguridad de los bañistas. Una visibilidad subacuática pobre es un factor que contribuye a accidentes y es importante en el reconocimiento de los nadadores en peligro y cuerpos en el fondo de la piscina.

La desinfección también se verá comprometida por partículas. Las partículas pueden proteger a microorganismos de la acción de los desinfectantes. Alternativamente, los desinfectantes pueden reaccionar con ciertos componentes de las partículas orgánicas para formar complejos que son menos efectivos que los componentes padres, o los desinfectantes pueden oxidar el material orgánico, en consecuencia eliminar el potencial desinfectante. (Department of National Health and Welfare, 1993)

La filtración es a menudo el paso crítico para remover *Cryptosporidium* oocysts y *Giardia* cysts. También es efectiva contra microbios, notablemente amebas que albergan bacterias oportunistas como *Legionella* y *Mycobacterium* spp. *Cryptosporidium* oocysts son efectivamente removidos por tierra de diatomea fina con un porosidad de filtro menor que 4µm. *Giardia* cysts son algo mayores y son removidos por filtros con una porosidad de 7µm o menos. A pesar de que el tamaño promedio de poro del filtro de arena de la piscina puede ser de hasta 100µm, no hay límite inferior para el tamaño de partícula que puede ser removido. Con la ayuda de coagulante y con un apropiado caudal, la materia suspendida (incluida la materia coloidal menor que 1µm) puede ser removida.

Algunos de los factores que es importante considerar en el diseño de un sistema de filtración son:

- Tasa de filtración o velocidad de filtración: típicamente, a mayor velocidad de filtración, menor eficiencia. Los filtros rápidos no remueven partículas coloidales tan efectivamente como los filtros de media velocidad, y no pueden usarse con coagulantes.
- Espesor de la cama de arena: los filtros de arena son comúnmente usados en piscinas públicas y semipúblicas. El correcto espesor del manto filtrante es importante para una eficiente filtración.
- Número de filtros: las piscinas se pueden beneficiar grandemente con un incremento de flexibilidad y guarda vidas con tener más de un filtro. En particular, las piletas pueden permanecer en uso con un reducido turnover con un filtro mientras el otro es inspeccionado o reparado. El agua filtrada de un tanque puede utilizarse para retrolavar el otro.
- Retrolavado: es la limpieza del manto filtrante saturado con sólidos suspendidos. Es ejecutado revirtiendo el flujo del agua, fluidizando la arena y pasando el agua de la pileta a través del filtro al desagote. Debe ser realizado según recomienda el fabricante del equipo, cuando la turbidez aceptable ha sido excedida o cuando a pasado cierto lapso de tiempo sin ejecutar el lavado.

En términos de desinfección efectiva, un útil, pero no absoluto, límite superior para la turbidez es 0.5 unidades de turbidez nefelométrica (NTU), determinada por el método nefelométrico (ISO, 1999). Para

identificar cuerpos al fondo de la pileta, un valor universal de turbidez no es considerado apropiado, ya que depende de las características individuales de la piscina, como reflexión de la superficie y materiales utilizados en su construcción. Standards individuales deben ser desarrollados, basados en los riesgos de cada pileta. Una posibilidad es usar como mínimo la habilidad de ver a un pequeño niño al fondo de la piscina desde la posición del guardavidia mientras la superficie del agua está en movimiento como cuando se usa normalmente (Health & Safety Commission, UK and Sport England, 1999). Una alternativa es mantener la claridad del agua de modo que las marcas de los carriles u otros accesorios sobre el fondo de la pileta en su parte más profunda sean claramente visibles desde la orilla. Los operadores pueden determinar estos indicadores como turbidez equivalente a través de la experiencia y luego monitorearla diariamente. Deben ser utilizados los procedimientos más rigurosos para la determinación de la turbidez.

Coagulación

Coagulantes o floculantes mejoran la remoción de material disuelto, coloidal o en suspensión retirando los sólidos de solución o suspensión (coagulación), y luego agrupa los sólidos (floculación), produciendo un floc, que es más fácilmente atrapado en el filtro. Los coagulantes son particularmente importantes para ayudar a remover el infeccioso oocysts y quistes de *Cryptosporidium* y *Giardia* que de otra manera atravesarían el filtro.

La eficiencia del coagulante depende del pH, que, por lo tanto debe ser controlado.

Dilución

La filtración y la desinfección no removerán todos los polutantes. El diseño y operación de una piscina debe reconocer la necesidad de dilución con agua fresca. La dilución limita el crecimiento de polutantes introducidos por los bañistas (ej: sudor y orina), subproductos de la desinfección y varios otros químicos disueltos.

Circulación e hidráulica

El propósito de dar especial atención a la circulación e hidráulica es asegurar que la totalidad de la piscina está adecuadamente servida. El agua tratada debe llegar a todas partes y la poluida debe ser removida, especialmente en las zonas más usadas y más poluidas por los bañistas. Si no, hasta un buen tratamiento puede no dar una buena calidad del agua. Y a la inversa, una buena circulación hidráulica puede dar lugar a un excelente sistema de tratamiento y producir una buena calidad del agua de la piscina.

El diseño y posición de los retornos, succiones y retiro del agua de la superficie son cruciales. Un sistema de desborde (desborde perimetral), con un tanque de compensación y canales de recolección perimetrales, es particularmente eficiente: casi la mayoría del caudal de circulación puede ser extraído desde la superficie, donde la polución es mayor (Gansloser et al., 1999). Carlson (1965) reportó que el

nivel de cloro libre en el agua de la piscina es siempre menor en la capa límite aire/agua que en las zonas más profundas, a causa, en parte por la alta demanda de cloro por los polutantes orgánicos en la superficie del agua (ejemplo: grasas de la piel, aceites para el cuerpo, caspa, etc.). La mayoría de las bacterias derramadas por los bañistas están en la saliva y en las descargas de mucus que también ocurren en la superficie.

El caudal es definido como el flujo de agua hacia y desde la piscina a través de la cañería y el sistema de tratamiento. El caudal apropiado depende, en la mayoría de los casos, de la carga de baño. Hay, sin embargo, algunos tipos de piscina donde el caudal no puede en realidad ser determinado por la carga de baño, por ejemplo: piscinas de buceo.

El caudal está relacionado con el tiempo de retorno, que es el tiempo que toma a un volumen de agua igual al de la pileta en pasar por los filtros, la planta de tratamiento y volver a la piscina. En principio, a menor tiempo de retorno, más frecuente es el tratamiento del agua.

Los tiempos de retorno deben, sin embargo, adaptarse a un tipo particular de piscina (ver ejemplos Cuadro 5.1). Idealmente, los tiempos de retorno deben ser diseñados para variar en las diferentes partes de la piscina: largos períodos en las áreas profundas, y cortos en las zonas menos profundas. Donde las piscinas tienen pisos móviles, el tiempo de retorno debe ser apropiado para la mayor carga de baño que tendrá la piscina en su parte más baja. Reducciones localizadas en tiempos de retorno pueden requerirse en piscinas recreativas con formas irregulares y profundidad variable, donde el volumen de agua es bajo en relación a la carga de baño.

Cuadro: Ejemplos de tiempos de retorno para diferentes tipos de piscina

En el Reino Unido, el Pool Water Advisory Group ha sugerido los siguientes tiempos de retorno para los diferentes tipos de piscinas:

Tipo de piscina	Tiempo de retorno
Piscinas de competición de 50 mts de largo	3-4 hs
Piscinas convencionales de hasta 25m de largo con 1m desborde	2.-3 hs
Piscinas para buceo	4-8 hs
Piscinas para hidroterapia	0.5-1 hs
Piscinas de burbujas	5-20 min
Aguas recreacionales de hasta 0.5m de profundidad	10-45 min
Aguas recreacionales de 0.5m a 1m de profundidad	0.5-1.25 hs
Aguas recreacionales de 1m a 1.5m de profundidad	1-2 hs
Aguas recreacionales de con profundidades mayores a 1.5m	2-2.5 hs
Spas	5-15 min
Piscinas para prácticas y escuelas de natación	0.5-1.5 hs
Piscina recreacionales con toboganes	0.5-1 hs

Fuente: PWTAG, 1999

Carga de baño

La carga de baño es una medida de la cantidad de personas en la piscina. Todas las piletas deben ser identificadas y mantener una relación real entre la cantidad de bañistas y la capacidad de la planta de tratamiento. Para una piscina nueva, la carga de baño debe ser estimada en la etapa de diseño.

Los muchos factores que determinan la máxima carga de baños incluyen:

- área de agua (espejo de agua): en términos de espacio para que los bañeros puedan moverse en forma segura;
- profundidad del agua: mientras mayor es la profundidad, mayor nado efectivo hay y mayor es el área que el bañista requiere;
- confort; y
- tipo de piscina y tipo de actividad.

Un ejemplo de formulación de máxima carga de baño usado en Reino Unido es presentado en el cuadro 5.2.

Cuadro: Un ejemplo de formulación de carga de baño usado en el Reino Unido

La máxima carga de baño es definida en algunas oportunidades como 1 bañista por m³. Esto da la máxima carga de baño para toda la piscina, independientemente de la profundidad, etc. Y debe ser modificada en cada caso a la luz de las condiciones locales.

En lo que concierne al diseño y operación de piscinas, hay tres fórmulas de cargas de baño que pueden ser utilizadas:

- Aguas poco profundas (hasta 1m) – 1 bañista cada 2.2m²;
- Aguas con profundidad intermedia (1 – 1.5m) – 1 bañista cada 2.7m²
- Aguas profundas (más de 1.5m) – 1 bañista cada 4m²

La carga de baño obtenida usando estas fórmulas:

- Es la máxima carga de baño de la piscina en cualquier momento
- No debe ser excedida, y
- Debe ser usada para el diseño de la piscina y la tasa de circulación.

Fuente: PWTAG, 1999

6.3.3 - Extracto apunte Ing Sanitaria

Desinfección de natatorios

El agua de los mismos se regenera, generalmente en circuito cerrado, es decir el agua contaminada por los usuarios se somete a tratamientos y se vuelve a ingresar a la piscina.

Es necesario, no obstante, aportar periódicamente agua nueva para compensar las pérdidas y para reducir la concentración de compuestos orgánicos y minerales, que se incrementarían si no se procediera a esta renovación.

Caudal de recirculación

Se tendrá en cuenta:

- El ciclo de renovación, en ningún caso, será mayor de 4 hrs.
- Los parámetros son: superficie de agua, cantidad de personas por unidad de superficie, destino del natatorio (de recreación, infantiles, con trampolines), época del año.

En natatorios con agua de mar, la renovación diaria debe hacerse con agua dulce, aunque sea en parte, para compensar el aumento de salinidad debido a la evaporación.

Es conveniente, cada tres meses vaciar la piscina para limpieza y renovación total del agua.

Circulación del agua

El sistema denominado "Hidráulica Invertida" es la introducción en la piscina de agua tratada por bocas repartida en el fondo, recogiendo el total del agua contaminada por la superficie, mediante canaletas periféricas. Si por la superficie se toma la mitad (por lo menos) el sistema se denomina "Hidráulica Mixta", la evacuación se hace parte por la superficie y parte por el fondo.

Gracias a este sistema se puede recoger la película superficial contaminada.

Tratamiento

La totalidad del agua de un natatorio debe pasar por la instalación de regeneración antes de reingresar al natatorio.

El tratamiento consta de dos etapas bien definidas: Filtración y Desinfección.

Las instalaciones constan de:

Prefiltración → Bombeo → Calentamiento (eventual) → Desinfección

Desinfección

En este proceso se consiguen dos objetivos, el primero de ellos es evitar el contagio de enfermedades (conjuntivitis, otitis, enteritis, afecciones cutáneas, etc.) de origen hídrico entre los bañistas, y el segundo evitar el desarrollo de algas microscópicas que enturbian el agua, confiriéndole una coloración verde.

Se puede desinfectar con:

Cloro y derivados

1mg/l \leq contenido de cloro libre \leq 1.8mg/l (con cloro gaseoso)

7.2 \leq pH \leq 7.8

Bromo

Contenido mínimo 0.80 mg/l y 2mg/l

7.8 \leq pH \leq 8.2

Ozono

Da una coloración azul, no produce fermentación ni olor al agua; pero posee poder residual, por lo cual es necesario pequeñas dosis de cloro o hipoclorito sódico.

El ozono consume 20Wh/m³ de agua recirculada.

6.4 - Tabla Bombas Marca Adas

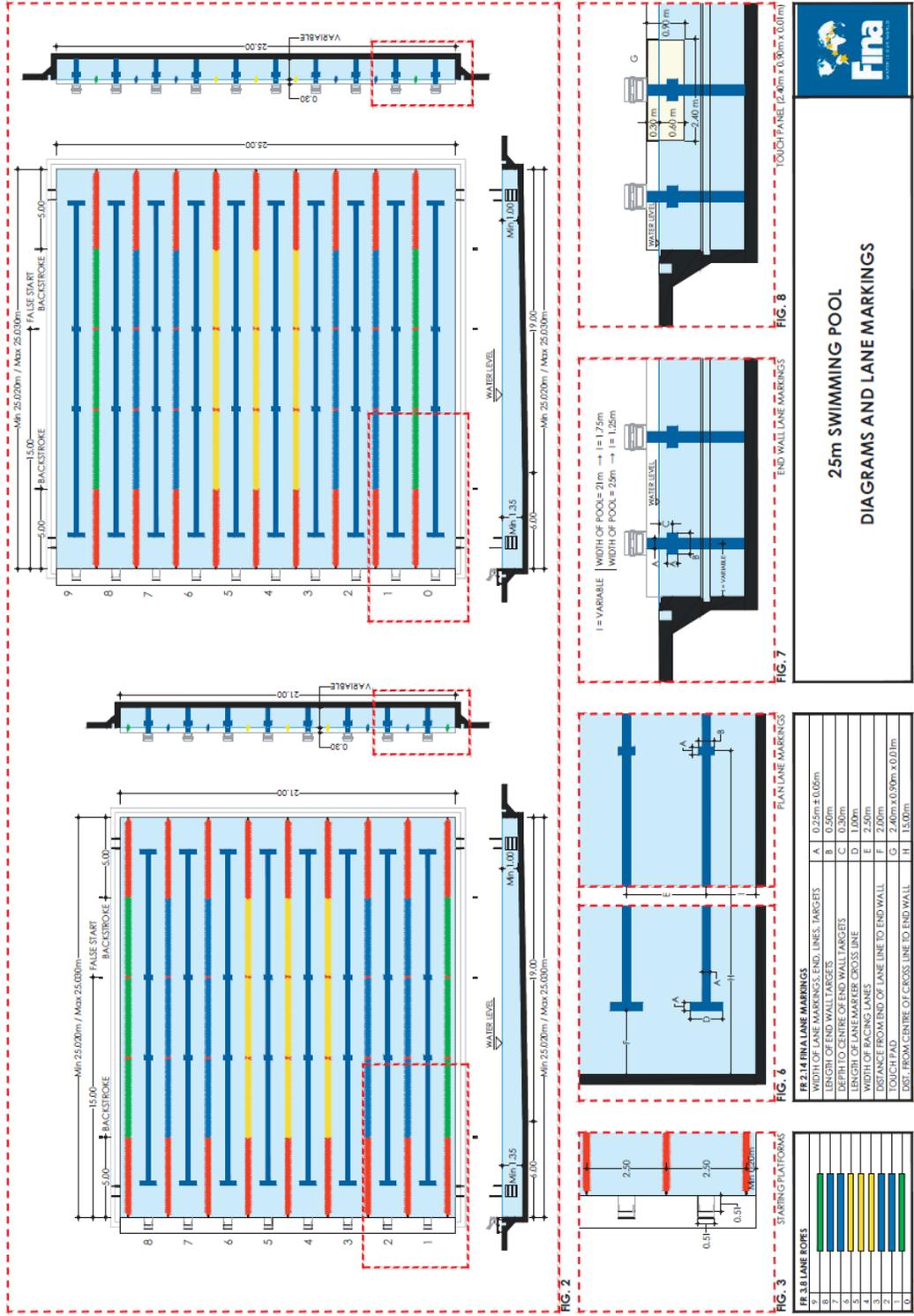
Línea MEC

TIPO	CV	R.P.M.	CAUDAL: Metros cúbicos / hora																														
			Q	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	60	72	84	96	102	120	132	144	156	168					
MEC A 50/40	1	2850		14	13	12	11	10																									
MEC A 50/40	1.5	2850		18	17.5	17	15	13	10																								
MEC A 50/40	2	2850		21	20.5	19.5	19	17.5	15	12.5																							
MEC A 50/40	3	2850		28	27	26	24	20	17.5	14.5																							
MEC A 50/40	4	2850		34	33	32	30	28	26	23	20	18	15																				
MEC A 50/40	5.5	2850									32	31	30	29	25	23.5	18	15	10														
MEC AB 50/40	5.5	2850									40	37	33	30	27	23	20																
MEC AB 50/40	7.5	2850		46	45	43	42	40	38	35	33	30																					
MEC AB 50/40	10	2850									50	47.5	45	42.5	40	37	33	30	25	20													
MEC AC 80/65	10	2850									30	29.5	29	28.5	28	27.5	27	26.5	26	25	24.5	24	23.5	22									
MEC AC 80/65	12.5	2850																43.5	43	42.5	42	41.5	37	27	15								
MEC AC 80/65	15	2850																	52	51.5	51	50.5	50	48	45	40							
MEC AC 100/80	20	2850																						42	41	40	39	37					
MEC AC 100/80	25	2850																							55	53	50	48	45				
MEC AD 100/80	20	2850																															
MEC AD 100/80	25	2850																															
MEC MR/250/40	7.5	2850		65	63	62	60	58	55	52	50																						
MEC MR/250/40	10	2850									71	69	66	63	58	53	48	41															
MEC MR/250/40	12.5	2850									82	80	78	74	70	65	60	53															
MEC MR/250/40	15	2850									90	88	87	82	78	74	69	62															
MEC MR/350/40	12.5	2850									94	91	85	79	70	61	49	36.5															
MEC MR/350/40	15	2850									106	102	97	91	83	74	63	51															
MEC MR/350-40	20	2820									123	120	115	109	107	93	83																
MEC AC 80/65	3	1450																															
MEC AC 80/65	4	1450																															
MEC AC 80/65	5.5	1450																															
MEC AC 80/65	7.5	1450																															
MEC AD 100/80	10	1450																															
MEC AD 100/80	12.5	1450																															
MEC AD 100/80	15	1450																															
MEC A 50/40	1.5	1450		9	7	5	2	0																									



Av. Libertador Sur 359 San Francisco - Cba - Argentina
 e-mail: adasrl@arnet.com.ar www.adasrl.com.ar
 Tel/fax: 0356-424683 / 421788

55 años
 a su servicio



6.6 – Análisis agua de pozo existente



Organismo
Argentino de
Acreditación
Laboratorio de Ensayo
LE 647

R-PG 15.01-01, Versión: 02, Vigencia: 09/05/13		Informe Técnico N° 1509186/01		Página 1 de 1	
Cliente:	Carreras Luis Carlos				
Dirección:	Díaz de Solís 2284 PH 1- Barrio Sumarán, Córdoba Capital, Córdoba				
Tipo de muestra:	Agua				
Responsable:	Toma de muestra	Cliente	Custodia	Cliente	Traslado
Fecha de Recepción:	23/09/2015		Fecha de Finalización de/los ensayo/s: 05/10/2015		
Identificación de la muestra: Agua de Pozo La Francia					
Ensayos	Técnicas	Resultados	Unidad Medida	Límites	
ALCALINIDAD TOTAL(*)	SMEWW - APHA 2320 B	1440	mg/L	<600	
CLORURO(*)	ASTM D 512 Test Method B	190	mg/L	<900	
DQO	SMEWW-APHA 5220-D	56	mg/L	---	
DUREZA (*)	ASTM D 1126-86	20.7	mg/L	---	
OXIGENO CONSUMIDO(*)	OSN-METODO B IX	ND.LD:3	mg/L	---	
pH(*)	SMEWW-APHA 4500 H+ pH	8.4	UpH	4-9	
SODIO(*)	SMEWW - APHA 3500 - Na. B	908.3	mg/L	---	
Observación: Calcio: 0.9 mg/L. Magnesio 3.0 mg/L.					

Fecha de Emisión: Córdoba, 08/10/2015

Fin del Informe



[Firma]
Bloq. Est. ANALÍA LLANARES
COORDINADORA AREA AGUA
CEQUIMAP

Información Adicional:

(**): Ensayos subcontratados. Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del O.A.A.
 ND: No detectado; LD: Límite de Detección; LQ: Límite de Cuantificación; LC: Límite crítico. CMD: Cantidad mínima detectable.
 SMEWW - APHA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMEWW - APHA(1): ed. 17.
 ASTM: Annual Book of ASTM Standards, Volume 11.01, Water. O.S.N.: Obras Sanitarias de la Nación.
 GFAA Absorción atómica por horno de grafito. FIAS Espectroscopia atómica por sistema de análisis de inyección de flujo. MHS Sistema de hidruro de mercurio.
 ICP-MS (Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo).
 C.A.A.: Código Alimentario Argentino (www.anmat.gov.ar/codigoo/caa1.htm).

Nota 1: Los resultados incluidos en el Informe Técnico corresponden exclusivamente al/los elemento/s ensayado/s. CEQUIMAP no asume la responsabilidad si el Solicitante hiciera extensivo/s el/los resultado/s a un lote o partida. El solicitante podrá publicar los resultados siempre y cuando se mencione a CEQUIMAP como ejecutor del trabajo.
 Nota 2: El presente Informe Técnico no podrá reproducirse, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de CEQUIMAP.
 Nota 3: CEQUIMAP asume la responsabilidad sobre la identificación de la muestra sólo cuando sea responsable de la toma de muestra.
 Nota 4: La muestra estará disponible por el término de 15 días a partir de la fecha de aviso de finalización de los informes para la realización de verificaciones u otras determinaciones. Pasado este tiempo, la muestra será eliminada según los procedimientos internos de CEQUIMAP, salvo que el cliente haya requerido su devolución en el momento de abrir la "Solicitud de Servicios".

Medina Allende esq. Haya de la Torre - Facultad de Ciencias Químicas - Ciudad Universitaria
 (X5000HUA) Córdoba - Tel.: +54 351 5353857 - www.cequimap.com.ar - cequimap@fcq.unc.edu.ar

7 - Bibliografía y fuentes

- **Apunte Catedra de Ingeniería Sanitaria – Capítulo “Desinfección” – Ing. Héctor Ricardo Araujo.**
- **www.makinthal.com.ar**
- **Organización Mundial de la Salud “Guidelines for safe Recreational Water Enviroment” – www.who.int/es/**
- **Catálogo productos marca Vulcano.**
- **Ordenanza Nº 11566 – Municipalidad de Córdoba.**
- **Manual de Mantenimiento de piscinas – www.hannaarg.com**
- **Federación Internacional de Natación – www.fina.org**