

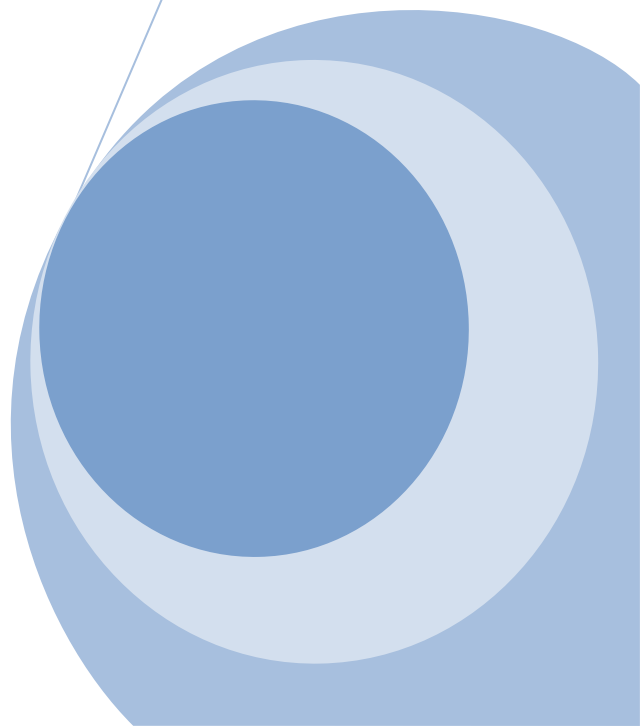
ESTUDIO DE LA MPLANTACIÓN DE PISCINAS ECOLÓGICAS EN LAS PISCINAS MUNICIPALES DE CATALUÑA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Tutora Nuria Forcada

Juan José Sánchez Rodríguez

20/01/2011



ÍNDICE

1	Justificación	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Desinfección del agua del vaso de las piscinas.....	1
1.3	Estudio de los efectos nocivos del cloro en las personas.	2
1.4	Datos de interés público	4
2	Objeto.....	7
3	Alcance	7
4	Funcionamiento y características de las piscinas ecológicas.....	8
4.1	Historia	8
4.2	Definición	8
4.3	Funcionamiento de una piscina ecológica	11
4.3.1	El Skimmer tamiz de curvas.....	13
4.3.2	Zona de filtración:	14
4.3.3	Oxigenación	17
4.3.4	Bomba de recirculación.	19
4.3.5	La pared sumergida a modo de la barrera	21
4.4	Tipos de piscinas ecológicas.....	22
4.4.1	Tipo 1: El biotopo.....	22
4.4.2	Tipo 2: La Piscina ecológica con poca técnica	22
4.4.3	Tipo 3: La piscina ecológica con equipo técnico	22
4.4.4	Tipo 4: La piscina ecológica con mucha técnica (Natural – Pool)..	23
4.5	Mantenimiento	23
4.5.1	Nociones básicas.....	23
4.5.2	Guía de mantenimiento.....	24
4.5.3	Limpieza.....	25
4.5.4	Ejemplo de limpieza inicial a principio de época de baño.....	26
4.6	Ventajas de la depuración natural	27
5	Estudio de la ubicación real de diversas piscinas ecológicas.	28
5.1	Ejemplos reales de piscinas ecológicas	29
5.2	Visita a una piscina ecológica.....	35

5.3	Imágenes de la piscina de comblux.....	36
5.4	Funcionamiento.....	41
5.4.1	Zona de baño	41
5.4.2	Zona de regeneración.....	42
5.4.3	Zona de filtración.....	42
5.4.3.1	Listado de plantas utilizadas en esta piscina:	43
5.4.4	Recirculación del agua.....	51
5.4.5	Oxigenación	51
6	Parámetros de diseño de las piscinas ecológicas.....	51
7	Análisis del funcionamiento y características de las piscinas municipales. ..	54
7.1	Introducción.....	54
7.2	Condiciones generales para el buen estado sanitario	55
7.2.1	Diseño de las piscinas	56
7.2.2	Condiciones de funcionamiento	56
7.2.3	Condiciones de mantenimiento (Plan de autocontrol).....	57
7.2.4	Vigilancia sanitaria	57
7.3	Instalaciones y servicios	57
7.3.1	Aforo.....	57
7.3.2	Condiciones generales	58
7.3.3	Vasos.....	59
7.3.3.1	Tipos	59
7.3.3.2	Características generales de los vasos	60
7.3.3.3	Escaleras.....	61
7.3.3.4	Trampolines y toboganes.....	62
7.3.4	Zona de playa	62
7.3.4.1	Características generales	62
7.3.4.2	Duchas exteriores.....	63
7.3.4.3	Pediluvios	63
7.3.4.4	Salvavidas	63
7.3.5	Zona de estancia	64
7.3.6	Enfermería.....	64
7.3.7	Vestuarios.....	65
7.3.8	Servicio de salvamento y socorrismo	66
7.3.9	Normas de régimen interno. Información para los usuarios	69

7.4	Agua	70
7.4.1	Características fisicoquímicas del agua	70
7.4.1.1	Principales parámetros fisicoquímicos.....	72
7.4.2	Tratamiento del agua	75
7.4.2.1	Recirculación del agua.....	75
7.4.2.2	Filtración del agua	78
7.4.2.3	Floculación	82
7.4.2.4	Desinfección.....	82
7.4.2.5	Regulación del pH	88
7.4.3	Valoración y solución de los problemas más frecuentes	89
7.4.3.1	Algas.....	89
7.4.3.2	Incrustaciones.....	90
7.4.3.3	Corrosión.....	91
7.4.3.4	Coloraciones	92
7.4.3.5	Enturbiamiento.....	92
7.4.3.6	Desajustes de cloro y pH. Irritaciones	93
7.4.3.7	Manchas.....	93
7.4.3.8	Olores desagradables	93
7.4.3.9	Calcificación del filtro.....	94
7.4.3.10	Formación de espumas.....	94
7.4.4	Productos químicos para el tratamiento del agua.....	94
7.4.4.1	Productos de desinfección.....	94
7.4.4.2	Productos floculantes.....	98
7.4.5	Tratamiento del agua en complementos o instalaciones de carácter lúdico	99
7.5	Autocontrol.....	100
7.5.1	Plan de limpieza y desinfección de las instalaciones.....	101
7.5.1.1	Mantenimiento de superficies y vasos.....	101
7.5.1.2	Descanso de las piscinas en invierno.....	103
7.5.2	Plan de tratamiento del agua de los vasos.....	105
7.5.2.1	Funcionamiento de los filtros	107
7.5.2.2	Mantenimiento de los filtros	108
7.6	Parámetros de control de la calidad del agua.....	109
7.6.1	Plan de desratización y desinsectación	109

7.6.1.1	Medidas de prevención para evitar la aparición de plagas....	109
7.6.1.2	Actuación ante una plaga.....	110
7.6.2	Plan de formación del personal de mantenimiento.....	110
7.6.3	Planificación de los análisis microbiológicos	111
7.6.4	Plan de limpieza y mantenimiento del sistema de ventilación y calefacción en piscinas cubiertas	112
7.6.4.1	Control	115
7.7	Recomendaciones sanitarias	115
7.7.1	Origen y tipo de contaminación	115
7.7.2	Vías de entrada de los microorganismos y enfermedades que se derivan	118
7.7.3	Medidas preventivas	121
7.7.3.1	La seguridad en las piscinas	121
7.7.3.2	Manipulación y almacenamiento de productos químicos para el tratamiento del agua.....	121
8	Estudio del campo de piscinas municipales en Cataluña.	123
9	Estudio de adaptación.	125
9.1	Estudio técnico.....	126
9.1.1	Redireccionamiento de canalizaciones hacia el estanque.....	127
9.1.2	Construcción zona de depuración (estanque).....	128
9.1.3	Llenado del vaso de depuración	129
9.1.4	Impulsión del agua hacia la piscina	130
9.2	Estudio económico.....	131
9.2.1	Coste de la adaptación.	131
9.2.2	Coste de mantenimiento.....	132
9.2.3	Plazo de recuperación	132
10	Impacto ambiental.	133
10.1	Mejorando la salud de las personas.....	134
10.2	Ausencia de productos químicos.....	134
10.3	Ahorro de agua.....	134
11	Conclusiones.....	134
12	Planificación.	135
13	Presupuesto del estudio.	136



14 Bibliografia. 136

1 Justificación

1.1 Antecedentes

El ejercicio de la natación es considerado como uno de los deportes más completos que existen, en el sentido de que estimula el desarrollo y el fortalecimiento de toda la anatomía del ser humano.

No es difícil de comprender que el agua de una piscina pública, o por lo menos utilizada por un número relativamente grande de personas, es un vehículo ideal para la transmisión de enfermedades; personas aparentemente sanas pueden ser portadoras de agentes que son capaces de contagiar a otras personas menos resistentes.

Por ello es necesario llevar a cabo una adecuada desinfección del agua del vaso de la piscina con un producto que a la vez de garantice la desinfección y no sea agresivo con respecto al usuario de la piscina ni al medio ambiente.

Desde principios de siglo, la cloración del agua ha sido el método más empleado de desinfección de las aguas de uso público. La cloración puede, además, ir acompañada de la adición de otros productos químicos destinados a regular su calidad y su aspecto.

Aunque existen actualmente procesos alternativos al uso del cloro para controlar la calidad microbiológica de las aguas, como el ozono o las radiaciones UV, la cloración sigue siendo el proceso más común.

A pesar de que la dosificación del cloro se realiza de manera automática y constante, puede suceder que en algún momento exista una cantidad excesiva de cloro tanto en el vaso de la piscina como en el ambiente. Las personas más expuestas al cloro, aparte de los nadadores, son los monitores de natación y personal de mantenimiento.

1.2 Desinfección del agua del vaso de las piscinas

En ausencia de un adecuado tratamiento químico, el agua de las piscinas puede transformarse en un medio de cultivo para bacterias y hongos, responsables de diversas enfermedades infecciosas (dermatitis, otitis, afecciones del aparato respiratorio o sistema digestivo). Para que el agua de la piscina mantenga de una forma constante y latente un determinado poder microbicida y desinfectante para combatir la contaminación y garantizar un agua microbiológicamente correcta se recurre al empleo de algunos productos químicos.

Una posibilidad, aunque la menos usada, es la utilización de ozono. De acuerdo con la normativa actual vigente, el dispositivo de ozonización tiene que estar un tiempo mínimo (4 minutos) de contacto con el agua del vaso de las piscinas, mientras que no debe quedar ozono residual libre.

La cloración es el tratamiento desinfectante mayoritariamente empleado en las piscinas tanto públicas como privadas. El objetivo de la cloración es el de garantizar al agua un buen "estado de salud" y mantener la presencia de un cierto nivel de cloro libre activo para actuar como oxidante-desinfectante contra la contaminación provocada básicamente por los mismos bañistas. El cloro, en función del pH, se combina con las sustancias orgánicas dando así origen a la formación de cloraminas (cloro combinado o compuesto) que tienen el poder desinfectante mucho menor que el del cloro libre activo. El cloro combinado o las cloraminas son las verdaderas causas del prurito conjuntival y del molesto olor que tienen a veces las piscinas. La cloración del agua se produce por la reacción de iones hipoclorito y cloruro. Por adición de cantidades adecuadas de hipoclorito y clorhídrico se regula la reacción y se obtiene la cantidad deseada de cloro. Un valor de pH superior a 7,6 es causa de irritación en conjuntiva y mucosas, favorece las incrustaciones y reduce en gran medida la capacidad desinfectante del cloro. De hecho, con valores de pH superiores a 7,6 sólo una mínima parte del producto de cloro añadido al agua se transforma en ácido hipocloroso, que es el verdadero agente oxidante-desinfectante. El resto se transforma en el ion hipoclorito que es 100 veces menos activo como desinfectante que el ácido hipocloroso.

1.3 Estudio de los efectos nocivos del cloro en las personas.

La exposición a los productos químicos del agua de las piscinas se relaciona con posibles efectos en la salud.

Barcelona, 13 de septiembre de 2010- Nadar en piscinas cubiertas tratadas con cloro puede provocar **efectos genotóxicos (daño en el ADN) así como efectos respiratorios.**

Así lo afirma un nuevo estudio publicado en la revista Environmental Health Perspectives (EHP), coordinado por investigadores del CREAL (Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental) y el IMIM (Instituto de Investigación Hospital del Mar). En el proyecto también han participado investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Hospital Clínic de Barcelona y de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) junto con científicos de EEUU, Alemania y Holanda.

Este nuevo estudio detalla una investigación exhaustiva de los subproductos de desinfección (DBP-disinfection by-products) y la mutagenicidad (capacidad de causar mutaciones de ADN permanentes) de muestras de agua recogidas en dos piscinas cubiertas; **una desinfectada con cloro y la otra con bromo.** Además, fueron estudiados los cambios a corto plazo en los biomarcadores de genotoxicidad y los efectos respiratorios en los participantes que nadaron en la piscina tratada con cloro.

A pesar de estos resultados, el **codirector del CREAL, Manolis Kogevinas**, remarca que *“los impactos positivos para la salud de la natación pueden aumentarse si se reducen los niveles de estos productos químicos”*. Añade que *“en ningún caso queremos que se deje de nadar sino fomentar la reducción de productos químicos en las piscinas garantizando la desinfección de las mismas”*. De hecho, la reducción de los niveles de DBPs se puede conseguir aplicando con rigurosidad medidas como **ducharse antes de nadar, utilizar gorro de baño, evitar orinar en las piscinas y realizar un mantenimiento adecuado de las mismas**.

Los DBPs formados en las piscinas son **fruto de las reacciones surgidas entre los desinfectantes del agua de las piscinas como el cloro y la materia orgánica**, que se presenta de manera natural o bien es introducida por los nadadores a través del sudor, las células de la piel y la orina. Estudios epidemiológicos previos encontraron una asociación entre la exposición a los subproductos de la desinfección del agua potable y el riesgo de cáncer de vejiga. Concretamente uno de estos informes, coordinado por el CREAL, concluyó que esta asociación se daba por exposición dérmica e inhalada como la que se produce durante la ducha, el baño o la natación.

La evidencia de los efectos genotóxicos se observaron en **49 adultos sanos después de nadar durante 40 minutos en una piscina cubierta tratada con cloro**. En concreto, los investigadores encontraron un aumento de los niveles de dos de los biomarcadores de genotoxicidad en relación con la concentración de los tipos más comunes de DBPs en el aire expirado después de nadar. **Los biomarcadores que aumentaron fueron micronúcleos (tipo de biomarcador que indica daño en el ADN) en sangre, que es un biomarcador predictor del riesgo de cáncer en sujetos sanos, y con la mutagenicidad urinaria, que es un biomarcador de exposición a agentes genotóxicos**.

También se realizaron mediciones detalladas de los subproductos de la desinfección exhalados más comunes (trihalometanos) en el aire de alrededor de la piscina y en el aire exhalado de los sujetos antes y después de nadar. Los investigadores midieron los biomarcadores de efectos respiratorios después de nadar y sólo se encontraron cambios en uno, un ligero aumento de la proteína CC16 en suero, lo que sugiere un aumento de la permeabilidad del epitelio pulmonar.

Según la **investigadora del CREAL, Cristina Villanueva**, *“este aumento en la proteína CC16 se ha detectado previamente en un estudio en Bélgica y se puede explicar por los efectos del propio ejercicio, así como la exposición a los DBPs. Aún así, se necesita investigación adicional para clarificar la relevancia clínica de este cambio agudo y especialmente en su importancia en el asma”*.


Además, los autores **identificaron más de 100 DBPs en el agua de las piscinas**, algunos nunca antes descritos en agua de piscina y/o agua potable tratada con cloro. En ensayos in vitro mostraron que el agua de la piscina era mutagénica a niveles similares a la del agua potable, aunque era más citotóxica (puede matar a las células a una concentración más baja) que el agua potable.

Las exposiciones humanas estudiadas por este trabajo fueron de corta duración (40 minutos). Por ello, el **codirector del CREAL** afirma que “ahora son necesarias más investigaciones sobre los efectos genotóxicos y respiratorios de las exposiciones de larga duración”. También se señala la necesidad de nuevas investigaciones sobre una serie de piscinas bajo diversas condiciones de mantenimiento y uso, así como de los posibles efectos de la amplia gama de compuestos presentes en el agua de piscina. **Se trata de resultados que deben ser confirmados en estudios con un número más elevado de participantes.**

Este estudio ha sido financiado por las organizaciones españolas Plan Nacional y Fondo de Investigación Sanitaria (Instituto de Salud Carlos III) y por la U.S. Environmental Protection Agency. Además, ha recibido el apoyo del CIBERESP.

1.4 Datos de interés público

Este estudio ha sido de gran interés público y varios diarios como el ABC, EL PAÍS, LA RAZÓN y EL DIA, le han dedicado un artículo.

 **MADRID 13 de setiembre de 2010**

La mezcla de orina y cloro eleva la toxicidad en las piscinas

Nadar en una piscina es todavía uno de los ejercicios más recomendables. Pero sudor, orina y cloro pueden ser una combinación peligrosa. Un estudio español ofrece nuevas razones para reducir la cantidad de desinfectantes y extremar la higiene de los nadadores. El trabajo del Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental del CSIC y el Hospital del Mar han confirmado la presencia de productos en el aire y en el agua, dañinos para la salud.

Estos productos, fundamentalmente trihalometanos, son el resultado de las reacciones químicas que se producen entre el cloro y la materia orgánica presente en las piscinas, introducida por los mismos nadadores a través del sudor, la piel y la orina. «La exposición prolongada eleva el riesgo de cáncer de vejiga, aunque hoy por hoy los efectos positivos de la natación superan el balance de riesgo», asegura Joan Grimalt, autor principal del estudio.

El equipo de Grimalt estudió los efectos respiratorios y los cambios que se produjeron en los biomarcadores de genotoxicidad en 49 personas tras nadar en

una piscina. Se hallaron señales de un mayor riesgo cancerígeno y más sensibilidad a sufrir enfermedades pulmonares y alérgicas.

EL PAÍS 13 de setiembre de 2010.

El cloro de las piscinas puede alterar el ADN.

Nadar en piscinas tratadas con cloro puede provocar mutaciones del ADN, según una investigación que ha analizado los efectos genotóxicos en 49 nadadores. El trabajo relaciona los productos de desinfección del agua con la mutagenidad, y compara los efectos en una piscina tratada con cloro y otra con bromo. Desarrollado por investigadores de Epidemiología Ambiental y el Hospital del Mar de Barcelona, subraya que la natación es positiva para la salud, pero advierte del citado peligro. El CSIC, el Hospital Clínic y la Universitat Autònoma han participado en el estudio, que se publica hoy en la revista Environmental Health Perspectives.

LA RAZÓN 13 de setiembre de 2010.

Nadar en piscinas cubiertas tratadas con cloro puede provocar mutaciones genéticas

Los DBPs, origen de estas mutaciones, se forman por el contacto de los productos de limpieza con la materia orgánica.

MADRID- Nadar es bueno, cierto, pero no en cualquier sitio. Si esta práctica deportiva se lleva a cabo en piscinas cubiertas tratadas con cloro, pueden producirse mutaciones genéticas del ADN, además de alteraciones respiratorias. Así se desprende de una investigación llevada a cabo por el Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (Creal) y el Instituto de Investigación del Hospital del Mar de Barcelona (Imim). Se trata de un trabajo que ha analizado los efectos genotóxicos en 49 adultos sanos tras practicar natación durante 40 minutos en uno de estos recintos, informa Efe.

Riesgo cancerígeno

¿El resultado? Un aumento de los niveles de dos biomarcadores de toxicidad, uno de ellos los micronúcleos –que miden daños en el ADN y se considera como un indicador del riesgo cancerígeno– y de la mutagenicidad urinaria, relacionada con la exposición a agentes genotóxicos.

Así, la investigación relaciona directamente los subproductos de desinfección utilizados en las piscinas –conocidos en inglés como DBPs– con la mutagenicidad –la capacidad de causar mutaciones permanentes en el ADN–. Del mismo modo, en el trabajo se compara los efectos en una piscina tratada con cloro y otra con bromo.

Los DBPs se forman en las piscinas por las reacciones que surgen entre los desinfectantes del agua y la materia orgánica, que aparece de forma natural o bien es producida por los propios nadadores a través del sudor, las células de la piel y la orina.

Los investigadores ya habían relacionado con anterioridad la exposición de los subproductos de la desinfección del agua potable con el riesgo de sufrir cáncer de vejiga, y señalaban que la asociación se daba por la exposición dérmica e inhalada que se produce durante la ducha, el baño o la natación.

Además, y tras medir la exhalación de los individuos antes y después de nadar, los investigadores hallaron cambios en un biomarcador, un ligero aumento en la proteína CC16, lo que sugiere un aumento de la permeabilidad del epitelio pulmonar.

En el estudio, publicado por la revista «Environmental Health Perspectives», ha participado el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Hospital Clínico y la Universidad Autónoma de Barcelona, junto con científicos de EE UU, Holanda y Alemania.



13 de setiembre de 2010.

Los desinfectantes de piscinas pueden producir daños respiratorios y genéticos Beatificado fray Leopoldo de Alpandreire

EFE, Madrid

Los productos desinfectantes derivados del cloro usados en las piscinas cubiertas podrían tener efectos nocivos para la salud, principalmente respiratorios, o causar daños en el ADN, según un estudio del Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (CREAL) y el Instituto de Investigación Hospital del Mar.

Dicho estudio, en el que ha participado el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Hospital Clínico y la Universidad Autónoma de Barcelona junto con científicos de Estados Unidos, Holanda y Alemania, recomienda reducir el uso de estos desinfectantes y aplicar rigurosas medidas de higiene, como

ducharse antes de nadar, utilizar el gorro, evitar orinar en las piscinas o desarrollar un adecuado tratamiento de ellas. La investigación, publicada en la revista *Environmental Health Perspectives*, ha examinado la presencia de subproductos de la desinfección (DBPs), que son fruto de las reacciones químicas producidas entre los desinfectantes y la materia orgánica, presente de forma natural pero que en muchos casos introduce la propia persona a través del sudor, la piel o la orina.

Los análisis, precedidos por otros estudios epidemiológicos que hallaron una relación entre la exposición a estos subproductos y el riesgo de padecer cáncer de vejiga, se realizaron a partir de dos muestras de agua tomadas de dos piscinas, una tratada con cloro y la otra con bromo.

2 Objeto

El objeto de este estudio consiste en estudiar la viabilidad de la implantación de piscinas ecológicas en las piscinas municipales de Cataluña, para evitar los problemas que ocasionan los productos desinfectantes de piscinas a los nadadores, evitar su utilización y la emisión a la atmósfera de toneladas de vapor de agua con cloro.

3 Alcance

- Se analizará el funcionamiento y las características de algunas de las piscinas ecológicas.
- Se estudiará la ubicación real de una piscina ecológica implantada en los Alpes, y sus características.
- Se visitará una piscina ecológica real y en funcionamiento.
- Se estudiarán los parámetros de diseño de las piscinas ecológicas.
- Se analizará el funcionamiento y las características de las piscinas municipales actuales.
- Se estudiará el campo de piscinas municipales en Cataluña a través del INE o IDESCAT, donde se tratará el número de piscinas, ubicaciones, situaciones, características, etc.
- Una vez estudiadas las dos modalidades de piscinas, se procederá a realizar el estudio de la implantación, mediante un estudio técnico sobre la viabilidad a nivel tecnológico y un estudio económico de viabilidad del proyecto.

4 Funcionamiento y características de las piscinas ecológicas

4.1 Historia

Desde que en 1952 en el instituto Max Plank en Alemania se desarrolla el primer experimento de fitodepuración aplicada en un primer momento a la depuración de aguas urbanas comienzan los pasos para su implementación al agua de baño, dos años después en Graz (Alemania) Gottfried Kern construye un primer lago de de unos 190 m² de los que unos 35 eran adaptados para el baño.

En 1976 el profesor Richard Weixler inspirándose en el trabajo de Kern desarrolla un proyecto de unos 1000 m² con 200 m para baño, todos estos proyectos iniciales eran espacios acuáticos que recrean ecosistemas sin ningún equipo técnico.

En los siguientes años se desarrollan algunos nuevos proyectos hasta que en 1984 Paul Schwedtke construye su famosa biopiscina para sustituir su antiguo sistema de cloro, cuando se comienza a crear un nuevo mercado y nace la demanda que posibilita su desarrollo, en la década de los 80 y 90 se comienzan a desarrollar las primeras empresas en centro Europa, creando en el 2000 la Asociación Alemana de Constructores de Biopiscinas la tipología actualmente aceptada de modelos de biopiscina, esta se encuentra dividida en 5 clases según su implementación técnica.

A partir del nuevo siglo en un lento pero continuo desarrollo los sistemas naturales para el baño se conocen e implantan en más países, Francia, Italia, Austria, Estados Unidos o Australia son algunos de sus ejemplos, adaptándose a las características locales de cada uno de ellos.

4.2 Definición

Las piscinas ecológicas, son piscinas en las que no se precisa la utilización de productos químicos para desinfectar, como por ejemplo el cloro o el bromo, son piscinas que imitan el ciclo de la naturaleza para realizar la depuración y filtración de las aguas, mediante tierras de diferentes granulometrías y varias plantas acuáticas.

La piscina ecológica es una combinación entre el estanque convencional y una piscina. A diferencia de la piscina convencional, la ecológica se adapta e integra con armonía dentro del paisaje y el jardín. Depura el agua biológicamente y no tiene productos químicos que atacan nuestra piel y producen alergias.

A diferencia de una estanque en el que nos podamos bañar, la piscina ecológicas tienen una clara separación entre lo que es la zona de baño y la zona de regeneración de plantas. Estas dos zonas tendrán un tamaño determinado, dependiendo de las plantas y preparación técnica que se vaya a usar.

La diferencia de estos tipos de piscinas se explica más adelante. El agua de una piscina ecológica es un agua que en alemán llaman "Agua Viva", por este motivo son sistemas complejos.





En la planificación y ejecución de una obra de estos "Biotopos" se trata de conocer la relación natural entre el agua, la flora y la fauna y saber respetarlos. Lógicamente el cliente será el que ponga sus deseos particulares en el proyecto, pero es fundamental para el buen funcionamiento a largo plazo del mismo saber exactamente la combinación ideal en cada caso.

4.3 Funcionamiento de una piscina ecológica

Como se ha comentado anteriormente, se trata de una piscina con agua depurada por biofiltración mediante la acción conjunta de gravas, y plantas acuáticas que mantienen un agua limpia y cristalina en un entorno natural para un baño saludable, cumpliendo con los estrictos criterios de calidad del agua en Europa. Al ser una depuración natural tenemos la posibilidad de bañarnos en un agua viva, con una forma más sostenible de construir y disfrutar ya que no son necesarios productos químicos, no se utiliza cloro, ozono, sal u otros aditivos requeridos para mantener el agua en condiciones óptimas.

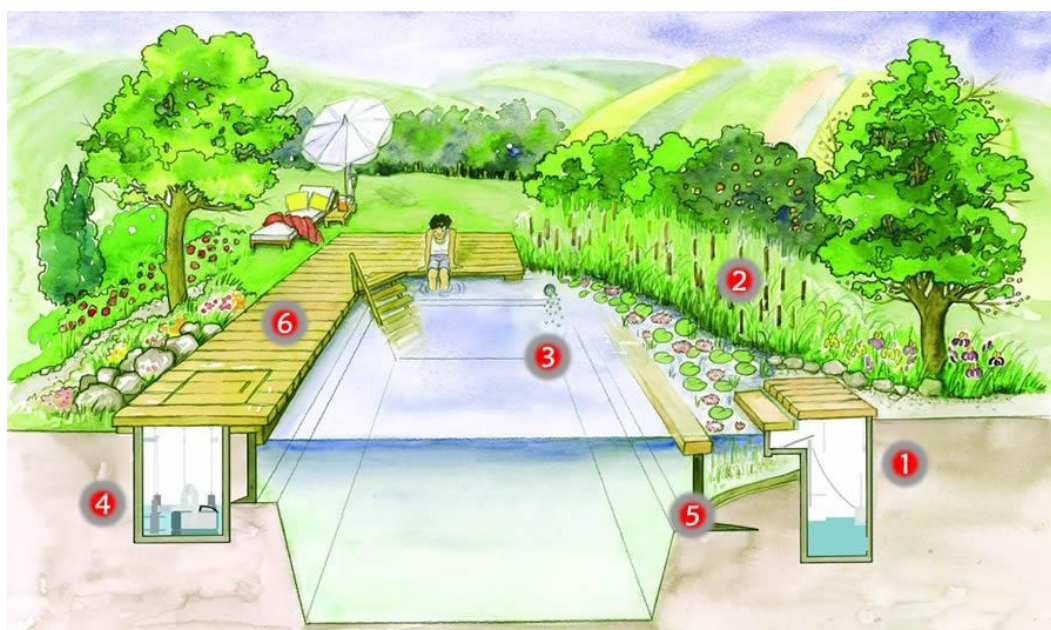
Además el agua no es abrasiva pues este sistema natural autor regula el pH.

Disfrutamos así de un baño saludable sin productos químicos y tóxicos que repercuten negativamente en la salud de nuestra piel, ojos, sistema respiratorio, y especialmente a niños, ancianos y personas con alta sensibilidad a productos clorados.

La piscina naturalizada se integra en el paisaje con gran variedad de formas, materiales y plantas, se disfruta de un baño natural en un entorno con atractivo estético que se mantiene todo el año. Como resultado da la sensación de creer que antes que la casa o el jardín ya existía la lámina de agua.

Bañarse en una piscina naturalizada es solo comparable al baño en aguas cristalinas de arroyos o lagos naturales.

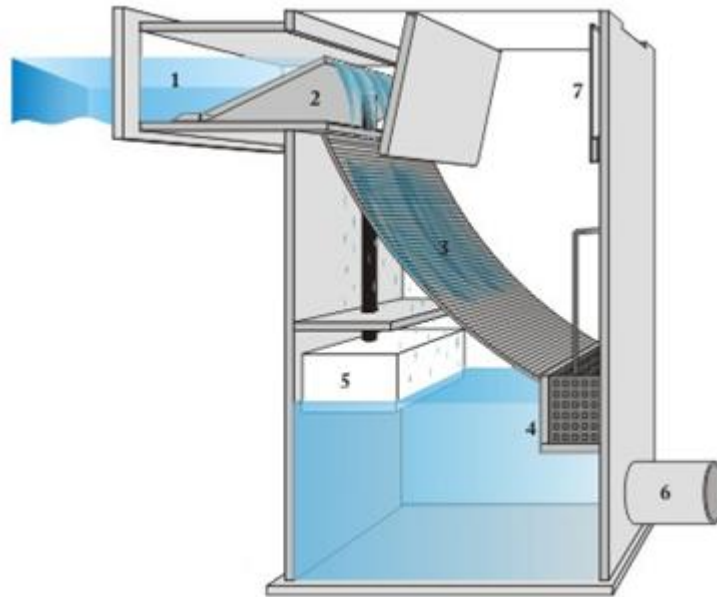
A continuación se muestran los componentes que componen la piscina ecológica y su funcionamiento.



1. El skimmer tamiz curvo mantiene automáticamente la superficie del agua limpia de hojas e impurezas flotantes.
2. Zona de filtración.
3. Oxigenación del agua.
4. Bomba de recirculación
5. Pared sumergida para separar zona de baño de la zona de la planta.
6. Derecho de la cubierta en el borde de las aguas para disfrutar del sol y zambullirse en el agua.



4.3.1 El Skimmer tamiz de curvas



- 1 Entrada skimmer
- 2 Tapa skimmer
- 3 Tamiz de curvas
- 4 contenedor de impurezas
- 5 calivre flotante
- 6 salida a bomba
- 7 salida para animales

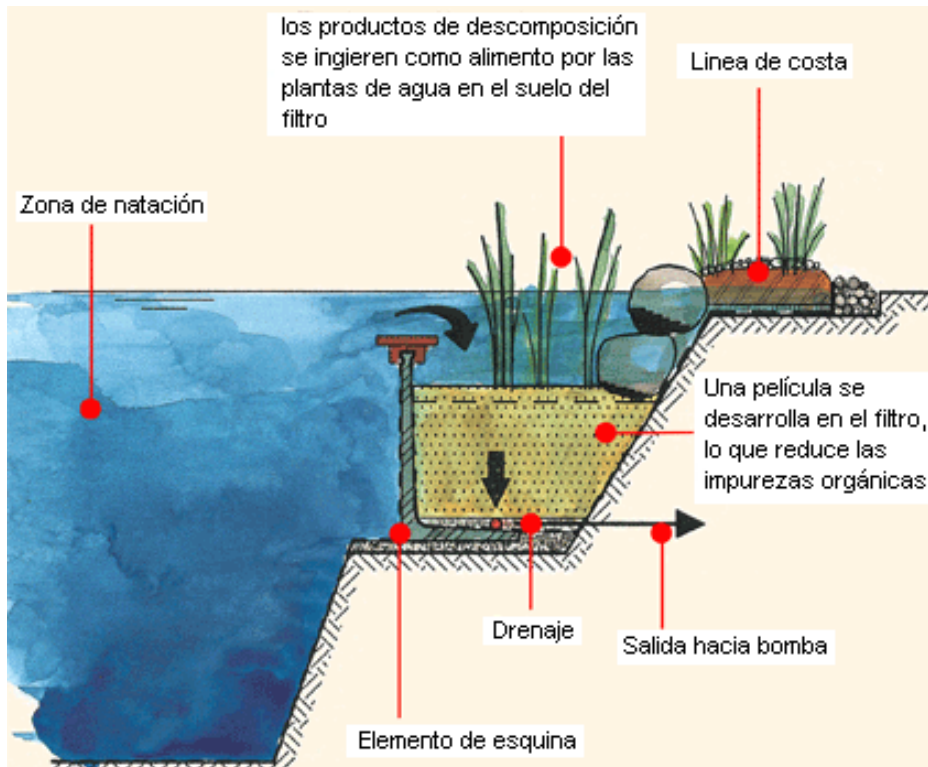
El skimmer tamiz de curvas es un hito en el desarrollo del skimmer.

El agua fluye sobre un tamiz de curvas.

El tamaño de la malla del tamiz es sólo 0,3 mm. La ventaja de esto es que las impurezas incluso ligeras y las algas mucilaginosas quedan atrapadas en el tamiz. Las impurezas se eliminan del sistema antes de que los nutrientes que contienen vuelvan al agua.

La criba es de auto-limpieza, ya que las impurezas se aclaran en el fondo. Debido a un mecanismo inteligentemente concebido, el flujo de agua es regulado a través de un calivre flotante que permite pasar siempre la cantidad exacta de agua a fluir por el tamiz.

4.3.2 Zona de filtración:



Compuesta por capas de materiales de composición y tamaño seleccionados. Cada estructura se diseña para cada proyecto según las necesidades y dimensiones requeridas.

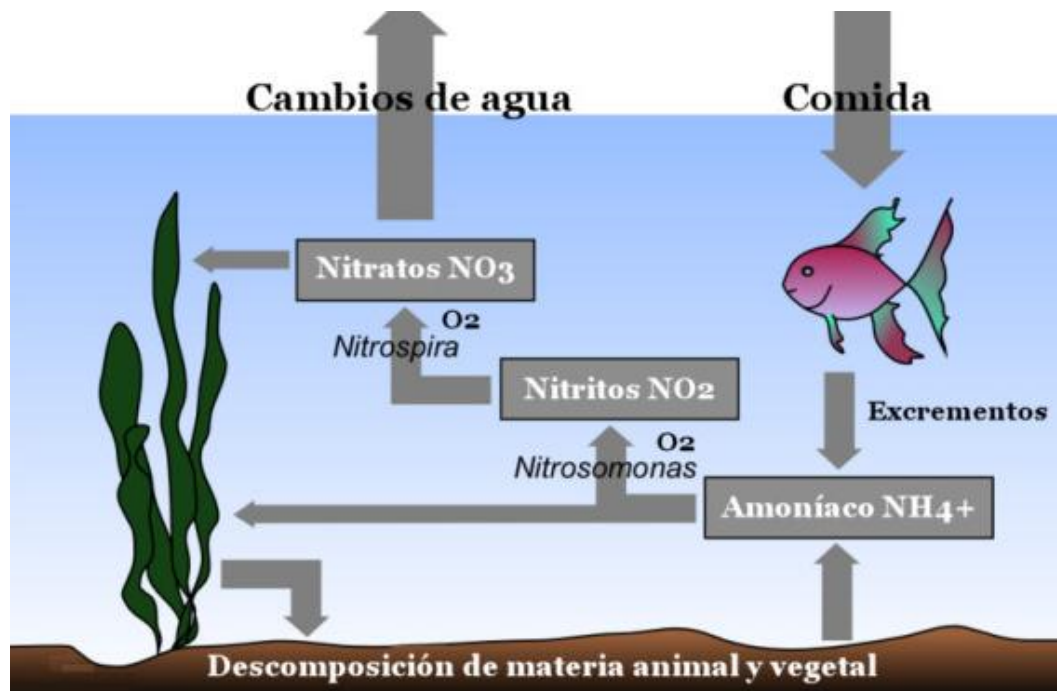
- El uso de **plantas acuáticas** (macrófitos) para la depuración del agua no es algo novedoso, ya que viene ocurriendo desde siempre en los ecosistemas palustres.

Desde el punto de vista ecológico, los macrófitos acuáticos tienen una gran importancia en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos epicontinentales: relacionan el agua y el sustrato, contribuyendo a la mineralización de la materia orgánica depositada en el agua, a su oxigenación, y transparencia. Los nutrientes que se depositan en el medio, también son reciclados por macrófitos.

- La **fitodepuración** es un sistema que se usa para la depuración de aguas residuales basado en la utilización de humedales artificiales en los que se

desarrollan plantas acuáticas (hidrófitos) que contribuyen activamente a la eliminación de los contaminantes, principalmente la materia orgánica.

- En las **Biopiscinas** se usan plantas propias de los humedales: las hay flotantes, las que viven completamente inmersas en el agua, de entre las cuales algunas especies son grandes productoras de oxígeno, y ayudan a mantener a las bacterias nitrificantes (*Nitrobacter* y *Nitrosomonas*) que ponen a disposición de las plantas los nitratos procedentes de la materia orgánica. Las anfibias, también denominadas helófitos o plantas emergentes son las que más importancia tienen en los procesos de depuración al tener sus raíces hundidas en el suelo del fondo del lago de depuración, y sus tallos y hojas, tras atravesar la lámina de agua, emergen por encima de la superficie desarrollando las funciones propias de los vegetales (fotosíntesis, floración, reproducción fructificación y diseminación, entre otras) en contacto con el aire atmosférico.



El ciclo del nitrógeno muestra cómo se elimina este tipo de contaminación del sistema

- El marco de plantación suele ser de unas 5 plantas por metro cuadrado, una mayor densidad puede acarrear problemas por falta de nutrientes, también se recomienda no usar plantas muy invasoras lo que obligaría a tener que controlar su crecimiento. Aún así existe una amplia lista de posibilidades, combinando plantas con distintos patrones de crecimiento, floración, como los nenúfares, jacintos, etc. o incluso plantas aromáticas como la menta de agua.

- Para ser muy respetuosos con el medio ambiente, no se tendrían que utilizar plantas exóticas ni invasoras para evitar posibles fugas y perjuicios a las plantas autóctonas.
- En el **biofiltro** (vasos de depuración) se desarrolla fitoplancton y zooplancton, encargándose de digerir las hojas, polen, escamas de piel y materia orgánica en general transformándola en nutrientes (N-P-K) para las plantas.

El oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica por los microorganismos es suministrado principalmente por las propias plantas, que lo producen por fotosíntesis o lo toman del aire e inyectan hasta la zona radicular. La transferencia de oxígeno también favorece el crecimiento de bacterias nitrificantes

- Los principales mecanismos que ocurren en los vasos de depuración son los siguientes:
 - Eliminación de materia orgánica: realizada por los microorganismos que viven adheridos al sistema radicular de las plantas.
 - Eliminación de nitrógeno: absorción directa por las plantas y, en menor medida, por fenómenos de nitrificación-desnitrificación y amonificación, realizados por bacterias.
 - Eliminación de fósforo: absorción por las plantas, adsorción sobre las partículas de arcilla y precipitación de fosfatos insolubles.
 - Eliminación de microorganismos patógenos: por filtración y adsorción en partículas de arcilla, acción predatoria de otros organismos (bacteriófagos y protozoos), toxicidad por antibióticos producidos por las raíces y por la radiación UV contenida en las radiaciones solares.

El **sistema** es **aeróbico** y por tanto **sin riesgos sanitarios** para los usuarios, tiene la ventaja de ser natural, integrado en el paisaje, elimina la materia orgánica, los elementos eutrofizantes y los microorganismos patógenos que no podrán desarrollarse debido a la falta de nutrientes del agua.

En la medida que este biotopo natural sea eficiente no hay nutrientes en el agua de baño para que se desarrollen algas u otras especies ofreciendo agua cristalina.

4.3.3 Oxigenación



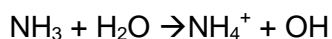
La oxigenación es muy importante para no romper el ciclo del carbono, que gracias al cual se mantiene un equilibrio biológico importantísimo en la naturaleza, sin el cual no es posible albergar vida en el estanque de manera prolongada.

Básicamente el ciclo del nitrógeno es el proceso por el que un compuesto tan tóxico como el amoníaco se descompone en otros de menor toxicidad como los nitritos y posteriormente en otros de menor toxicidad todavía como los nitratos, mediante diversos procesos biológicos y abióticos (no relativos a los seres vivos) y sirven como abono y nutrientes para las plantas.

1. Se forma el amoníaco (NH₄)

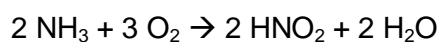
Prácticamente todos los desechos que se generan en un estanque son fuente de amoníaco: los excrementos de los microorganismos, los restos de alimento, las hojas de las plantas en descomposición.

El amoníaco es la primera sustancia que se forma durante el ciclo del nitrógeno, y la más tóxica de todas ellas. Por eso un estanque que no cuente con las bacterias encargadas de descomponerlo se convertirá en un caldo tóxico.



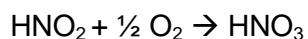
2. El amoníaco se oxida a nitrito (NO₂)

La existencia de amoníaco en el agua da lugar a la creación de unas bacterias del género Nitrosomas o Nitrosococcus, que son las encargadas de convertir el amoniaco en nitritos. Para ello necesitan de **oxígeno**, Así pues las bacterias oxidan el amoniaco (NH₄) para obtener agua y ácido nitroso (HNO₂) pero éste cuando está disuelto en agua se encuentra parcialmente dissociado, lo que da lugar a los nitritos (NO₂⁻), que son de menor toxicidad que el amoniaco, pero aún así muy perjudiciales.



3. El nitrito se oxida a nitrato (NO₃)

La aparición de los nitritos dará lugar a la creación de las bacterias del género Nitrobacter o Nitrospira, que de nuevo mediante **oxígeno** convertirán los nitritos (NO₂) en una sustancia de menor toxicidad como son los nitratos (NO₃). Los nitratos son mucho menos tóxicos que los nitritos, y de hecho la fauna puede soportar niveles de hasta 50 mg/l sin problema, aunque es recomendable mantenerlos siempre por debajo de 20 mg/l.

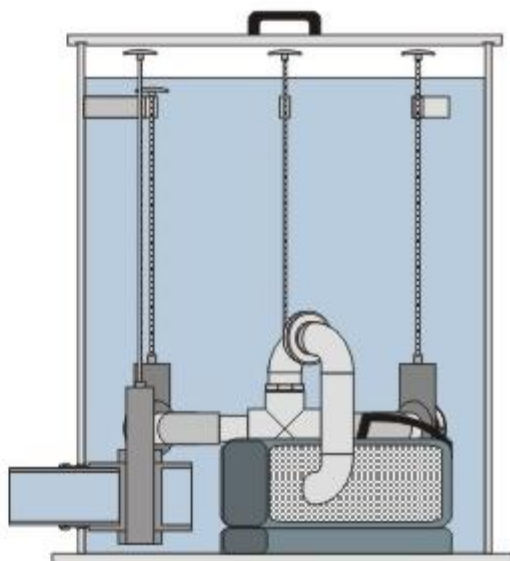
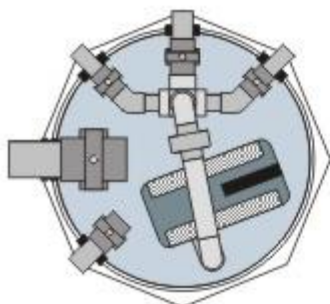


En el biofiltro se desarrolla fitoplancton y zooplancton que digieren las hojas, polen, escamas de piel y materia orgánica en general transformándolo en nutrientes (N-P-K) para las plantas.

En la medida que este biotopo natural sea suficiente no hay nutrientes en el agua de baño para que se desarrollen algas u otras especies ofreciendo agua cristalina.

El sistema es aeróbico y por tanto sin riesgos sanitarios para los usuarios.

4.3.4 Bomba de recirculación.



La bomba es calculada para un caudal capaz de mover el volumen de la zona de baño de 2,5 a 4 veces en las horas de luz del momento de máxima radiación solar.

POTENCIA BOMBA CV	CAUDAL DE RENOVACION m ³ /H a 12 m.c.a.	Ø ASPIRACION mm	Ø FILTRACION mm
3/4	12	63 - 75	1 x 50
1	16	75	1 x 50
1,5	20	75 - 90	1 x 50
2	22	90	2 x 50 – 1 x 63
3	26	110	2 x 50 – 1 x 63

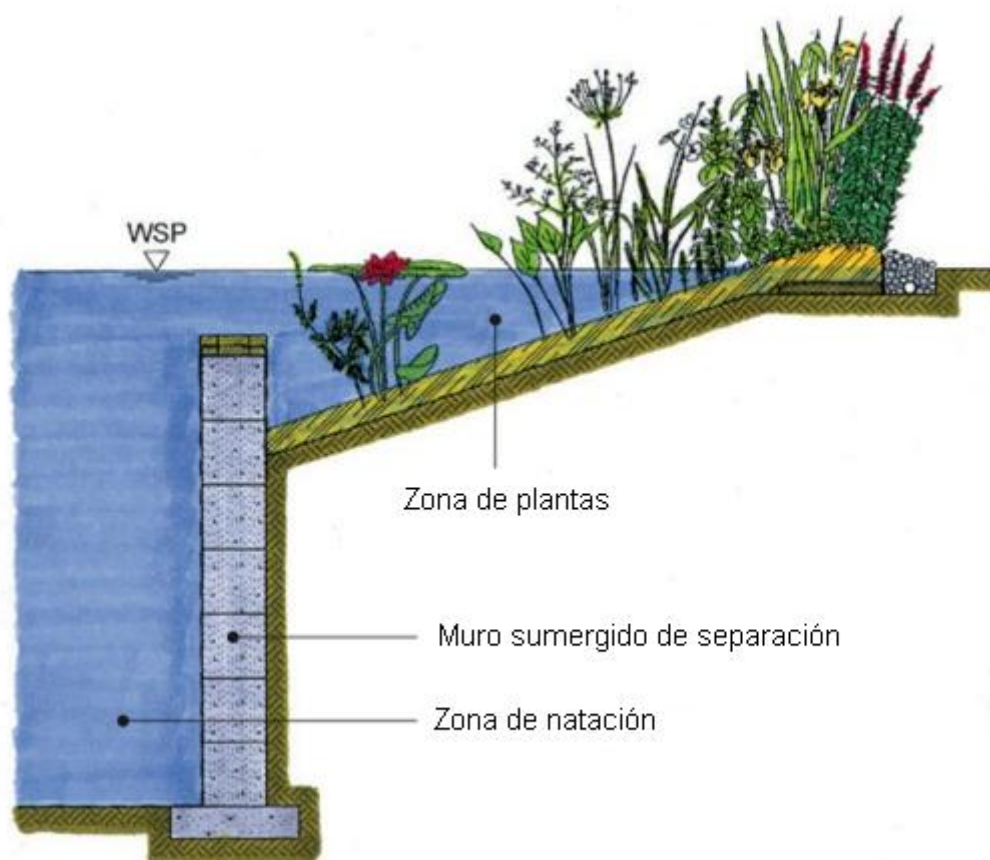
Horas de funcionamiento

Se establece que como mínimo el sistema deberá de funcionar todas las horas de luz en el periodo de máximo crecimiento de las plantas. El esquema de funcionamiento variará según cada proyecto, ubicación, uso y evolución del mismo por lo que será el estudio y conocimiento de cada uno el que determinara el mejor horario de funcionamiento.

A modo de primera indicación se establece este criterio general:

ESTACION	HORAS	CICLO	OBSERVACIONES
Primavera	6 a 8	diario	Incrementando horas
Verano	12 a 14	diario	Todas las horas de luz
Otoño	8 a 4	diario	Decreciendo las horas
Invierno	2 a 4	Diario a semanal	Depende de las temperaturas mínimas invernales

4.3.5 La pared sumergida a modo de barrera



Se utilizan muros de hormigón para separar la zona de baño y la zona de plantación.

La parte superior de la pared está por debajo de la superficie y puede ser utilizado para sentarse y disfrutar de la plantación de cerca.

La parte superior de la pared se puede cubrir con madera o piedras.

Paredes verticales de arriba a abajo en la zona de baño proporcionan una clara separación de la zona de plantación.

4.4 Tipos de piscinas ecológicas

Según el grado de artificialización se dividen cinco tipos de sistemas (creada por la Asociación de Constructores de Piscinas Biológicas Austriaca (VÖS))

4.4.1 Tipo 1: El biotopo

En este tipo de construcción sencilla se utilizan 2/3 de la superficie del agua para la zona de regeneración o de plantas. Como rasgo principal es la frondosa plantación de nenúfares, y plantas depurativas acuáticas y subacuáticas. No se utiliza ningún tipo de técnica y el equilibrio biológico es el que regula la calidad del agua.

La visibilidad varía según la época del año. Dado que se acumula sedimentación en el fondo, este tipo de piscina se suele hacer con una profundidad superior a los 2 m. En caso contrario al nadar se removería todo y el agua se enturbiaría.

Mucha naturaleza, muchas plantas y animales. En primavera el agua está más tiempo turbia debido a la formación de algas. A lo largo del año se incrementan los nutrientes. Por este motivo se debe limpiar la "Biomasa" 1 a 2 veces al año. Esto quiere decir que se tiene que limpiar el fondo y eliminar los restos de las plantas. Es un sistema que se estabiliza biológicamente después de años, pero que requiere poco trabajo en el momento del proyecto y un escaso coste energético.

4.4.2 Tipo 2: La Piscina ecológica con poca técnica

En este tipo de construcción sencilla se utilizan 2/3 de la superficie del agua para la zona de Regeneración. Como rasgo principal es la frondosa plantación de nenúfares, espadañas y plantas acuáticas y de pantano.

Este tipo de piscina es similar al del Tipo 1 con la salvedad que tiene una pequeña bomba que hace circular el agua. No se necesita tanta superficie y tiene las ventajas de la anterior.

4.4.3 Tipo 3: La piscina ecológica con equipo técnico

Este tipo de piscina es el más construido. Aprox 30 % de la superficie total es de plantas. Este tipo tiene por lo menos un skimmer flotante y mínimo una bomba potente, la que genera una corriente de agua en la superficie. La bomba está en funcionamiento aprox. 6-12 horas y gracias al skimmer nos ahorramos la recogida de las hojas y otros restos vegetales que se convierten en nutrientes.

La superficie del agua está limpia y la sedimentación es muy escasa, dado que apenas se genera biomasa en el fondo. En este tipo de construcción se usa con frecuencia muros verticales para separar la zona de las plantas con la de baño.

La profundidad no tiene que ser grande, se puede hacer según las necesidades o preferencias del cliente (aprox 1,50 m - 1,60 m). Se puede utilizar un limpia fondos automático especial para piscinas ecológicas.

4.4.4 Tipo 4: La piscina ecológica con mucha técnica (Natural – Pool)

La zona de regeneración es en este tipo de construcción es inferior a 1/3 del total de la superficie de agua. Las plantas prácticamente tienen una función decorativa. Se utilizan filtros especiales, bombas y skimmers. El sistema se controla con facilidad y no se suele tener problemas con algas.

La zona de regeneración solo es decorativa. El precio total de esta obra es mucho más elevado y el mantenimiento económico también, dado que la bomba es de mayor potencia.

4.5 Mantenimiento

El objetivo de las medidas de mantenimiento es que se mantenga el contenido de sustancias nutritivas en un nivel que se favorezcan los procesos de degradación y evitar así el desarrollo de algas.

4.5.1 Nociones básicas.

Al tratarse de un agua natural, sin productos químicos no podemos evitar la existencia de algas (biofilm), plantas pioneras que aparecerán tras el llenado inmediato del vaso, con lo que el agua se enturbia en un grado que dependerá del volumen de agua, parámetros de esta (de ahí que se requiera un análisis químico de calidad del agua previo al llenado con las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas), la carga de nutrientes, o la climatología. El biofiltro empezará a realizar su función extrayendo los nutrientes y eliminando paulatinamente a las algas ya que estas no podrán reproducirse por falta de nutrientes.

El agua se aspira constantemente de la zona de natación a través de uno o varios skimmers y es conducida a través de unos conductos de aspiración y llevada a presión de abajo hacia arriba por las capas filtrantes, de donde pasa una vez limpia a la piscina, directamente, en forma de arroyo, o de forma subterránea.

En el plazo de 24 horas el agua se puede filtrar totalmente de 2 a 3 veces.

El mantenimiento es casi nulo en invierno, menos intenso en primavera y otoño y más frecuente en verano, una vez por semana como promedio. Se debe usar el limpiafondos y limitar la entrada de materia orgánica para un funcionamiento eficaz del biofiltro.

Los procesos de mantenimiento se concentran en la época de final de otoño al tener que retirar los excesos de hojas y humus, de este modo permanecerán activos los procesos de degradación que continúan realizándose en invierno pero no recibirán aportes en forma de materia orgánica.

Lo más eficiente es el funcionamiento continuo (24 horas) durante el invierno.

En el mantenimiento de primavera se tendrán que retirar los excesos de depósitos creados durante la temporada invernal. El agua sucia aspirada durante los procesos de mantenimiento principal no debería volver a introducirse en la zona de baño. También es conveniente limpiar las paredes para eliminar excesos de biofilm que se pueda haber acumulado, este procedimiento es fácil gracias a superficies y láminas fáciles de limpiar.

Gracias a la limpieza temprana y a la extracción de humus así como a la puesta en marcha del sistema de filtrado en primavera podrán evitarse las máximas concentraciones de sustancias nutritivas del año y se activará a tiempo la microbiología.

Como promedio se precisan aproximadamente 2 horas semanales de mantenimiento para un lago mediano (100 m²).

Las plantas acuáticas no requieren demasiado mantenimiento, se han de podar para facilitar el rebrote y abonar para su correcto desarrollo.

En ningún caso se deben añadir productos químicos ya que alterarían el equilibrio biológico del sistema, reduciendo su capacidad depuradora.

El biofiltro debe ser repuesto o cambiado cada cierto tiempo, mediante la extracción de las gravas y su limpieza o la sustitución de algunas de ellas. Este periodo puede llegar a ser superior a los diez años de funcionamiento.

4.5.2 Guía de mantenimiento.

Además de la limpieza se debe realizar una inspección de los equipos y de las plantas, algunas de las cuales deberán ser repuestas en primavera.

- **Control al inicio de la temporada de baño:**

- Equipo de bombeo: arquetá de la bomba, funcionamiento de los manómetros, comprobación del tiempo de bombeo, ajuste del caudal de filtrado.
- Control del biofiltro: revisión y limpieza del skimer, revisión del desagüe, superficie del biofiltro y borde del lago, reposición de agua si es necesario.
- Limpieza del vaso: seguimiento del biofilm y retirada de exceso con bomba adicional.

- **Control al inicio de la estación:**

- Equipo de bombeo: arqueta de la bomba, funcionamiento de los manómetros comprobación del tiempo de bombeo.
- Control del biofiltro: revisión y limpieza del skimer, superficie del biofiltro y borde del lago, reposición de agua si es necesario.
- Limpieza del vaso: seguimiento del biofilm y retirada de exceso con bomba adicional.
- Poda de plantas, retirada de restos y replantación.
- **Control semanal**
 - Revisión y limpieza de skimer, revisión de la superficie del biofiltro.
 - Nivel de agua y reposición, si es preciso.
 - Seguimiento del biofilm y retirada de exceso con cepillo.
- **Control cada tres años de servicio.**
 - Equipo de bombeo: arqueta de la bomba, funcionamiento de los manómetros, comprobación del tiempo de bombeo.
 - Revisión del perímetro, limpieza de skimmer.

4.5.3 Limpieza

Para la realización de la limpieza de los vasos contamos con tres equipos diferentes, aunque no son necesarios los tres sí que son complementarios en el uso.

- **ROBOT LIMPIAFONDOS**

Equipo indicado para la realización de la limpieza diaria en época de uso continuado por su fácil manejo y mínimo mantenimiento. En periodos superiores a una semana es conveniente observar la suciedad de la bolsa del robot.



- **ASPIRADOR DE LODOS-LIMPIAFINDOS**

Equipo especialmente indicado para la limpieza de las zonas de plantación y filtración. El agua aspirada con este equipo ha de ser utilizada para riego o evacuada. Imprescindible para la limpieza primaveral.



4.5.4 Ejemplo de limpieza inicial a principio de época de baño.

Tras 7 meses sin limpiar los vasos y estando únicamente la bomba de recirculación en las horas de funcionamiento invernales y de primavera nuestro proyecto tipo presentaba el aspecto siguiente:



Primero se eliminaron las algas filamentosas de los tres vasos. En este caso se realizo enrollándolas en una vara de unos 2 m de larga.



Pasándose el robot posteriormente.



El resultado tres horas después es el que se aprecia.



A partir de este momento se mantiene pasando el robot limpia-fondos diariamente y eliminando el exceso de algas en los vasos de filtración y plantación semanalmente.

Las labores de limpieza siempre dependerán de factores como la radiación del lugar, la profundidad del vaso de nado y el uso que se haga de la biopiscina.

4.6 Ventajas de la depuración natural

- Nadar en un agua que no contiene productos químicos que le den sabor u olor, ni peligro de irritación de ojos o de piel ni alergias que producen estos productos.
- Ahorro en maquinaria, reparaciones, productos químicos, personal para mantenimiento, etc.
- Limpieza de manera natural
- Poco mantenimiento, una vez regulado y equilibrado el sistema.

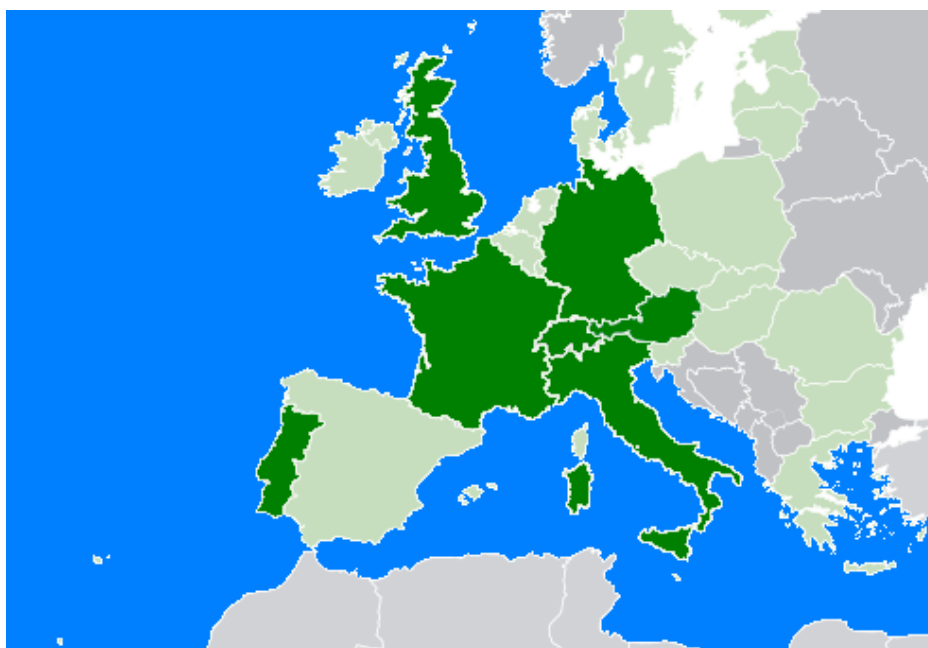
- Creación individual y según necesidades.
- No rompe la armonía del jardín o del paisaje.
- No hay que cambiar el agua.
- Al ser un tema ya tan introducido en el mercado europeo, para cada problema, existe la solución y producto.
- No es algo nuevo ni mucho menos. En Alemania, Austria, Italia, Portugal, etc. llevan más de 20 años, Portugal más de 10.

Desventajas

- Al principio, el agua puede ponerse verde debido a las algas que, pero una vez regulado, el agua se queda transparente. Aunque últimamente ya no se están teniendo piscinas que pasen por este proceso. Al sobredimensionar las piscinas con plantas, estas actúan desde el primer momento dejando el agua lista para su baño desde el primer momento.
- Al ser un ecosistema, no lo controlamos al 100% nosotros, como con una tableta de cloro. Es un sistema algo variable.
- Hay personas que aborrecen cualquier bichito y sí que es cierto que pueden haber algunas ranas. En las piscinas públicas de Alemania para evitar esto, se separa completamente la zona de baño de la de plantas.

5 Estudio de la ubicación real de diversas piscinas ecológicas.

En otros países Europeos como Alemania, Suiza, Inglaterra, Francia, Italia, Portugal o Austria, se llevan construyendo este tipo de piscinas desde hace más de 15 años.



5.1 Ejemplos reales de piscinas ecológicas



Localización	País	Año	superficie
Camping Hell	Alemania	1998	200 m ²



Localización	País	Año	superficie
Hotel Elisabeth	Alemania	1998	500 m ²



Localización	País	Año	superficie
Hotel Rieser	Alemania	1999	1.100 m ²



Localización	País	Año	superficie
Piscina pública Glödnitz	Alemania	2000	1.200 m ²



Localización	País	Año	superficie
Hotel Alpenrose	Alemania	2002	850 m ²



Localización	País	Año	superficie
Kaiserbad Elmau	Alemania	2003	1.200 m ²



Localización	País	Año	superficie
Hotel Veldesteiner-Fost	Alemania	2004	350 m2



Localización	País	Año	superficie
Park Hotel Waldhouse	Suiza	2004	400 m2



Localización	País	Año	superficie
Piscina Legau	Alemania	1920	1.400 m2



Localización	País	Año	superficie
Bedernau	Alemania	2007	700 m ²



Localización	País	Año	superficie
La Chapelle	Francia		

5.2 Visita a una piscina ecológica.

Para estudiar más de cerca el funcionamiento de estas piscinas ecológicas, me trasladé Combloux, en los Alpes Franceses, donde se encuentra el “*Plan d’eau Biotope de Combloux*”, que es la primera piscina ecológica pública que se construyó de Francia y abrió en 2002 para gran alegría de los bañistas.



El Plan d’eau Biotope de Combloux establece el punto de partida de un nuevo género en su funcionamiento, basado en las técnicas de depuración biológica: es gracias a la acción de las plantas acuáticas y de microorganismos depuradoras contenidas dentro de la grava, que el agua permanece clara y de buena calidad, lo que sustituye los productos desinfectantes (cloro) utilizados en las piscinas tradicionales y evita que el agua se vuelva química dentro de una central de depuración.

El Plan d’eau Biotope de Combloux pertenece a la categoría "Baños naturales", pero respeta un protocolo de explotación más próximo que el de una piscina tradicional.

5.3 Imágenes de la piscina de comblux



**CASCADA PARA LA
OXIGENACIÓN**



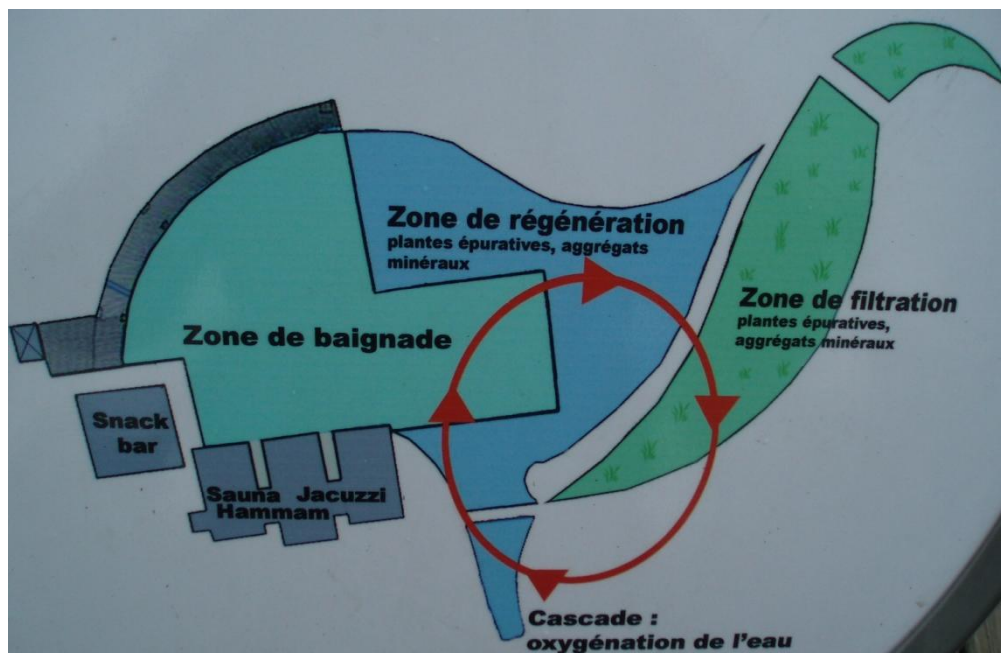




**AMANDIN DAVIN,
INGENIERA DEL PLAN
D'EAU DE COMBLOUX**



El Plan d'eau Biotope de Combloux Se compone de dos vasos principales:



- Vaso de depuración (1500m²)
- Vaso de baño dividido en dos zonas:
 - Zona de baño en sentido estricto (1500m² de los cuales 1000m² de cuenca 20 x 50m y 500m² de descenso de acceso.
 - Zona de regeneración: (1500m²) delimitada de la zona de baño por un terraplén de granito en el fondo y flotadores en la superficie.

El volumen del agua es de 3700m³

El *Plan d'eau* está abierto de mediados de junio hasta principios de septiembre, cada día de 11h a 19h. Entre temporada, el número de empleados pasa de 2 a 9 (la responsable del *Plan decaee* + el ayudante técnico a los cuales se añaden 2 agentes de mantenimiento, 2 cajeras y 3 maestros de natación

PH medio: de 7 a 8

T^a media del lago: 23 ° C y T^a máxima: 26 ° C (en temporada)

Altitud: 1000m

Número de plantas: más de 12000.

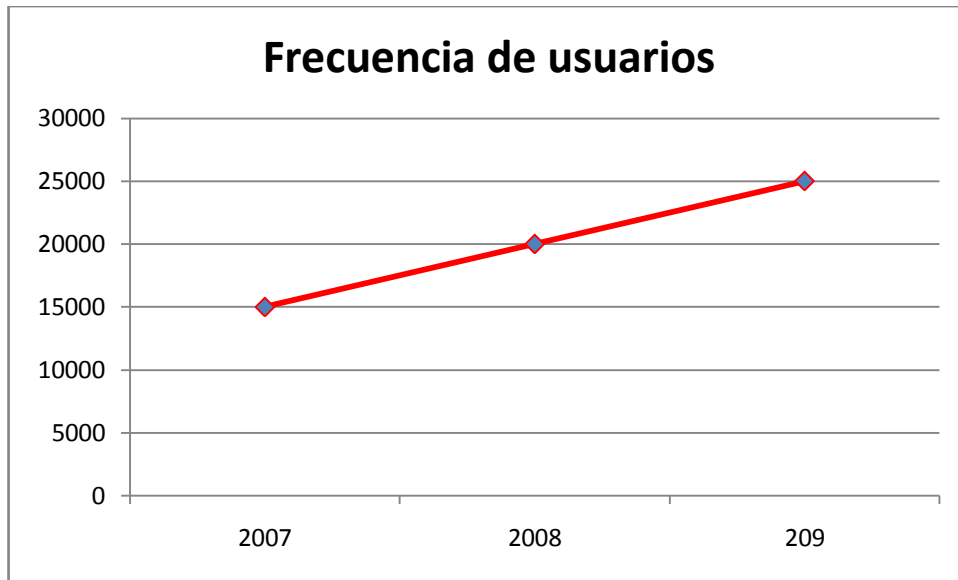
Durante el invierno, *el Plan d'eau* se hiela, el sistema hidráulico queda bajo el hielo, las máquinas se detienen. *El Plan d'eau* está en funcionamiento durante 5 o 6 meses al año.

Cada otoño, justo antes de las primeras heladas, las plantas son segadas.

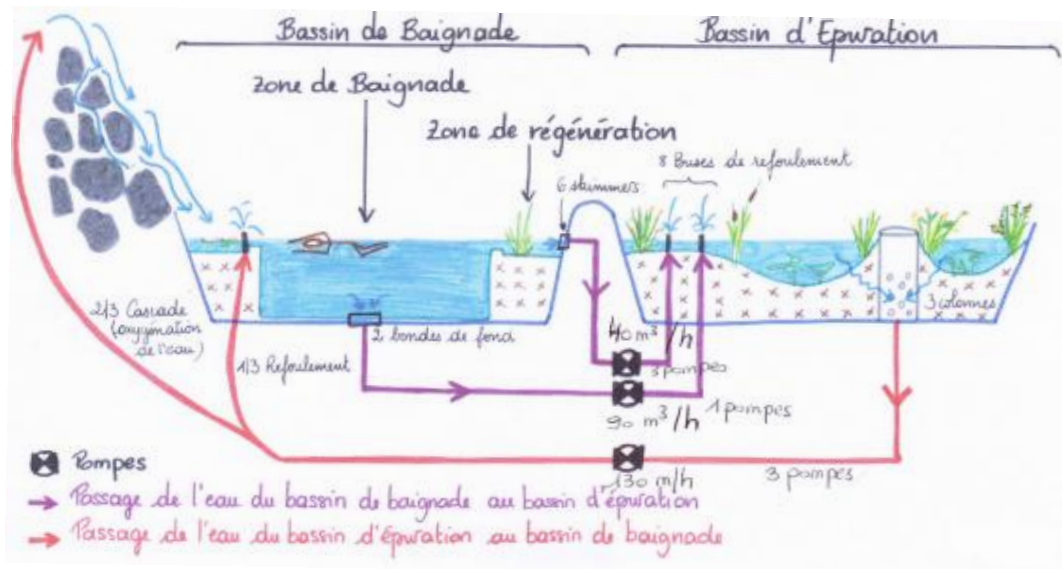
Frecuencia:

- 15000 entradas durante la temporada de 2007
- Más de 20.000 en 2008
- 25.000 en 2009

Lo que demuestra el interés creciente de los usuarios en relación a las alternativas ecológicas en su vida cotidiana.



5.4 Funcionamiento



El ciclo completo: del agua es de algo más que un día.

5.4.1 Zona de baño

La zona de baño, es la zona destinada a los bañistas llamado "vaso de piscina".

Esta zona está en contacto con la zona de regeneración de la que se hablará más adelante.

Para aspirar el agua contaminada de materia orgánica, generada por los bañistas y otros seres vivos, es necesario un flujo de reciclaje es de $130 \text{ m}^3 / \text{h}$ proporcionado por 6 skimmers: $40 \text{ m}^3 / \text{h}$ y 2 sumideros de: $90 \text{ m}^3 / \text{h}$.

La función de los skimmers consiste en aspirar la materia orgánica que se encuentra en la superficie del vaso de la piscina. Normalmente en la superficie del agua es donde más se suele acumular la materia orgánica, estos skimmers deben tener unos filtros físicos para que no se introduzcan objetos voluminosos en el interior de la instalación de aspiración.

La función de los sumideros es similar a la de los skimmers, con la diferencia de que estos se encuentran en el fondo del vaso de la piscina, como prácticamente toda la materia orgánica se acumula en la superficie del agua, no han de haber tantos sumideros como skimmers, pero deben existir ya que la materia orgánica puede precipitar hacia el fondo del vaso, estos sumideros también deben incorporar filtros para evitar atascos en el instalación.

5.4.2 Zona de regeneración

La zona de regeneración forma parte del propio vaso de la piscina, pero está delimitada por una pared hasta una altura próxima a la superficie del agua a falta de unos centímetros.

Esta zona está constituida únicamente por tierras y algunas plantas acuáticas y su función es la de recogida y trasvase de las aguas limpias que provienen de la zona de filtración; recogida porque hace de base para sustentar los tubos que conducen el agua limpia de la zona de filtración ya que físicamente estas canalizaciones no se podrían sustentar en el vaso de la piscina ya que no tienen terreno físico y trasvases porque como está en contacto con el vaso de la piscina y existe una separación entre el muro y el vaso, deja pasar las aguas limpias de nuevo hacia el vaso de la piscina.

5.4.3 Zona de filtración

La zona de filtración es la zona más importante de todas las otras zonas con diferencia porque es la que reproduce el ciclo de filtración y depuración de la naturaleza utilizando las tierras y las plantas acuáticas.

Esta zona es la encargada de eliminar la materia orgánica que se va generando en la piscina.

5.4.3.1 Listado de plantas utilizadas en esta piscina:

- **Phragmites communis**

Nombre común: caña, caña borda, caña borde, caña de río, cañafifla, cañavera, cañeta, cañete, cañilga, cañita, cañiza, cañota, cañote, cañuela de céspedes, carricillo, carriza, carrizo, carrizo común, jiscas, manchega, senill, sisca.

Altura: 2 a 3 m

Zona: 1 y 2

Floración: No

Exposición: Sol o media sombra

Heladas: Muy resistente



- **Iris pseudoacorus**

Nombre común: Lirio Amarillo, Acoro bastardo, Acoro palustre, Acoro falso, Lirio español, Espadaña fina, Lirio espadaña, Espadaña amarilla, Ácoro amarillo, Azucena amarilla

Altura: 0.60 a 0.90 m

Zona: 1 y 2

Floración: Primavera

Exposición: Sol o media sombra

Heladas: Muy resistente



- **Juncus conglomeratus**

Nombre común: Hierba de la música. Junco de esteras. Junco fino.

Altura: 1 m

Zona: 1 y 2

Floración: De mayo a septiembre

Exposición: Sol o media sombra

Heladas: Resistente



- **Scirpus Lacustris**

Nombre común: Junco cebra

Altura: Hasta 3m

Zona: 2

Floración: No

Exposición: Sol o media sombra

Heladas: Muy resistente



- **Carex riparia**

Nombre común: Yerba cipresillo

Altura: 1 a 1,5 m

Zona: 1, 2

Floración: Mayo a julio

Exposición: Sol o media sombra

Heladas: Muy resistente



- **Typha latifolia**

Nombre común: Espadaña, Totora, Enea, Anea, Junco, Bayón, Bayunco, Bohordo, Henea, Junco de la pasión, Maza de agua

Altura: 1 a 2 m

Zona: 2 y 3

Floración: Primavera

Exposición: Sol o sombra ligera

Heladas: Resistente



- **Phalaris arundinacea**

Nombre común: Phalaris

Altura: 0,3 a 0,6 m

Zona: 1 y 2

Floración: No

Exposición: Sol o sombra ligera

Heladas: Heladas leves



- **Mentha aquatica**

Nombre común: Menta de agua, Hierbabuena morisca, Menta de lobo, Almaro, Almoraduj, Almoradux, Azándar, Balsamita, Hierba morisca, Hierbabuena acuática, Hierbabuena americana, Hierbabuena del agua, Hierbabuena rizada, Menta colorada, Menta rizada, Sándalo de agua

Altura: hasta 0,8 m

Zona: 2 y 3

Floración: Verano

Exposición: Sol

Heladas: Heladas leves



- **Myosotis palustris**

Nombre común: No me olvides acuático

Altura: 0,2 a 0,3 m

Zona: 2

Floración: Primavera

Exposición: Lugares soleados o semisombra

Heladas: Muy resistente



- **Acorus calamius**

Nombre común: Acoro, Cálamo acuático, Calamo aromático, Ácoro indio, Ácoro verdadero, Calamis, Cálamo verdadero

Altura: 0,6 a 1 m

Zona: 1, 2 y 3

Floración: No

Exposición: Sol y media sombra

Heladas: Resistente



- **Phragmite australis**

Nombre común: Caña, caña borda, caña borde, caña de río, cañafila, cañavera, cañeta, cañete, cañilga, cañita, cañiza, cañota, cañote, cañuela de céspedes, carricillo, carriza, carrizo, carrizo común, jiscas, manchega, senill, sisca.

Altura: 0.60 a 0.90 m

Zona: 1 y 2

Floración: Primavera

Exposición: Sol o media sombra

Heladas: Muy resistente



- **Pontederia lanceolata**

Nombre común: Pontederia, Espigas de agua, Camalote grande, Flor de la laguna, Tule

Altura: 0,8 a 1,2 m

Zona: 2 y 3

Floración: Primavera, verano, otoño

Exposición: Sol o sombra ligera

Heladas: Tolera heladas leves



- **Lythrum salicaria**

Nombre común: Arroyuela, esmermasangres, frailes, graciosa, hierba de las tripas, hierba del toro, hierba lacharera, lisimaquia purpúrea, lisimaquia roja, salgueira, salicaria, salicaria vulgar, tripera

Altura: 0.65 a 0.85 m

Zona: 1 y 2

Floración: Florece de junio a septiembre

Exposición: Penumbra

Heladas: Muy resistente



- **Caltha palustris**

Nombre común: Hierba centella, Centella de agua, Calta, Cala de agua, Aro de pantano, Yerba centella, Aro palustre, Hierba del rosario

Altura: 0,6 m

Zona: 1 y 2

Floración: Primavera

Exposición: Sol y semisombra

Heladas: Resistente



- **Nuphar lutea**

Nombre común: Nenúfar amarillo, Botellera, Cubiletes, Maravilla de río, Ninfa amarilla, Azucena de agua amarilla, Lampazo, Ninfea amarilla.

Diámetro: 1,5 m

Zona: 4

Floración: Primavera

Exposición: pleno sol

Heladas: Resistente



- **Polygonum amphibium**

Nombre común: El polígono anfibio

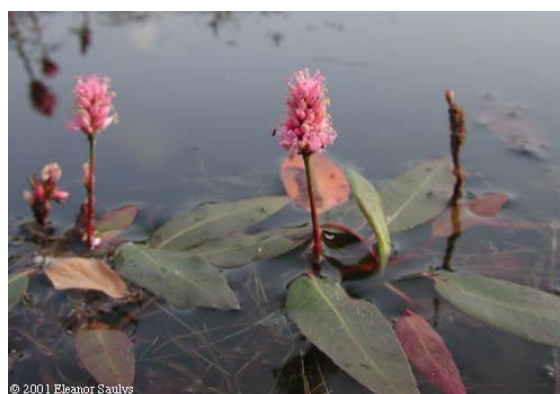
Altura: 0,3 m

Zona: 4

Floración: Verano

Exposición: pleno sol


Heladas: Resistente




- **Vallisneria spiralis**

<p>Nombre común: Vallisneria</p> <p>Longitud: Hasta 0,9 m</p> <p>Zona: 4</p> <p>Floración: Primavera</p> <p>Exposición: Sol y semisombra</p> <p>Heladas: Resistente</p>	
---	--

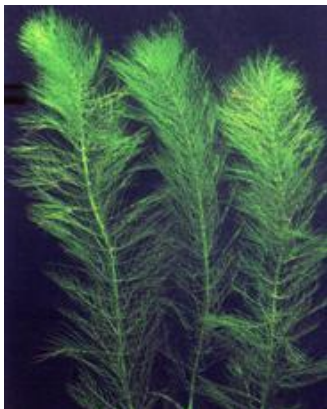
- **Hottonia palustris**

<p>Nombre común: Violeta de Agua</p> <p>Longitud: Hasta 0,9 m</p> <p>Zona: 3 o 4</p> <p>Floración: De mayo a junio</p> <p>Exposición: Lugares soleados y lugares a media sombra.</p> <p>Heladas: Resistente</p>	
---	---

- **Myriophyllum spicatum**

<p>Nombre común: Milhojas acuáticas</p> <p>Longitud: Varios metros</p> <p>Zona: 4</p> <p>Floración: De mayo a junio</p> <p>Exposición: Sol o sombra</p> <p>Heladas: Resistente</p>	
--	--

- **Myrrophyllium verticillatum**

<p>Nombre común: Milhojas acuáticas</p> <p>Longitud: 60 cm</p> <p>Zona: 4</p> <p>Floración: Primavera a verano</p> <p>Exposición: Sol o sombra</p> <p>Heladas: Resistente</p>	
---	--

Para más información sobre las plantas consultar ANEXO 1

5.4.4 Recirculación del agua

La recirculación del agua está, se produce mediante la acción de dos grupos de bombas, un grupo encargado de aspirar el agua mediante los skimmers y sumideros y impulsarlos por unos conductos hasta la zona de depuración, de abajo hacia arriba. El otro grupo se encarga de recoger el agua del fondo mediante unos colectores de fondo para posteriormente impulsar el agua hasta la zona de regeneración (conectada a la zona de baño) por medio de una cascada.



5.4.5 Oxigenación

La cascada permite el retorno del agua purificada dentro del vaso de baño, y desarrolla una labor de oxigenación del agua.

6 Parámetros de diseño de las piscinas ecológicas.

Tanto la forma como el tamaño dependerán de las características de cada proyecto, siendo aconsejable contar con una superficie mínima de 20 a 25 m², de esta forma se dispone de un buen nivel de oxígeno para el biofiltro y proporcionará un volumen de agua suficiente para que no existan grandes

oscilaciones de temperatura que alterarían los procesos biológicos de la zona de filtración o regeneración del agua.

Para el correcto funcionamiento del sistema se debe hacer un estudio previo sobre la orientación, vientos dominantes, insolación que recibirá la zona de biofiltración, siendo conveniente en algunos casos que este disfrute de cierta sombra, pues es importante como ya se ha dicho que no existan grandes fluctuaciones de temperatura, en la actualidad se están desarrollando proyectos a profundidades de 1,5-1,7 m.

El SISTEMA, solo usa 1/3 de la superficie para la biofiltración y el restante para baño y nado.

Parámetros de calidad del agua.

Al ser una depuración natural el baño tiene lugar en un agua viva, no son necesarios productos químicos, que repercuten negativamente en la salud de la piel, ojos, sistema respiratorio, y especialmente en niños, ancianos y personas con alta sensibilidad a productos clorados.

Con este sistema no se utiliza cloro, ozono, sal u otros aditivos requeridos para mantener el agua en condiciones óptimas.

Además el agua no es abrasiva pues este sistema autorregula el pH.

Se mantiene una calidad del agua tal, que cumple con los estrictos criterios de calidad del agua en Europa.

Referencias normativas.

Europea:

DIRECTIVA 2006/7/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de febrero de 2006 relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE

Respecto a la legislación Estatal, esta se encuentra adaptada a cada comunidad autónoma, en lo referente al baño público, afecta la siguiente legislación:

- Real Decreto 734/1988, de 1 de julio, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño (BOE nº 167 de 13-7-88, BOE nº 169 de 15-7-88)
- Otras referencias:
 - Países pioneros en la depuración natural de agua para baño como Alemania, Austria disponen de guías oficiales para plantación, construcción, servicio, y mantenimiento de zonas de baño públicas con depuración natural del agua:
 - Deutsche Gesellschaft für Badenwaser.

- Bundesfachverband Öffentliche Bädere.V.
- -Deutsche Gesellschaft für naturnahe Badegewässer e.V

Estas normativas están siendo la guía en Francia y se está iniciando en España.

- -WHO guideles for safe recreational water enviroments se usa como referente internacional de seguridad.

ANEXO 1 del DECRETO 23/1999, de 23 de Febrero.

Requisitos de calidad del agua del vaso. Determinaciones microbiológicas:

PARÁMETROS	VALORES LÍMITE
Bacterias aerobias a 37° C	Inferior a 200 colonias/ml
Coliformes totales	10 colonias/100 ml
Coliformes fecales	Ausencia en 100 ml
Estreptococos fecales	Ausencia en 100 ml
Clostridios sulfitorreductores	Ausencia en 100 ml
Algas, larvas de artrópodos u otros organismos vivos	Ausencia en 1 litro
Salmonella sp	Ausencia en 1 litro
Staphylococcus aureus	Ausencia en 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia en 100 ml

- Ejemplo de dos análisis de agua en piscinas naturalizadas, donde la depuración se realiza por biofiltración desarrolladas en Portugal.

Os resultados em pormenor:

Piscina biológica de uso particular	1.8.05	18.8.05
Contagem de colónias a 37 ° C (/ml)	6	10
Contagem de colónias a 22° C (/ml)	63	85
Quantificação de Coliformes totais (/100ml)	1,3	1,3
Quantificação de Coliformes fecais (/100ml)	0,6	0,46
Quantificação de Estreptococos (/100 ml)	0,0	0,0
Pesquisa de esporos de Clostridios sulf. Redutores	0,0	0,0
Temperatura do ar (°C), 18 horas / 18 horas	27,1	27,6
Temperatura água do Banho (superfície)	26,1	26,3
Temperatura água Plantas (fundo)	23,1	24,4

Conselhos técnicos: Água bacteriológicamente potável no momento da colheita.

Piscina biológica de uso semi-público	1.8.05	18.8.05
Contagem de colónias a 37 ° C (/ml)	0	6
Contagem de colónias a 22° C (/ml)	6	51
Quantificação de Coliformes totais (/100ml)	0,0	1,5
Quantificação de Coliformes fecais (/100ml)	0,0	0,6
Quantificação de Estreptococos (/100 ml)	0,0	0,0
Pesquisa de esporos de Clostridios sulf. Redutores	0,0	0,0
Temperatura do ar (°C), 10.30 horas / 16 horas	19,3	27,4
Temperatura água do Banho (superfície)	21,7	24,9
Temperatura água Plantas (fundo)	21,4	24,3

Conselhos técnicos: Água bacteriológicamente potável no momento da colheita.

7 Análisis del funcionamiento y características de las piscinas municipales.

El Departamento de Sanidad y Seguridad Social ha elaborado un nuevo decreto que regula las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público.

La entrada en vigor de este decreto presenta un enfoque actualizado de las normas sanitarias de estas instalaciones, al tiempo que delimita las responsabilidades de la Administración, los propietarios y los usuarios de las piscinas de uso público. Es, por tanto, un paso adelante en la consecución del objetivo básico de una norma de estas características: la protección de la salud.

En el cumplimiento de este Decreto intervienen desde técnicos de la Administración local, constructores y responsables de piscinas hasta usuarios.

7.1 Introducción

Las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público están recogidas en el Decreto 95/2000, de 22 de febrero, publicado en el Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña número 3092, de 6 de marzo de 2000.

Este Decreto tiene como objetivo garantizar la seguridad y la salubridad de las instalaciones y se basa en la responsabilidad de los titulares de las piscinas, los que deben mantener un nivel higiénico-sanitario y controlarlas mediante la implementación de un plan de autocontrol de los puntos generadores (o potencialmente generadores) de riesgos de su instalación.

El cumplimiento de este Decreto es obligatorio para las piscinas de uso público, y quedan excluidas las piscinas unifamiliares, las de comunidades de vecinos de uso privativo para sus titulares, las piscinas de aguas termales y las destinadas a usos exclusivamente medicinales.

A continuación se recogen en distintos apartados los puntos más destacados a tener en cuenta a la hora de elaborar informes sobre un proyecto y / o autorizar el funcionamiento de una instalación.

Estos apartados están estructurados de manera que en cada punto se incorporan con otro tipo de letra y en cursiva los artículos del Decreto que hacen referencia al punto en cuestión.

El contenido de los apartados es el siguiente:

En el apartado 2, **Condiciones para el buen estado sanitario**, se dan las recomendaciones sanitarias generales que deben cumplir las piscinas.

En el apartado 3, **Instalaciones y servicios**, se detallan las características de cada instalación o servicio de acuerdo con lo establecido en el Decreto, y a continuación las recomendaciones sanitarias.

En el apartado 4, **Agua**, se dan las referencias de la normativa aplicable y las condiciones de diseño necesarias para garantizar un correcto funcionamiento del sistema de tratamiento del agua.

En el apartado 5, **Autocontrol**, se dan las pautas necesarias, que deberían incluir como mínimo en el plan de autocontrol, para garantizar un buen nivel de mantenimiento de las instalaciones, los servicios y del sistema de tratamiento del agua.

En el apartado 6, **Recomendaciones sanitarias**, se dan unas indicaciones para prevenir las infecciones en estas instalaciones.

7.2 Condiciones generales para el buen estado sanitario

El objetivo de estas recomendaciones sanitarias es proteger la salud de las personas usuarias de piscinas y minimizar el riesgo de accidentes.

El estado sanitario de la piscina va ligado a su diseño, funcionamiento, mantenimiento y vigilancia sanitaria.

7.2.1 Diseño de las piscinas

Las piscinas deben proyectarse y construirse tomando las medidas adecuadas por:

- a) Limitar la aportación de contaminantes al agua de los vasos mediante:
 - La disponibilidad de vestuarios y servicios sanitarios adecuados para los bañistas, en función del aforo máximo.
 - Accesos independientes para pies calzados y pies descalzos.
 - Accesos a la zona de playa que permitan eliminar al máximo la contaminación aportada por los bañistas (duchas, túnel de duchas y pediluvios).
- b) Eliminar la contaminación residual. El diseño deberá contemplar:
 - Unos acabados de pavimentos y revestimientos que permitan una limpieza y desinfección eficaz.
 - La recirculación continua del agua superficial por aliviaderos y / o skimmers, con la disposición adecuada de las bocas, evitando zonas estancadas.
 - El tratamiento correcto del agua recirculada con equipos de filtración y desinfección.
 - La aportación de agua nueva.

7.2.2 Condiciones de funcionamiento

Los aspectos a tener en cuenta son:

- El correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento del agua (filtros, bombas, dosificadores, etc.).
- La eficacia del circuito de recirculación continua del agua superficial de los vasos en piscinas no desbordantes.
- La eficacia del tratamiento del agua (parámetros de control del pH y nivel de desinfectante).
- La eficacia de la recirculación del aire en piscinas cubiertas (parámetros de control: temperatura y humedad ambiental).
- Para garantizar unas buenas condiciones higiénico-sanitarias de la piscina es importante la colaboración de los usuarios, a los que se les ha de informar a través de las normas de uso interno.

- Es necesaria la formación continuada del personal para un buen funcionamiento de las instalaciones.

7.2.3 Condiciones de mantenimiento (Plan de autocontrol)

- Mantenimiento adecuado de los equipos, tanto del equipo de tratamiento del agua como los equipos de recirculación del aire y de calentamiento del agua en piscinas cubiertas.
- Limpieza y desinfección de los pavimentos y revestimientos de la instalación (Vaso, rebosaderos, playa, pediluvios, duchas, servicios sanitarios, etc.).
- Mantenimiento de la calidad del agua de la red interna, tanto desde el punto de vista de la composición como de su capacidad desinfectante en las duchas y los sanitarios.
- Limpieza y desinfección del material de enseñanza y animación (líneas de separación, flotadores, corchos, colchones, etc.).
- Almacenamiento adecuado de los productos químicos.

7.2.4 Vigilancia sanitaria

- Servicio de salvamento y socorrismo de acuerdo con el aforo previsto.
- Botiquín y enfermería.

7.3 Instalaciones y servicios

No hay ningún criterio ni norma de los organismos sanitarios internacionales que sirva de guía para el cálculo del número idóneo de aseos, escaleras, duchas, etc. En instalaciones deportivas acuáticas. En ausencia de un criterio homogeneizador, las recomendaciones se dan con carácter orientativo, en función de la superficie de la lámina de agua o del aforo.

7.3.1 Aforo

El diseño de las instalaciones y los servicios anexos se realizará a partir del aforo máximo, que es:

“... el nombre màxim de persones que poden utilitzar al mateix temps les instal·lacions de la piscina, sense que se'n derivi un increment del risc no controlable per a la seva salut i seguretat. Aquest aforament màxim ha de garantir, també, el benestar dels usuaris permetent una utilització còmoda de les instal·lacions.” (art. 2)

En las piscinas cubiertas, este contenido límite debe ser de una persona por cada 2,5 m² de lámina de agua y, en las piscinas descubiertas, debe ser igual a la suma del aforo del vaso más el de la zona de estancia. El contenido del vaso debe admitir una persona por cada 2,5 m² de lámina de agua y el de la estancia

será determinado por el titular de la instalación, en función de sus características, de tal manera que se garanticen el confort y la seguridad de los usuarios. Tanto el aforo máximo como el del vaso deberán estar expuestos en un lugar visible para todos los usuarios.

7.3.2 Condiciones generales

“Les característiques de les instal·lacions i els serveis annexos de les piscines han de garantir la prevenció de riscos sanitaris i d'accidents, i afavorir el benestar dels usuari” (art. 3)

“Les superfícies de tots els elements que integren les instal·lacions i els equipaments de la piscina han de ser de materials resistents als agents químics, de color clar i de neteja i desinfecció fàcils. En la construcció d'aquests elements no es poden utilitzar materials susceptibles de constituir-se en substrat per al creixement microbià”. (art. 4.1.)

“Els paviments, les superfícies de pas dels trampolins, les palanques i les escales han de construir-se amb materials antilliscants. Els paviments han d'estar dotats de desguassos i el seu disseny ha de garantir la inclinació suficient per evitar la formació de tolls”. (art. 4.2.)

La utilización de materiales antideslizantes es necesaria para evitar accidentes, ya que con los pies mojados es más fácil resbalar.

Los materiales antideslizantes que se utilicen en la instalación deben cumplir la norma DIN 51.097, que establece los niveles siguientes:

- A) Circulaciones de pies desnudos
 - Vestuarios individuales y colectivos
- B) Duchas
 - Sanitarios
 - Playas en torno a los vasos
 - Fondo de los vasos donde se haga pie
 - Fondo de los vasos de chapoteo
 - Fondos móviles
 - Escaleras fuera del agua en la zona de pies desnudos
- C) Escaleras de acceso al agua
 - Pediluvios
 - Remates inclinados para el desbordamiento de los vasos.

“Els elements metàl·lics de les instal·lacions han de ser de materials resistents a l'oxidació”. (art. 4.3.)

“Les instal·lacions han de disposar del nombre de boques d'aigua suficient per permetre una neteja correcta del conjunt de totes elles.” (art. 4.4.)

“Les instal·lacions elèctriques de les piscines han de complir les normes de seguretat que els siguin d'aplicació. Els endolls i els interruptors han de tenir la protecció adequada i estar situats a una alçada suficient per tal d'evitar la manipulació de qualsevol usuari”.
(art. 4.5.)

“En totes les àrees i dependències de les instal·lacions s'ha de disposar de punts d'il·luminació suficients per permetre desenvolupar l'activitat a què es destinen. Aquests punts d'il·luminació han d'estar protegits contra les ruptures.” (art. 4.6.)

“S'ha d'assegurar una ventilació suficient en totes les dependències de les instal·lacions. Les piscines cobertes han de disposar dels mecanismes necessaris per assegurar la renovació constant de l'aire en el recinte, garantint una temperatura i humitat relativa adient. Als efectes de control d'aquests extrems han de tenir, almenys, un termòmetre i un higròmetre situats a la zona de platja.” (art. 11)

7.3.3 Vasos

7.3.3.1 Tipos

Atendiendo a la instalación, se pueden clasificar en:

- Cubiertas: aquellas que tengan los vasos protegidos del ambiente exterior o que no estén expuestos al aire libre. Pueden estar climatizados.
- Descubiertas: aquellas que tengan los vasos al aire libre.

En ambos casos puede haber los siguientes tipos de vasos:

- Infantiles: destinados a los usuarios menores de seis años, con profundidades inferiores a 0,70 m.
- Recreativos o polivalentes: destinados al público en general, con profundidades comprendidas entre 0,70 m y 1,20 m.
- De competición o deportivos: aquellos equipados con las características propias para la práctica de cada deporte, con profundidades comprendidas entre 1,20 m y 3 m.
- De saltos: con profundidad superior a 3 m.

Vasos infantiles

“Els vasos destinats a la utilització exclusiva dels infants han d'estar separats dels vasos per a la utilització dels adults, de manera que els infants no puguin accedir involuntàriament a altres vasos” (art. 5.6.)

- La separación entre los vasos infantiles y los de adultos debe ser, como mínimo, de 4 m.
- Se recomienda que el suelo de las zonas donde se haga pie, de profundidad inferior o igual a 1,20 m, sea de material antideslizante de nivel B, de acuerdo con la norma DIN 51097.
- La recirculación del agua por el fondo del vaso no se considera imprescindible, pero debe tener un desagüe de fondo para el vaciado total y la limpieza. En caso de que haya recirculación por el fondo, se recomienda que haya dos desagües, por tal de prevenir los accidentes.

7.3.3.2 Características generales de los vasos

Pendiente

“El fons dels vasos ha de tenir el pendent necessari per permetre’n el buidatge total. Els canvis de pendent han d’establir-se en la progressió escaient per a la prevenció d’accidents. En els vasos cal col·locar rètols d’avís per als usuaris, indicant-hi les fondàries mínima i màxima, i els canvis dependents.” (art. 5.1.)

- La pendiente del fondo de la piscina debe ser, como mínimo, del 1% y, como máximo, del 10%, en profundidades menores a 1,50 m. Las pendientes no deben superar el 35%.
- Los rótulos de aviso se colocarán en un lugar visible.

Superficies

“Les superfícies de les parets i terres s’han de construir amb materials impermeables, i els angles d’unió han de ser arrodonits. Els fons dels vasos destinats als infants i els d’aquells que per la seva poca profunditat permetin caminar han de ser antilliscants, per tal d’evitar-hi accidents”. (art. 5.2.)

“La part interna dels vasos ha d’estar lliure d’elements que puguin ocasionar accidents als usuaris i dificultar la circulació de l’aigua.” (art. 5.4.)

- El vaso de la piscina debe tener, de acuerdo con las técnicas constructivas, las condiciones que aseguren la estabilidad, la resistencia y estanqueidad de su estructura, en cualquier caso, debe mantenerse en buen estado de conservación.
- El fondo y las paredes del vaso deben estar revestidos de materiales lisos, resistentes a los agentes químicos, de color claro y de fácil limpieza y desinfección. No se han de utilizar revestimientos que puedan producir accidentes o ser antihigiénicos.
- El suelo de la zona de profundidad inferior a 1,20 m debe ser de material antideslizante de nivel B, de acuerdo con la norma DIN 51097.

- El perímetro de los vasos que desborden en pendiente se revestirán con materiales impermeables, higiénicos y antideslizantes de nivel C, de acuerdo con la norma DIN 51.097.
- Hay que tener especial cuidado con el pavimento de los escalones de las escaleras de obra • de acceso al vaso, que debe ser antideslizante.

Desagües

“En el fons dels vasos s’han de preveure els desguassos que permetin el buidatge total de l’aigua. Com a mínim un cop a l’any, s’ha de procedir al buidatge total de la piscina per a una completa neteja i desinfecció de les parets i el terra de la piscina. Els desguassos han d’estar adequadament protegits mitjançant reixes de seguretat que no puguin ser retirades sense eines específiques o sistemes similars de protecció. Així mateix, han de disposar de sistemes antiremolí o altres sistemes adequats per evitar fenòmens de turbulència i/o succió que puguin ser causa d’accident”. (art. 5.3.)

A veces, se han producido accidentes por succión, en el caso de niños que quedan atrapados en las rejillas de seguridad de los desagües o en los desagües del fondo, por esto es importante proteger adecuadamente estos elementos.

- En ningún caso, la presión de succión en la superficie del desagüe del fondo del vaso puede sobrepasar los -3 mca (metros columna de agua); queda incluido el caso hipotético más desfavorable de obstrucción total de esta superficie.
- Los dispositivos de fijación de las rejillas de seguridad de los desagües deben ser resistentes a la acción corrosiva del agua. La luz de las rejillas debe ser, como máximo, de 8 mm.

El vaciado se hará hacia la red de alcantarillado o, en su defecto, en un lugar autorizado por el organismo competente.

7.3.3.3 Escaleras

“En cada vas s’han d’instal·lar escales d’accés, en nombre suficient per evitar riscos i molèsties als usuaris. El seu disseny ha de garantir la comoditat i seguretat dels usuaris.”(art. 6)

Se recomiendan en estos casos:

- Para profundidades superiores a 70 cm, hay una escalera de acceso al vaso por cada 20 m o fracción de su perímetro. En los vasos de competición o deportivos, la ubicación se puede adaptar la actividad que se desarrolle.
- Para la zona con una profundidad inferior a 70 cm, debe haber un mínimo de una escalera, que puede ser de obra.
- No es necesaria en vasos con profundidad inferior a 35 cm.

- Las escaleras deben ser de materiales no oxidables, con pasamanos y de dimensiones que permitan ser utilizadas con comodidad.
- Los peldaños deben tener la superficie plana y antideslizante, y cumplir la norma DIN 51.097, nivel C.

7.3.3.4 Trampolines y toboganes

“Amb la finalitat de prevenir accidents, es prohibeix la utilització de trampolins, palanques i tobogans en les àrees on es permeti simultàniament el bany. L'ús d'aquests elements es restringeix a aquelles piscines o les zones acotades i reservades per a aquesta finalitat, i es subjecta a limitació horària. També es prohibeix l'ús de material que dificulti la vigilància i la visibilitat de la zona de bany. En totes les zones i durant els horaris en què es permeti l'ús d'aquests elements, s'han d'extremar les mesures de vigilància.” (art. 12)

- Los trampolines, las palancas y los toboganes serán de materiales no oxidables, antideslizantes y de fácil limpieza y desinfección.
- Las escaleras de acceso y las superficies pisables serán antideslizantes, de nivel C, de acuerdo con la norma DIN 51097 y se han de asegurar con barandillas de seguridad.

7.3.4 Zona de playa

7.3.4.1 Características generales

“Les zones de platja han d'estar lliures d'impediments i la seva amplada ha de permetre un accés fàcil al vas per tots els costats. El disseny d'aquestes zones ha de preveure que l'aigua que s'hi escorri, inclosa la pluvial, s'evacui cap als desguassos, sense que pugui penetrar en el vas.” (art. 7)

- Las playas se considerarán zonas para pies descalzos y, para su construcción, se utilizarán pavimentos higiénicos y antideslizantes clasificados de acuerdo con la norma DIN 51097, con el nivel B.
- Su anchura debe permitir un acceso fácil. Se recomienda una anchura mínima de 0,80 m.
- Las pendientes deben ser, como mínimo, de un 2%, excepto en los pavimentos drenantes, que pueden ser, como mínimo, de un 1%, de manera que el agua escurra en sentido contrario al vaso hacia unos desagües puntuales distribuidos a el entorno del vaso. Los diámetros de los tubos de evacuación de estas aguas deben tener un tamaño que, como mínimo, asegure la evacuación de las aguas pluviales.
- Estas aguas se evacuarán directamente a la red de alcantarillado y no pueden ser recirculadas en ningún caso.
- Disponer de bocas de riego, para realizar periódicamente su limpieza y desinfección.

- En caso de que haya puentes por encima del agua o islas dentro del vaso, deben ser consideradas zonas de playa. Hay que prever que el agua de escorrentía y de limpieza y desinfección de estos elementos no caiga dentro del vaso. Se han de instalar sistemas adecuados de recogida de esta agua.

7.3.4.2 Duchas exteriores

“Les zones de platja han de disposar de dutxes, en un nombre suficient per permetre’n una utilització còmoda per part dels usuaris. Aquestes dutxes han d’estar equipades amb desguassos.” (art. 8)

Se recomienda:

- En el caso de piscinas descubiertas, es necesario que haya en la zona de playa un mínimo de un cabezal de ducha por cada 20 m o fracción de perímetro. Se debe garantizar un flujo de agua desinfectada y, si es posible, las duchas deben estar distribuidas en el entorno del vaso y cerca de las escaleras, como mínimo en dos puntos opuestos, con desagüe directo, que en ningún caso permita recircular este agua para el uso de la piscina.
- El suelo debe ser de material de fácil limpieza, antideslizante, debe cumplir la norma DIN 51097, nivel B, y tener una pendiente adecuada.

7.3.4.3 Pediluvios

“Es prohibeix la construcció de canalets rentapeus perimètrics als vasos. Els pediluvís que es puguin construir com a instal·lacions complementàries han de garantir un flux continu d’aigua, amb poder desinfectant i no recirculable.” (art. 10)

Los pediluvios, si se construyen, deben estar muy bien diseñados y mantenidos. En caso contrario, pueden ser un foco de contaminación grave. Si se utilizan adecuadamente, pueden ser de gran utilidad cuando la zona de estancia sea de césped o de arena.

Se situarán en la proximidad de las duchas. La altura de agua recomendada es de 10 cm, con un espacio obligado de paso no inferior a dos metros y el nivel de cloro residual libre debe ser superior a las 3 ppm.

El suelo será de material de fácil limpieza y antideslizante, clasificado de acuerdo con la norma DIN 51097, de nivel C, y con una pendiente adecuada no superior al 2%.

7.3.4.4 Salvavidas

“Les zones de platja han de disposar de salvavides proveïts d’una corda de longitud adequada, en nombre suficient i en una ubicació visible i d’accés fàcil. També es pot

preveure utilitzar altres materials de salvament adequats. Aquests equipaments han d'estar sota la responsabilitat del servei de salvament i socorrisme". (art. 14)

Se recomienda:

Como mínimo, dos salvavidas por vaso (situados en la zona de playa y en puntos equidistantes). Hay que tener en cuenta que este número se incrementará en relación con el tamaño de los vasos y la extensión de la zona de playa, de acuerdo con la valoración de los riesgos existentes. No se contabilizarán los vasos infantiles.

Los salvavidas deben disponer de una cuerda de longitud no inferior a la mitad de la máxima anchura del vaso más 3 metros.

El material de salvamento debe ser ligero y que no suponga ningún peligro para los usuarios.

7.3.5 Zona de estancia

Es el espacio destinado a solárium o recreo. Debe estar dotada de bocas de agua, para realizar su limpieza.

Es necesario mantenerla en condiciones higiénico-sanitarias correctas.

Debe haber papeleras suficientes, distribuidas por el entorno.

7.3.6 Enfermería

"Totes les piscines han de disposar almenys d'un local amb una farmaciola equipada amb material suficient, segons l'aforament màxim autoritzat de la piscina, per poder garantir l'assistència de primers auxilis als usuaris, telèfon i rentamans proper i estar equipada amb una llitera practicable i una altra rígida. La ubicació de les farmacioles ha de permetre facilitar en l'accés i en l'evacuació dels accidentats, i ha d'estar convenientment senyalitzada". (art. 13)

Debe estar ubicada en un local que disponga de un botiquín, con material de primeras curas, aseo y teléfono, y que tenga información de los servicios de urgencia.

Debe estar en un lugar adecuado, para atender rápidamente las pequeñas lesiones o malestares.

Este lugar debe estar cerrado, para impedir entradas no autorizadas.

Orientativamente, el material que debe contener el botiquín es el siguiente:

- Gasas estériles, en bolsas individuales.
- Dosificadores de jabón líquido neutro.
- Toallas de un solo uso.

- Esparadraps de roba y antialérgico.
- Vendas de diferentes tamaños.
- Tijeras y pinzas estériles.
- Tiritas de diferentes tamaños.
- Termómetro.
- Gasas con vaselina, para quemaduras y heridas.
- Antiséptico.
- Guantes de un solo uso.
- Linterna de bolsillo para exploración clínica.

Se recomienda, asimismo, que haya un *ambu* (respirador manual) con mascarillas de tres tamaños.

7.3.7 Vestuarios

“Hi ha d’haver vestidors, obligatòriament, i han d’estar dotats d’un nombre suficient de dutxes, lavabos i vàters. Com a mínim, un d’ells ha d’estar adaptat per a usuaris amb discapacitats físiques. La dimensió d’aquests serveis s’adequarà a l’aforament màxim autoritzat. Els lavabos de les piscines han de disposar d’aigua corrent, paper higiènic, tovalloles d’un sol ús i dosificadors de sabó; les dutxes han de tenir aigua calenta i freda.” (art. 15)

Su superficie útil total se recomienda que tenga 0,5 veces el aforo máximo, expresado en metros cuadrados.

Los equipamientos recomendados son: una ducha, un lavabo y un inodoro por cada 50 personas, con un mínimo de dos duchas, dos lavabos y dos inodoros.

Los armarios para guardar la ropa de los usuarios deben ser de material no oxidable y de fácil limpieza.

Los suelos deben construirse con pendientes no inferiores al 1%, ni superiores al 2 % para escurrir el agua y deben establecerse las canaletas y sumideros de desagüe necesarias para recogerla.

Los pavimentos de los vestuarios deben ser antideslizantes, de nivel A, de acuerdo con los criterios de la norma DIN 51097.

Los pavimentos de las duchas y los de los servicios higiénicos deben ser antideslizantes, de nivel B, de acuerdo con los criterios de la norma DIN 51097.

Los armarios para guardar la ropa de los usuarios, los percheros, los bancos, etc. deben ser de material no oxidable y de fácil limpieza y desinfección.

Los servicios deben disponer de toallas de un solo uso o cualquier otro sistema de secado individual (por ejemplo, por aire).

En la ventilación exigida en los vestuarios, merecen especial atención en la zona de las duchas, para evitar un exceso de humedad en esta área.

“En l'autorització de piscines integrades en altres tipus d'equipament, de caire esportiu, recreatiu o turístic, entre d'altres, que disposin de vestuaris i/o farmaciola, es farà una valoració conjunta d'aquestes dependències, sempre que reuneixin les condicions que s'assenyalen en aquest Decret.” (art. 16)

Este caso se puede producir en polideportivos o clubes que tengan otras actividades, a parte de la piscina, y que dispongan de vestuarios o botiquín. Habrá que revisar, si se cumplen este Decreto.

En aquellas instalaciones, como casas de colonias, hoteles o apartamentos turísticos, que no disponen de vestuarios colectivos, pero con habitaciones o servicios para poder ducharse y cambiarse, se consideran exentos de tener vestuarios.

7.3.8 Servicio de salvamento y socorrismo

Socorrista: Es la persona que acredite una titulación en materia de socorrismo y salvamento acuático, así como conocimientos de atención sanitaria inmediata, de acuerdo con la normativa aplicable (Decreto 95/2000, art. 2).

Decreto 165/2001, de 12 de junio, de modificación del Decreto 95/2000, de 22 de febrero, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público. Se modifica el artículo 17, que queda redactado:

“Les piscines que disposin d'un o més vasos amb una superfície total de làmina d'aigua superior als 200 metres quadrats han de disposar, durant l'horari de bany establert, d'un servei de salvament i socorrisme d'acord amb el nombre de persones que es banyen o practiquen la natació, el nombre i la visibilitat dels vasos i les activitats que s'hi realitzin. La previsió del nombre de socorristes per a un determinat període de temps ha d'estar documentada, sota la responsabilitat del titular de les instal·lacions, amb indicació de la identitat del personal, degudament format, encarregat d'aquest servei i l'horari de desenvolupament de la seva funció. En aquest mateix document ha de constar també la previsió de banyistes, per períodes de cada temporada d'obertura. Els socorristes han de poder ser identificats de manera fàcil pels usuaris de la piscina. El personal d'aquest servei ha d'enregistrar les assistències prestades als usuaris de la piscina.

Als efectes de la determinació del nombre de socorristes es tindrà en compte, com a mínim, la relació d'un socorrista per a cada grup de dos-cents banyistes o fracció. El

nombre de banyistes es calcularà a raó de dos per cada cinc metres quadrats de làmina d'aigua.” (art. 17.1.)

Recomendaciones:

Además del personal socorrista y como refuerzo, en las piscinas de gran superficie de lámina de agua (balsas) o en las que haya elementos de riesgo, debería incorporarse personal controlador, el cual debe estar distribuido por el entorno de las piscinas (Balsas), en el primer caso, o en la zona de riesgo, en el segundo caso. Este personal ha de depender del servicio de salvamento y socorrismo, con el que debe estar en comunicación constante.

Titulación de los socorristas:

Los socorristas deben disponer de acreditaciones en salvamento acuático y en atención sanitaria inmediata, que está regulada por el Decreto 225/96, de 12 de junio.

Direcciones de Internet interesantes:

Federación Catalana de Salvamento y Socorrismo <http://www.salvament.org/>

Cruz Roja. Cataluña <http://www.creuroja.org/>

“A les piscines que disposin d'un o més vasos, amb una superfície total de làmina d'aigua igual o inferior als 200 metres quadrats, no és obligatòria la presència de personal de salvament i socorrisme. Tanmateix, en aquelles instal·lacions en què s'accedeixi a la piscina mitjançant el pagament d'una quantitat en concepte d'entrada o de quota d'accés directe, hi ha d'haver una persona encarregada de la vigilància dels banyistes i de la supervisió del compliment de les normes de règim intern, especialment en aquells aspectes que fan referència a la prevenció dels accidents. Aquesta persona ha de tenir habilitats bàsiques en la pràctica de la natació i ha d'estar en possessió de la titulació de grau superior d'animació d'activitats físiques i esportives o del diploma de monitor en lleure infantil i juvenil de la Secretaria General de Joventut, o bé d'acreditar la superació dels programes d'atenció sanitària immediata, de nivell 1 o 2, a què fa referència el Decret 225/1996, de 12 de juny, pel qual es regula la formació en atenció sanitària immediata.

Així mateix, a les piscines d'aquestes mateixes dimensions que estiguin integrades en establiments de restauració, com també en allotjaments turístics, inclosos els còmpings i altres tipus d'instal·lacions i establiments, reservats a l'ús exclusiu de les persones que hi estiguin allotjades, sense necessitat de pagament d'una quota d'accés directe, hi ha d'haver una persona que, entre les seves tasques, tingui encarregada la vigilància dels banyistes i la supervisió del compliment de les normes de règim intern, especialment en aquells aspectes que fan referència a la prevenció dels accidents.

A les piscines referides al paràgraf immediatament anterior, quan la direcció de l'establiment programi activitats organitzades de natació o jocs aquàtics destinats a grups de persones menors d'edat, la vigilància, mentre durin les activitats, ha de ser assumida per una persona que tingui habilitats bàsiques en la pràctica de la natació i estigui en possessió de la titulació de grau superior d'animació d'activitats físiques i esportives o del diploma de monitor en lleure infantil i juvenil de la Secretaria General de Joventut, o bé que acrediti la superació dels programes d'atenció sanitària immediata de nivell 1 o 2, a què fa referència el Decret 225/1996, de 12 de juny, esmentat, sens perjudici del que disposa l'apartat 4 d'aquest article.

A l'entrada de les instal·lacions referides als paràgrafs anteriors, com també a la zona de bany, s'ha de fixar, en un lloc perfectament visible per als usuaris, un rètol amb el missatge següent: "Aquesta instal·lació no disposa de servei de salvament i socorrisme". (art. 17.2.)

"Queden excloses de les obligacions de presència de personal de salvament i socorrisme i de vigilància establertes en els apartats anteriors les piscines integrades en allotjaments turístics en les modalitats de residències-cases de pagès regulades al Decret 214/1995, de 27 de juny (DOGC núm. 2085, de 7.8.1995), com també en la resta d'allotjaments turístics amb una capacitat màxima autoritzada de 15 places. Aquests allotjaments turístics, en la zona de bany, han de fixar, en un lloc perfectament visible per als usuaris, un rètol amb el missatge següent: "Aquesta piscina no disposa de servei de salvament i socorrisme ni de vigilància dels banyistes".

Les normes de règim intern d'aquestes piscines han de fer constar la prohibició que els menors de 14 anys puguin accedir a la piscina sense la presència d'un adult responsable". (art. 17.3)

"En les piscines de tot tipus d'instal·lacions, quan estiguin ocupades per grups d'infants i de joves en exercici d'activitats amb finalitat educativa, cultural, lúdica, recreativa, social o d'esbarjo, organitzades d'acord amb la seva normativa reguladora, pels centres docents de nivell no universitari de Catalunya per als seus alumnes, sota la responsabilitat dels seus professors, serà obligatòria la presència del servei de salvament i socorrisme previst a l'apartat 1 d'aquest article." (art.17.4.)

7.3.9 Normas de régimen interno. Información para los usuarios

“Les instal·lacions de piscines han de disposar d’unes normes de règim intern per a les persones usuàries, de compliment obligat, i s’han d’exposar en un lloc visible i fàcilment accessible per a aquestes persones, sens perjudici dels cartells i rètols que estiguin distribuïts en les diferents zones de les instal·lacions. Aquestes normes de règim intern han de contenir, com mínim, aquestes indicacions:

- *Obligació d'utilitzar les dutxes abans del bany a la piscina.*
- *Prohibició d'accedir amb calçat de carrer a la zona de platja.*
- *Prohibició de fumar i menjar a la zona de platja.*
- *No admissió d'animals domèstics.*

Igualment, es donaran pautes de comportament quant a les activitats que es poden desenvolupar dins les instal·lacions.” (art. 29.1.)

“Els titulars de les piscines poden expulsar del seu recinte aquelles persones que incompleixin les normes de règim intern i les pautes de comportament a què fa referència l'apartat anterior, un cop advertides prèviament.” (art. 29.2.)

“Els darrers controls sobre la qualitat de l'aigua s’han d’exposar en un lloc visible i fàcilment accessible als usuaris. Així mateix, a l'entrada dels serveis hi ha de figurar, en un lloc visible, l'horari de la darrera neteja.” (art. 27.3.)

Información a los usuarios

Los usuarios y el personal de la piscina deben:

- Ser conscientes de las normas elementales de higiene.
- Ser conscientes de las normas elementales de seguridad.
- Ser conocedores de los resultados de los controles sanitarios.

Los usuarios tienen un papel importante, tanto en el estado higiénico-sanitario como en la seguridad de las instalaciones. Por ello, es imprescindible que reciban toda la información necesaria para que puedan colaborar. Además, los usuarios son corresponsables del cumplimiento de las normas de seguridad e higiene, y su cooperación favorecerá el buen funcionamiento de la instalación y evitará accidentes en los bañistas

Por ello, deben estar expuestos en un lugar visible:

1. Las normas de régimen interno. Son, como mínimo, las establecidas con carácter obligatorio en el artículo 29.
2. Los resultados de análisis y controles (art. 27.3.). En cuanto a la limpieza de los servicios, ha de estar expuesto el horario de la última limpieza.
3. Recomendaciones y avisos diversos (art. 29).

Otras recomendaciones sanitarias como:

- Prohibición de correr por la zona de playa.
- Utilización de zapatillas para caminar en zonas de pies descalzos.
- Utilización de las papeleras.
- Colocación de rótulos que establezcan la prohibición de tirarse de cabeza cuando, por la profundidad, podría ser peligroso.
- Prohibición de jugar a empujarse o juegos peligrosos en este tipo de instalaciones.
- Otros que por las características de la piscina puedan ser causa de accidentes.

El incumplimiento de las recomendaciones que se establezcan dará lugar a una advertencia y, incluso, a la expulsión, si es necesario.

7.4 Agua

7.4.1 Características fisicoquímicas del agua

“L’aigua de proveïment de les piscines ha de procedir, preferentment, d’una xarxa de distribució pública. Es poden utilitzar aigües d’altres orígens que presentin característiques sanitàries equivalents, prèvia l’autorització per part de l’ajuntament corresponent” (Art. 18.1).

“Als efectes autoritzats previstos a l’apartat anterior, correspon als titulars de les piscines presentar la corresponent sol·licitud. Transcorregut un mes des de la data d’aquesta presentació, sense que l’òrgan municipal competent hagi resolt la sol·licitud, s’entendrà estimada” (Art. 18.2).

“L’aigua dels vasos ha de ser filtrada, desinfectada i amb poder desinfectant, i complir, entot cas, les següents característiques:

- *No ser irritant per als ulls, la pell ni les mucoses.*
- *Estar lliure de microorganismes patògens.*
- *No ser perceptible la presència de sòlids en suspensió, escumes, olis o greixos” (Art. 19).*

Para el seguimiento de las correctas condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua, se fijan los criterios siguientes:

TABLA I. PARÁMETROS Y MÁRGENES (Art. 20)

Parámetro	Margen mínimo	Margen máximo
PH	7.0	7.8
Cloro libre (in situ)* (en puntos equidistantes)	0.5	2.0 ppm
Cloro combinado (in situ)* (en puntos equidistantes)	0	0,6 ppm
Bromo total * (en puntos equidistantes)	3,0	6,0 ppm
Biguanidas *	25	50 ppm
Ácido isocianúrico *		<75 ppm
Ozono (vaso) (en puntos equidistantes)		0 ppm
Ozono (antes de la desozonización)	0,4 ppm	
Transparencia (sin bañistas)	Ver el fondo desde cualquier punto de lapiscina (con el agua en reposo)	
Temperatura del agua (sólo en piscinas climatizadas)	24 ° C	30 ° C
Temperatura del aire (sólo en piscinas cubiertas)	Entre 2 y 4 ° C más elevada que la temperatura del agua del vaso (medido a 1 m de altura sobre la lámina de agua)	
Humedad (sólo en piscinas cubiertas)	60%	70%
Oxidabilidad al permanganato	No puede superar en 4 ppm la correspondiente al agua de entrada, y se puede considerar este valor de acuerdo con el tipo de tratamiento.	
Amoniaco	≤ 0,5 ppm	
Coliformes fecales	Ausencia	
Staphylococcus aureus	Ausencia	
Pseudomona aeruginosa	Ausencia	
Otros patógenos	Ausencia	

* En caso de utilizar productos, para la desinfección del agua, con contenido de estas sustancias

“D’acord amb els nous coneixements científics sobre els riscos associats a l’aigua i a les noves tecnologies del tractament de l’aigua, per ordre del conseller de Sanitat i Seguretat Social es podran modificar els paràmetres i els marges establerts en aquest article” (Art. 20).

Como resultado del uso de las instalaciones, al agua del vaso se le pueden incorporar materias orgánicas, sales minerales y gases disueltos.

- Materias orgánicas. Se encuentran disueltas y provienen, entre otros factores, de las aportaciones de los bañistas y de la contaminación ambiental.
- Sales minerales
 - Calcio y magnesio: determinan la dureza.
 - Bicarbonatos y carbonatos: determinan la alcalinidad.
 - Cloruros y bromuros: incrementan como consecuencia de la acción del desinfectante sobre la materia orgánica. Determinan el grado de envejecimiento del agua.
 - Sulfatos: derivados del uso del sulfato de aluminio como floculante y de la oxidación de la materia orgánica.
- Gases disueltos. Principalmente oxígeno y anhídrido carbónico. Su concentración influye en el equilibrio cálcico carbónico del agua.

7.4.1.1 Principales parámetros fisicoquímicos

Los parámetros que interesa más conocer son:

- 1) Temperatura
- 2) PH
- 3) Alcalinidad
- 4) Dureza
- 5) Mineralización
- 6) Materia orgánica

1) Temperatura

Por debajo de 18 ° C se considera fría, por encima de los 24 ° C puede presentar precipitaciones de sales cálcicas y turbidez. Cuanta más alta es la temperatura más se pueden desarrollar bacterias, algas y otros microorganismos.

2) PH

Es la medida de la acidez o de la alcalinidad, su escala va de 0 a 14 y el pH neutro tiene valor 7. En el apartado 7.4.2.5 se explica más ampliamente este concepto.

Así, si el pH es inferior a 7 se dice que el agua es ácida y si el pH es superior a 7 el agua es básica. El pH idóneo se encuentra entre 7,0 y 7,8.

El pH se puede medir mediante un test colorimétrico o con un medidor electrónico (pH metro).

Corrección del pH

Para aumentarlo es necesario añadirle un alcalino:

- Carbonato de sodio
- Bicarbonato de sodio

Para disminuirlo hay que añadir un ácido:

- Ácido clorhídrico
- Sulfato ácido de sodio (bisulfato sódico)

Puntos importantes a tener en cuenta:

- No añadir nunca el agua sobre el ácido, éste se ha de diluir en un gran volumen de agua.
- Evite, sobre todo, el contacto entre el corrector del pH y el desinfectante clorado, ya que se desprende cloro gas. Se recomienda que la distancia mínima de separación entre el inyector de hipoclorito y el regulador de pH sea de 30 cm
- La adición de los correctores se efectúa mediante bombas dosificadoras, conectadas al circuito de recirculación, después del filtro.

Dosis, a título indicativo, por 100 m³ de agua

Para disminuir el pH hasta un valor cercano a 7,5, la dosis de ácido clorhídrico del 33% a añadir es según indica el siguiente cuadro:

PH	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,4	8,6
Volumen de ácido clorhídrico al 33% en litros	1,1	1,5	1,8	2,0	2,4	3,0	4,2	5,4

Estas dosis sirven para un agua medianamente tamponada entre 150 y 200 ppm de alcalinidad. Cuanto más elevada sea la alcalinidad más grandes deben ser las dosis, en cuyo caso es recomendable corregir el pH en dos o tres veces.

3) Alcalinidad

Es el contenido de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Se mide en ppm (Partes por millón) de carbonato cálcico.

La alcalinidad debe estar comprendida entre 75 y 250 mg CaCO₃ / l.

Se mide mediante un test colorimétrico o con técnicas de laboratorio.

Corrección de la alcalinidad

Aumentará si se añade bicarbonato o carbonato sódico y disminuirá si se añade bisulfito sódico o ácido clorhídrico.

4) Dureza

La dureza está en función del contenido en sales de calcio y de magnesio y se mide en ppm de carbonato cálcico.

La dureza ideal es de 150 a 250 ppm. Una dureza superior hará precipitar las sales cálcicas y bloqueará el filtro.

Se controla mediante un test colorimétrico o técnicas de laboratorio.

Corrección de la dureza

Se incrementa añadiendo cloruro cálcico y se disminuye sustituyendo una parte del agua de la piscina por otra de una dureza menor.

5) Mineralización (salinidad)

Es la concentración de los minerales disueltos expresados en mg / l. A las piscinas aumenta respecto a la del agua de abastecimiento, ya que incorporan con las aportaciones de los bañistas y con algunos productos de tratamiento o se concentran por el efecto de evaporación del agua del vaso.

La poca mineralización puede favorecer la corrosión. Las aguas muy mineralizadas también pueden ser corrosivas e incrustantes, de sabor desagradable, causan un cierto enturbiamiento e incluso son irritantes, además de producir un incremento del consumo de desinfectante.

Formas de calcularla:

- En el laboratorio, por evaporación del agua: extracto seco expresado en mg / l.
- Sobre el terreno, midiendo la conductividad del agua o su resistividad mediante conductímetro o resistímetro, respectivamente.

Corrección de la mineralización

Para reducir el exceso, hay que introducir una parte de agua nueva. Si la mineralización fuese muy alta, quizás debería vaciar y cambiar el agua.

6) Materia orgánica

Su medida indica la concentración de materia orgánica en el vaso. Según el Decreto, la concentración de sustancias oxidables al permanganato de potasio no debe superar en 4 mg de O₂ / l la del agua de entrada.

7.4.2 Tratamiento del agua

“Els equips de tractament de l'aigua han de poder garantir que els vasos de les piscines disposin en tot moment d'una aigua de les característiques assenyalades en els articles 19 i 20 del Decret” (Art. 21).

“Per al tractament de l'aigua de les piscines s'han d'utilitzar substàncies i productes autoritzats d'acord amb la normativa vigent” (Art. 23.1).

“Per a l'addició de productes químics per al tractament sistemàtic de l'aigua, s'ha de disposar de sistemes de dosificació que funcionin conjuntament amb el sistema de circulació, i que permetin, si és necessari, la dissolució total dels productes utilitzats per al tractament, que en cap cas, es podran afegir directament als vasos. La utilització de sistemes de desinfecció que no tinguin efecte residual exigeix sempre l'addició d'un desinfectant, amb efecte residual” (Art. 23.2).

“Els productes per al tractament de l'aigua dels vasos, i els productes i estris per a la neteja i desinfecció de les instal·lacions, s'han de guardar en un local amb aquest ús exclusiu, ventilat i exclòs de l'accés dels usuaris. En cas d'utilització de clor líquid o en forma de gas, s'haurà de preveure la seva situació en una zona separada. Aquest local ha de poder romandre tancat amb clau” (Art. 24).

7.4.2.1 Recirculación del agua

“És obligatori disposar d'un sistema de recollida contínua que permeti la recirculació uniforme de la totalitat de la làmina superficial de l'aigua. El cabal d'aigua recirculada ha de permetre que l'aigua compleixi les característiques assenyalades en el capítol 3 del Decret” (Art. 5.5).

“L'aigua dels vasos ha de renovar-se contínuament durant el període d'obertura al públic de la piscina, bé per recirculació, prèvia depuració, bé per entrada d'aigua nova. Aquesta circulació de l'aigua ha de permetre una renovació total de la mateixa i alhora assegurar el compliment de les previsions dels articles 19 i 20 del Decret” (Art. 22.1).

“Els vasos han de disposar d'un sistema de control de l'aportació d'aigua nova i de l'aigua recirculada” (Art. 22.2).

La recirculación del agua consiste en la recogida del agua del vaso, su tratamiento y el retorno al vaso del agua tratada; este proceso ha efectuarse de forma continua para eliminar correctamente la contaminación aportada por los bañistas y mantener su calidad.

La recirculación adecuada del agua es indispensable para:

- Conservar su transparencia.
- Hacer un buen tratamiento.
- No hacer grandes aportaciones de agua nueva, ya que aumentan los costes de explotación o gestión.
- Eliminar continuamente la contaminación aportada por los bañistas y el medio ambiente.
- Recoger correctamente el agua contaminada, así como facilitar su la filtración, la desinfección y el retorno al vaso.
- Circular correctamente el agua, evitando "zonas muertas" en el vaso.
- Efectuar una difusión homogénea del desinfectante y otros productos de tratamiento.
- Asegurar la circulación total de la lámina de superficie en beneficio de la calidad del agua y de la salud de los bañistas.

El circuito del agua comprende las siguientes fases:

Recogida del agua de superficie para aliviaderos y / o skimmers, así como recogida del agua del fondo del vaso por el desagüe del fondo. En el caso de disponer de aliviaderos el agua pasa al depósito regulador.

Prefiltrado, mediante la criba, para retener pelo, partículas grandes y otro material en suspensión.

Bombeo, para impulsar el agua a través de los filtros y devolverla en la piscina.

Floculación: cuando se utilizan filtros de arena, a veces es necesaria la adición de productos químicos (floculantes) que potencian la filtración.

Filtración para retener las partículas más finas.

Calentamiento del agua en piscinas cubiertas.

Dosificación de desinfectantes y del corrector de pH.

Retorno del agua tratada en el interior del vaso mediante bocas impulsoras.

Para una eficacia y un rendimiento más grandes los circuitos de agua siempre deberían ser independientes para cada vaso.
--

La recirculación de todo el volumen de agua se efectuará en un tiempo determinado en función de la profundidad del vaso.

Se recomienda que el volumen total de agua del vaso se recircula según los períodos siguientes:

1. Para los vasos destinados a los niños: 1 hora.

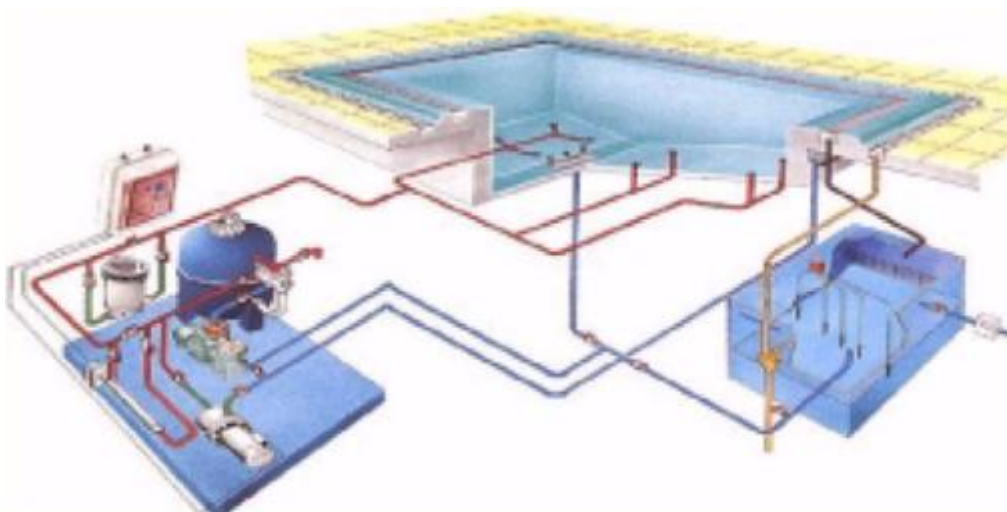
2. Para los vasos recreativos, de competición o deportivos: 2 horas por vaso o parte del vaso, hasta 1,3 m de profundidad y 4 horas por vaso o parte del vaso en profundidades superiores.
3. Para los vasos de inmersión y saltos con trampolín: 8 horas.

Las bocas de entrada de agua se deben colocar de forma que se asegure un régimen de recirculación uniforme para todo el vaso de la piscina

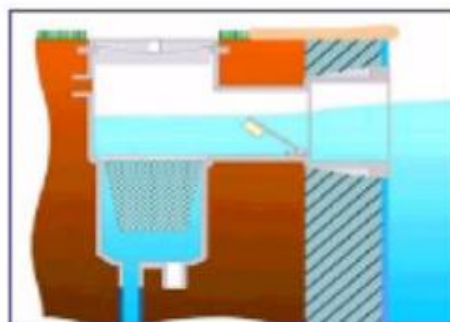
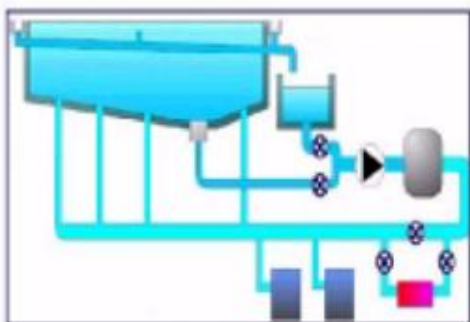
En caso de que la recirculación de la lámina superficial del agua se realice por skimmers, es necesario un mínimo de un skimmer por cada 25 m² de lámina de agua.

Este sistema no es recomendable en vasos con superficies de lámina de agua superiores a 300 m² y en vasos de formas muy irregulares.

PISCINA DESBORDANTE



PISCINA CON SKIMMERS



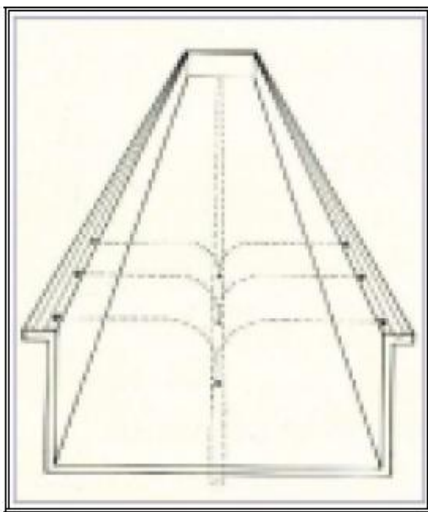
Tipo de recirculación

Existen dos tipos de recirculación en función de cuál sea la disposición los elementos que aportan el agua tratada y evacuen la contaminada.

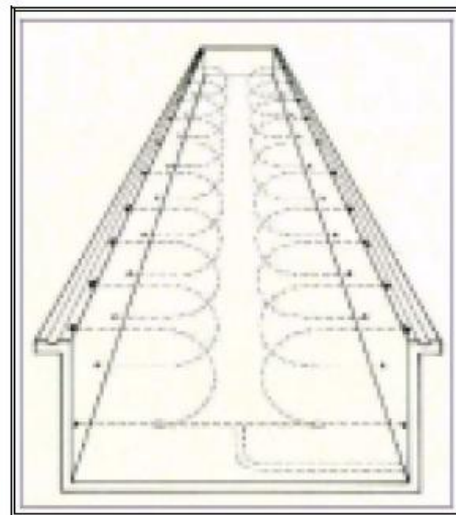
Inversa: El agua tratada es propulsada al vaso a través de los difusores del fondo, que la impulsan en forma de abanico hacia los rebosaderos y / o skimmers que bordean el vaso, arrastrando las partículas sobrenadantes. Las tomas de los desagüe de fondo únicamente se utilizan para al vaciado del vaso.

Ventajas: Buena circulación de la lámina de agua superficial.

Mixta: La entrada de agua tratada se realiza por difusores situados en las paredes del vaso y la recogida de agua contaminada se realiza tanto por la superficie (skimmers, rebosaderos) como por el fondo.



Circulación Inversa



Circulación mixta

Ventajas: Este sistema permite eliminar al mismo tiempo las impurezas de la lámina superficial y del fondo.

Se recomienda que el volumen de agua recirculado por la superficie sea lo más elevado posible, como mínimo, un 50% del volumen total.

7.4.2.2 Filtración del agua

“L'aigua dels vasos ha de ser filtrada, desinfectada i amb poder desinfectant” (Art. 19):

Consiste en hacer pasar el agua a través de una masa filtrante y, en función de las características de esta masa, obtendremos diferente calidad de filtración.

La filtración retiene las materias en suspensión y es la base del tratamiento del agua de la piscina. Se realiza antes de la desinfección y sus objetivos son:

- a) Clarificar el agua.
- b) Eliminar materia orgánica.
- c) Retener las materias coloidales, previa adición de floculantes.

Una filtración correcta disminuye el consumo de desinfectante y aumenta la seguridad y el confort de los bañistas por el hecho de retener parte de la materia orgánica que es el alimento de los microorganismos. A la vez, facilita la acción de los desinfectantes.

Su complemento es la desinfección, que oxida los elementos no retenidos. Una filtración deficiente incrementa el consumo de desinfectante, lo que crea subproductos desagradables para los usuarios de la piscina.

Velocidad de filtración:

Es el caudal (m³/hora) que pasa a través del filtro.

La relación entre Q (caudal de agua a filtrar) y S (superficie filtrante) es la velocidad de filtración y se define así:

$$V \text{ (m}^3\text{/h/m}^2\text{)} = Q \text{ (m}^3\text{ / h)} / S \text{ (m}^2\text{)}$$

La velocidad también depende del tipo y de la estructura del filtro

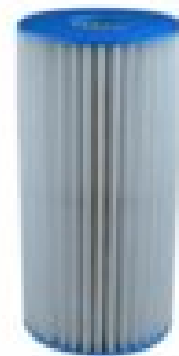
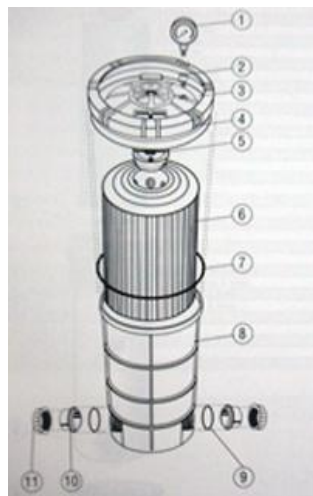
Tipos de filtros

Los más utilizados hoy en día para el agua de las piscinas son los siguientes:

1. Filtros de cartucho

Trabajan a presión. Según su superficie de filtración, se necesita un número mayor o menor.

Los cartuchos de celulosa o de fibra sintética se limpian con agua a presión hasta que el envejecimiento exija la sustitución



La velocidad máxima de filtración no debe superar los $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

Cuanto menor sea la porosidad del cartucho, más calidad tiene el filtrado, pero más corta es su vida.

El correcto funcionamiento se controla mediante manómetros situados a la entrada ya la salida del filtro.

En estos filtros no se pueden utilizar coagulantes.

2. Filtros de diatomeas

La tierra de diatomeas es un polvo blanco de elevada porosidad, que se obtiene de restos fosilizados de plantas marinas y que actúa como tamiz para retener las partículas insolubles que se encuentran en el agua de la piscina.

Los filtros de diatomeas son depósitos cilíndricos o esféricos en el interior de los cuales hay soportes en forma de platos en paralelo, bujías, o placas verticales vacías, recubiertos por una tela sobre la que se depositan las diatomeas formando una capa.

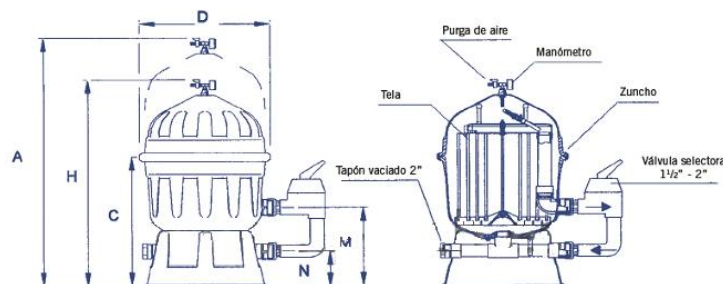
Cuando se pone en marcha el flujo del agua en su interior se forma la precapa de diatomeas en toda la superficie de los elementos filtrantes. En parar el bombeo, las diatomeas van al fondo del filtro y en cada puesta en marcha se repite el ciclo. Su estado de saturación se controla por la diferencia de presión entre la entrada y la salida. Cuando la velocidad de saturación es muy rápida hay que reponer la carga de diatomeas.

La granulometría de la diatomea oscila entre 5 y 45 micras.

La velocidad de la filtración no debe sobrepasar $5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

La adición de coagulantes está contraindicada, ya que se produciría una rápida saturación del filtro.

Este tipo de filtro proporciona un agua de gran calidad, siempre que el mantenimiento sea muy cuidadoso.



	H	D	M	C	N	A
11.000l/h	930	610	420	675	190	1230
16.400l/h	1080	610	420	675	190	1380
21.800l/h	1230	610	420	825	190	1530
27.000l/h	1400	610	420	825	190	1900

Cotas en mm.

3. Filtros de arena

Los más modernos están formados por cilindros cerrados de acero o de poliéster; estos últimos son los más utilizados por su total resistencia a la corrosión.

Estos filtros trabajan a presión. El agua entra por la parte superior, pasa a través del lecho filtrante, y es evacuada por el lector microranurado por la parte de abajo.

El difusor de entrada del agua debe garantizar el reparto homogéneo encima de toda la capa de arena.

Se mejora la filtración añadiendo un floculante.

Hay tres categorías:

- a) Lentos: su velocidad oscila entre 8 y 20 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.
- b) Medios: de velocidad entre 20 y 40 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.
- c) Rápidos: con velocidad superior a 40 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

Se recomienda que la velocidad de filtración no supere los 30 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$



La arena más utilizada es la de sílice. La velocidad de filtración que se ha de aplicar depende de su granulometría.

Granulometría:

0,4 a 0,6 mm para velocidades de 35 a 50 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$

0,6 a 0,9 mm para velocidades de 20 a 25 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

Los filtros de arena deben tener una altura mínima de 1 m y permitir una expansión del 30% del volumen.

Otros filtros

Filtros bicapa:

La capa inferior es de arena y la superior de hidroantracita.

Filtros multicapa:

Son lechos filtrantes del mismo material pero de granulometrías diversas, superpuestos y que se mantienen en la misma posición después del proceso de lavado, debido a sus diferentes densidades.

7.4.2.3 Floculación

Los productos floculantes aglutinan las partículas y forman otras de tamaño mayor a filtrar.

En el agua hay partículas en forma suspendida o coloidal que pueden reducir la acción bactericida de los desinfectantes y, además, junto con el desinfectante pueden formar una amplia gama de productos nocivos muy estables.

Además, la filtración mejora se acelera cuanto más grandes son las partículas que hay que eliminar. Si estas partículas son muy pequeñas puede que atraviesen la arena del filtro, vuelvan al vaso y enturbien el agua.

Por todo ello hay que eliminar estas partículas mediante floculantes, la que que conlleva los siguientes beneficios:

- a) Un agua limpia y transparente.
- b) Un trabajo más eficaz del filtro.
- c) A largo plazo, un ahorro de tiempo y de energía eléctrica.

Forma de aplicación: se inyectan en el circuito de recirculación, siempre antes del filtro, mediante una bomba dosificadora.

La introducción del floculante se realizará por la tubería, después de la bomba de impulsión, para que la fuerza de la turbulencia asegure la homogeneización.

Este punto de introducción debe situarse lo más lejos posible de los filtros, para incrementar el tiempo de contacto de coagulante y agua.

La dosificación se hará mediante bomba dosificadora para garantizar su gradualidad.

7.4.2.4 Desinfección

“L’aigua dels vasos ha de ser filtrada, desinfectada i amb poder desinfectant” (Art.19):

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

- Higiénica: Destruir los virus, bacterias, parásitos, etc. y eliminar los riesgos de contaminación.
- De seguridad: Impedir el crecimiento de algas y mantenerla limpia. El agua sin desinfección, aunque no se utilice, se deteriora pronto por la proliferación de algas y bacterias.

Para asegurar la salubridad, el agua ha de ser también desinfectante, para que elimine los microorganismos patógenos que lleguen.

El agua de los vasos debe ser filtrada, desinfectada y tener poder desinfectante.

Los productos para desinfección son básicamente:

- Productos clorados: Cloro gas
 - Hipoclorito sódico
 - Hipoclorito cálcico
 - Compuestos isocianuratos: Ácido triclorisocianúric
 - Diclorisocianurat sódico o potásico
- Bromo y derivados: Brom
 - Bromo-cloro-dimetilhidantoïna
- Ozono
- Clorhidrato de polihexametilè-biguanida
- Cobre electrolítico
- Plata electrolítica
- Cloruro de benzalconio

7.4.2.4.1 Dosificación de los desinfectantes

Los productos no deben adicionar directamente a los vasos.

Se dispondrá de sistemas de dosificación que funcionen conjuntamente con el sistema de recirculación y permitan la disolución total del producto.

Para asegurar la eficacia de los productos desinfectantes, deben ser añadidos al agua en un punto situado tras la filtración y el calentamiento.

La dosificación de desinfectantes se realizará automáticamente, durante el ciclo de filtración.

Hay dos maneras de hacerlo:

- a) Con soluciones líquidas mediante bombas dosificadoras.
- b) Con productos sólidos mediante dispensadores apropiados y con sistema de regulación.

7.4.2.4.2 Funcionamiento y mantenimiento de la desinfección con productos clorados

- **CONSUMO DE CLORO**

Su consumo depende principalmente:

- Del tipo de piscina (cubierta o descubierta).
- De la temperatura del agua del vaso. Un aumento de 1 ° C equivale a aumentar el consumo de cloro entre el 15 y el 20%.
- De la radiación solar.
- Del uso o no de estabilizantes para productos clorados.
- De la eficacia de la filtración.

Acción de los rayos ultravioletas sobre el cloro

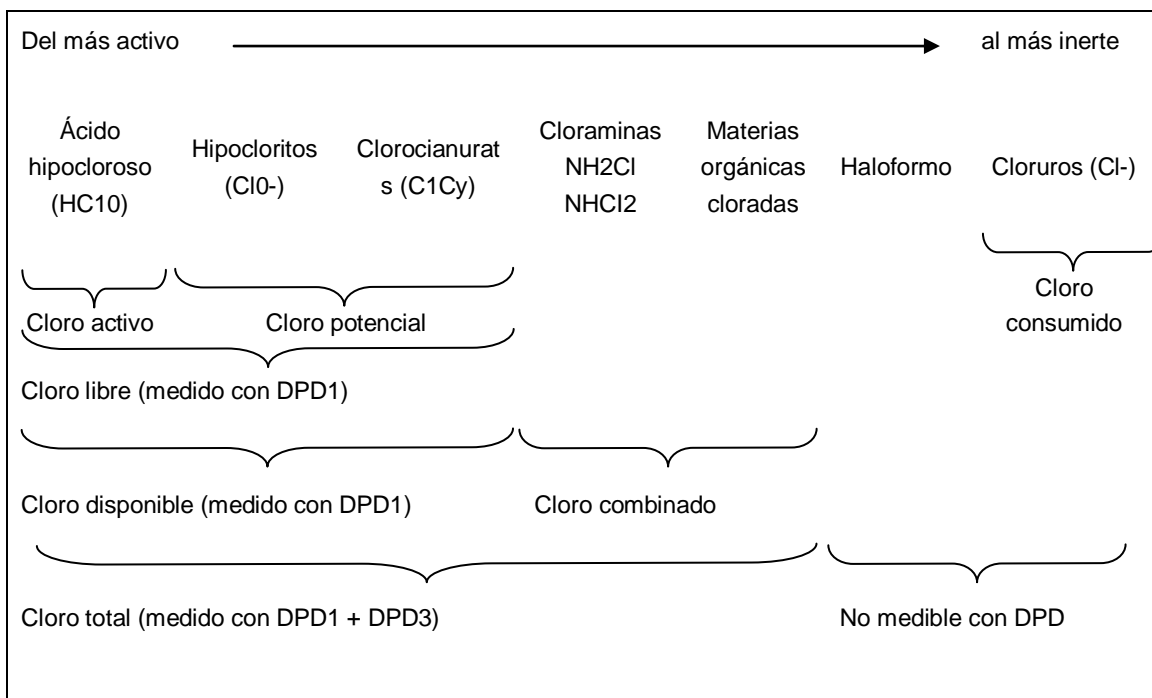
Estas radiaciones solares transforman el cloro en iones cloruros inactivos, lo que dificulta mantener una concentración correcta de cloro en piscinas descubiertas y en épocas de fuerte insolación. El uso de estabilizadores del cloro eliminará esta dificultad.

Diferentes formas de cloro en el agua

El cloro adquiere en el agua diversas formas, cada una de ellas con un poder desinfectante diferente que evoluciona con el tiempo, según la cantidad de materia orgánica, concentración de cloro, temperatura, radiación solar, etc.

El esquema siguiente muestra las formas de cloro en el agua de la piscina. Su poder desinfectante disminuye de izquierda a derecha.

DIFERENTES FORMAS DEL CLORO EN EL AGUA



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

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

PH	7.0	7.4	7.7	7.9
cloro residual libre necesario mg / l	0,5	0,7	1,0	1,8

El cloro residual libre puede oscilar entre 0,5 y 2 ppm. El cloro total no puede sobrepasar más de 0,6 ppm el nivel de cloro residual libre.

Algunos conceptos que hay que recordar son los siguientes:

- Cloro residual: fracción de cloro añadido que conserva sus 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 u otros compuestos orgánicos de cloro.
- Cloro residual total: suma del cloro residual libre y del cloro residual combinado.

- Demanda de cloro: diferencia entre el cloro añadido y el cloro disponible residual.

Eficacia de las diferentes formas de cloro

La tabla siguiente permite comparar los poderes desinfectantes, según el tiempo necesario para destruir el 99% de *E. coli* (bacterias indicadoras de contaminación fecal) y por una misma cantidad de producto:

Forma de cloro	Tiempo necesario para la inactivación
HClO	1 minuto y 40 segundos
ClO	40 minutos
Monocloramina	500 minutos (más de 8 horas)

• HIPERCLORACIÓN

Algunos gérmenes (bacterias, virus, hongos, etc.) Pueden sobrevivir en un agua clorada. Esta resistencia al cloro favorece si las impurezas del agua dificultan la acción del cloro y si se reduce el poder desinfectante del agua.

Un mal diseño del sistema de recirculación del agua, una tasa de reciclaje reducida, una filtración infra dimensionada, permite la acumulación de partículas en las "zonas muertas", en las que la concentración de desinfectante disminuye rápidamente. Estas condiciones permiten a los gérmenes adquirir medios de defensa. La proliferación de algas en estas zonas muertas es un ejemplo concreto.

La hipercloración local o general permite controlar la aparición de estos fenómenos. La concentración de cloro libre se duplica o triplica durante algunas horas, siempre en ausencia de bañistas.

Cabe recordar que la sobre cloración implica la formación de productos secundarios (compuestos clorados orgánicos, halo formo, etc.), por lo tanto, esta operación debe ser excepcional.

Lo mejor es asegurar una concentración de cloro regular y correcto: ni insuficiente ni excesiva.

Las hipercloraciones regulares no pueden corregir los defectos de tratamiento del agua (Circulación, filtración, desinfección, etc.).

• REDUCCIÓN DE LAS CLORAMINAS

La presencia de cloraminas en cantidad importante refleja un número excesivo de usuarios, una higiene insuficiente y / o una filtración deficiente o mal dimensionada.

Para reducir la concentración de cloraminas, en primer lugar, hay que disminuir todas las aportaciones de contaminación (acondicionamiento sanitario de los locales, reducción del uso) y mejorar su eliminación en el agua (recirculación, filtración).

Si las concentraciones siguen siendo altas, hay que plantearse modificar las instalaciones de tratamiento del agua.

• REACCIONES DE LOS PRODUCTOS CLORADOS

Acción del cloro sobre los compuestos minerales

Algunos iones metálicos (Fe, Mn), resultantes de la corrosión de las canalizaciones o presentes en el agua de alimentación, son fácilmente oxidables y el agua del vaso se puede colorear o enturbiar si su concentración es elevada.

Acción del cloro sobre las materias orgánicas

Los bañistas eliminan sudor y orina dentro del agua que, al mezclarse con el cloro, producen cloro combinado orgánico. Las descomposiciones sucesivas, oxidaciones y combinaciones químicas llegan a producir la tricloramina que produce irritaciones oculares.

Al añadir cloro al agua de la piscina tienen lugar una serie de reacciones que se pueden describir en tres fases:

- a) Reacciones del cloro con compuestos minerales y con la materia orgánica. Se producen cloraminas, de bajo poder desinfectante (Cloro residual combinado).
- b) Reacciones del cloro con las cloraminas.
- c) A partir de este momento el cloro añadido permanece en forma libre y se sobrepasa lo que se denomina "punto de ruptura" (break point).

El agua de la piscina será desinfectante (cloro residual libre).

El aumento del cloro combinado orgánico y su descomposición en cloraminas son causantes de irritaciones en los ojos y las mucosas, así como del característico olor a cloro en muchas de las piscinas cubiertas.

Una aportación importante de cloro no disminuye la concentración de cloro combinado.

Para limitar la concentración del cloro combinado, es necesario:

- Disminuir los restos orgánicos en el vaso y limitar el número de bañistas, obligar a que se duchen previamente y limpiar los vasos.
- Extremar la filtración y mejorar la calidad y frecuencia de los lavados.
- Añadir diariamente un porcentaje del agua del vaso.
- Mantener, sin superarla nunca, la concentración de cloro residual dentro los límites del Decreto.

7.4.2.5 Regulación del pH

El pH es la concentración de iones de hidrógeno de un agua, es decir, indica el grado de acidez o alcalinidad del agua.

La escala de valores de pH parte de 0 (acidez elevada), pasa por 7 (Neutro) y llega hasta 14 (alcalinidad elevada).

El pH del agua de la piscina es el resultado de los efectos conjugados del agua de aportación, del desinfectante y otros productos químicos utilizados en el tratamiento y la conservación del agua.

Es importante mantener un pH constante del agua del vaso y tener en cuenta que los valores óptimos son entre 7,0 y 7,8, intervalos donde los productos utilizados para la desinfección del agua son más eficaces y se encuentran en forma más activa.

Un pH incorrecto puede originar diferentes consecuencias negativas:

pH inferior a 7 (ácido)

- a) Corrosión de las partes metálicas en contacto con el agua.
- b) Irritación de la piel, las mucosas y los ojos.

pH superior a 7,8 (básico)

- a) Disminución de la transparencia del agua por precipitación de sales cálcicas.
- b) Formación de incrustaciones.
- c) Bloqueo de los filtros.
- d) Irritación de la piel, las mucosas y los ojos.

• **DOSIFICACIÓN DEL REGULADOR DE pH**

Los productos utilizados para regular el pH no se adicionarán directamente en los vasos.

La dosificación del regulador de pH se llevará a cabo automáticamente, durante el ciclo de filtración, mediante sistemas de dosificación que funcionen conjuntamente con el sistema de recirculación y permitan la disolución total.

Los productos más utilizados son:

- a) Ácido clorhídrico (sulfumán)
 - b) Bicarbonato de sodio
 - c) Bisulfato de potasio o de sodio
 - d) Carbonato de sodio
- **REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CLORACIÓN Y DEL pH**

La regulación de las bombas dosificadoras de desinfectante y de corrector de pH es delicada, deben hacerse controles frecuentes de la calidad del agua del vaso.

Para asegurar estas concentraciones conviene instalar un sistema de regulación automática a base de transductores que miden los parámetros a la salida del filtro y comandan los dispositivos de corrección.

7.4.3 Valoración y solución de los problemas más frecuentes

7.4.3.1 Algas

Una coloración verdosa delata la presencia de algas, a menudo debido a una desinfección insuficiente.

Las algas pueden estar en suspensión o adheridas a superficies rugosas del vaso y se alimentan de la luz solar y de sustancias nitrogenadas.

En lugares sombríos sobreviven en forma de esporas que crecen rápidamente a la luz del sol. Son sensibles a la temperatura y dan menos problemas en invierno.

La desinfección correcta es suficiente para impedir su desarrollo, siempre que no haya "zonas muertas" en el vaso.

Si a menudo hubiera problemas de algas, se podría hacer una sobre cloración localizada en los puntos problemáticos y en ausencia de bañistas.

Ante un crecimiento repentino de algas, se debe cerrar la piscina y efectuar un tratamiento de choque o vaciado del vaso. Antes de la reapertura hay que controlar el pH y la concentración de desinfectante.

Su formación se reconoce por:

- El agua de aspecto verdoso.
- El suelo y las paredes resbaladizos.
- El enturbiamiento del agua.

Su tratamiento se realiza según se indica a continuación:

1. Se para el filtro.
2. Se ajusta el pH entre 7,2 y 7,6.
3. Se efectúa una cloración de choque.
4. Se añade un algicida y un floculante en el caso de enturbiamiento del agua.
5. Se cepilla el vaso intensamente.
6. Al cabo de unas horas se envía la suciedad al desagüe con el limpia fondos.
7. Se filtra.

7.4.3.2 Incrustaciones

En general son causadas por la precipitación de sales cálcicas, principalmente de carbonato cálcico, que se pueden depositar:

- Sobre la arena del filtro, acelerar la saturación y reducir su eficacia.
- Sobre las paredes de la piscina y proporcionar así un apoyo a microorganismos y algas.
- Sobre las superficies del sistema de calentamiento.
- Dentro de las tuberías y disminuir el caudal.
- Dentro de bombas dosificadoras y bocas de inyección, lo que obliga a desmontarlas y limpiarlas con más frecuencia.

Ante un agua incrustante no se aconseja utilizar productos básicos o con calcio, es preferible usar cloro gas o cloroisocianúricos, que tienen una acción ligeramente ácida.

Es importante escoger materiales lisos, ya que hacen más difícil la incrustación. En los filtros de arena conviene desincrustar regularmente la masa filtrante.

La formación de incrustaciones puede producir:

- Agua blanca.
- Superficies rugosas.
- Calcificación del filtro.
- Reducción del diámetro interno de las tuberías de agua.
- Ineficacia del intercambiador de calor.

Tratamiento para este caso:

1. Ajustar la dureza cálcica del agua, cuando sea posible.
2. Ajustar la alcalinidad.
3. Mantener el pH entre 7,2 y 7,6.
4. Flocular, en caso de filtro de arena.
5. Añadir un anti calcáreo en el agua.

Toda esta operación se realiza manteniendo en funcionamiento la filtración.

7.4.3.3 Corrosión

La agresividad del agua no es la única responsable de este fenómeno, sino que hay muchos otros que lo favorecen, como pueden ser:

- Una concentración baja de iones de calcio.
- La mineralización: una concentración de iones cloruros superior a 200 mg / l.
- Variaciones de temperatura importantes.
- Velocidad elevada del agua por las cañerías (erosión).
- Materiales incompatibles entre sí en la instalación (por ejemplo, cobre / acero galvanizado).

El agua agresiva suele oxidar los metales del circuito hidráulico y ataca los revestimientos (juntas) hechos con cemento.

Para evitar la corrosión, es necesario que los materiales sean no oxidables o protegidos con revestimiento inatacable.

Los factores que aceleran la corrosión son:

- Un pH bajo.
- El oxígeno disuelto.
- Los oxidantes.
- Las temperaturas altas.
- Las velocidades de filtración elevadas.
- El total de sólidos disueltos (TDS) elevados.

Prevención y mantenimiento:

- Mantener el agua químicamente equilibrada.
- No combinar metales incompatibles.
- Mantener, si es posible, el TDS por debajo de 2000 ppm.

7.4.3.4 Coloraciones

La coloración del agua es causada por metales disueltos o por una baja alcalinidad.

Metales disueltos y color del agua

Hierro → Verde, amarillo o marrón

Cobre → Azul verdoso

Manganeso → Negro o marrón

Tratamiento a llevar a cabo (en piscina cerrada):

1. Ajustar el pH entre 9 y 10. Los compuestos metálicos precipitan.
2. Efectuar una cloración de choque.
3. Flocular.
4. Enviar la suciedad al desagüe con el limpia fondos, al cabo de unas horas.
5. Ajustar el pH entre 7,2 y 7,6, cuando el agua se haya recuperado.

Baja alcalinidad

Color del agua: verde

Tratamiento: hay que ajustar la alcalinidad.

Toda esta operación se realiza manteniendo en funcionamiento la filtración.

7.4.3.5 Enturbiamiento

El agua turbia suele ser consecuencia de:

- pH alto y / o alcalinidad alta.
- Filtración insuficiente o deficiente.

- Formación de algas.

Y puede dar lugar a:

- Irritación de ojos.
- Reducción del efecto del cloro o del desinfectante utilizado.
- Aumento de la incrustación.
- Dificultad en la vigilancia de los bañistas.

Tratamiento que hay que hacer:

1. Ajustar el pH entre 7,2 y 7,6.
2. Disponer de una filtración adecuada.
3. Tratar las algas, si las hubiere.

Flocular.

7.4.3.6 Desajustes de cloro y pH. Irritaciones

Las irritaciones pueden producirse por:

- pH desajustado.
- Alto nivel residual de los desinfectantes.
- cloraminas (cloro residual combinado).

Y pueden afectar la piel y las mucosas de los ojos, la nariz y el oído.

Tratamiento que hay que hacer:

1. Ajustar el pH entre 7,0 y 7,4.
2. Mantener correcto el nivel residual de los desinfectantes.

Eliminar las cloraminas.

7.4.3.7 Manchas

Los iones metálicos causantes de las manchas son el cobre, el hierro y el manganeso.

Tratamiento que hay que hacer:

1. Ajustar el pH entre 7,2 y 7,6.
2. Ajustar la alcalinidad y la dureza.
3. Reducir el nivel de sólidos disueltos (TDS), si es alto.
4. Añadir secuestrando si hay iones metálicos.
5. Vaciar y limpiar el vaso si las manchas son importantes.

7.4.3.8 Olores desagradables

Los olores desagradables son causados, generalmente, por un exceso de cloraminas.

Tratamiento que se llevará a cabo:

1. Renovar el agua.
2. Ajustar el pH entre 7,2 y 7,6.
3. Eliminar las cloraminas.

7.4.3.9 Calcificación del filtro

La arena se puede empedrar debido a las sales del agua y los sólidos retenidos en el filtro, lo que puede producir:

- Mala filtración.
- Enturbiamiento del agua.
- Más consumo de desinfectantes por disminución de la eficacia de la filtración.

Tratamiento que hay que hacer:

Descalcificar la arena del filtro, con un desincrustante.

7.4.3.10 Formación de espumas

Las espumas en el agua de la piscina son causadas generalmente por:

- Uso excesivo de alguicidas a base de amonio cuaternario.
- Exceso de residuos orgánicos, de aceites solares o de sudor.
- Niveles muy bajos de dureza cálcica.
- Adición de detergentes como consecuencia de la limpieza.

Tratamiento que hay que hacer:

1. Vaciar la piscina y llenarla de nuevo.
2. Hacer un tratamiento de choque para eliminar los residuos orgánicos y los aceites solares.
3. Determinar la dureza cálcica.
4. Tratar con agentes antiespumantes.

7.4.4 Productos químicos para el tratamiento del agua

7.4.4.1 Productos de desinfección

La elección de un desinfectante depende de la cantidad de agua que se ha de tratar, del tipo de instalaciones y de la sencillez y el mantenimiento de la misma instalación.

A. PRODUCTOS CLORADOS

Estos productos, según la estabilidad del agente desinfectante liberado al agua, se dividen en dos familias: estabilizados y no estabilizados.

a) Productos clorados no estabilizados

Cloro gas

Denominación química: cloro.

Denominación popular: cloro gas.

Presentación: gas amarillo verdoso de olor sofocante e irritante. Se vende en recipientes metálicos a presión, en forma de cloro licuado.

Funcionamiento: en el agua reacciona así:



Su uso regular disminuye el pH del agua.

Estabilidad: es de una gran pureza. Se mantiene estable en almacenamiento.

Forma de aplicación: se almacena en forma líquida a presión, pero su dosificación se hace por depresión para evitar fugas. Se diluye en el agua y se inyecta en solución acuosa a la salida de filtros.

Precauciones: para dosificar es necesario disponer de una instalación adecuada, con las normas de seguridad prescritas por fabricantes e instaladores de acuerdo con la normativa vigente. Se debe almacenar en lugar ventilado y de fácil acceso. Hay que disponer de máscara y amoníaco (para detectar las fugas).

Hipoclorito sódico

Denominación química: hipoclorito sódico.

Denominación popular: lejía o cloro líquido.

Presentación: solución acuosa de color amarillo suave, olor clásica de lejía y tacto jabonoso.

Funcionamiento: en el agua reacciona así:



Su uso regular aumenta el pH del agua.

Estabilidad: se descompone con el calor, lo que hay que tener en cuenta, ya que entonces aumenta el consumo. No almacenar más de un mes, para evitar que pierda riqueza.

Forma de aplicación: hay que aplicarlo en el agua procedente de los filtros y, obligatoriamente, con bomba dosificadora.

Hipoclorito cálcico

Denominación química: hipoclorito cálcico.

Presentación: producto sólido, blanco, con olor a cloro y en forma de granulado y de pastillas.

Funcionamiento: en el agua reacciona así:

Hipoclorito cálcico + agua = ácido hipocloroso + hidróxido cálcico

Su uso regular incrementa la dureza y el pH.

Estabilidad: es bastante estable y si se almacena en un lugar frío se asegura el contenido de cloro durante dos años.

Forma de aplicación: hay que disolverlo previamente en el agua procedente de los filtros y aplicarlo con bomba dosificadora.

b) Productos clorados estabilizados

Dicloroisocianurato sódico

Denominación química: Dicloroisocianurato sódico.

Denominación popular: dicloro o sal sódica.

Presentación: gránulos blancos con olor a cloro.

Funcionamiento: en el agua reacciona así:

Dicloroisocianurato sódico + agua = ácido hipocloroso + ácido cianúrico

Su uso continuado modifica poco el pH.

Estabilidad: si se almacena en un lugar fresco y en un envase sin humedad se asegura una estabilidad mínima de dos años.

Forma de aplicación: hay que disolverlo previamente en agua y añadirlo a la piscina con cualquier dosificador. Los límites establecidos de isocianuratos son de 75 mg / l.

Ácido tricloroisocianúrico

Denominación química: ácido tricloroisocianúrico.

Denominación popular: tricloro.

Presentación: en polvo, en gránulos y en pastillas blancas, con olor a cloro.

Las pastillas son efervescentes y pueden ser de disolución rápida o lenta.

Funcionamiento: en el agua funciona así:

Ácido tricloroisocianúrico + agua = ácido hipocloroso + ácido cianúrico

Su uso continuado apenas modifica el pH.

Estabilidad: si se almacena en un lugar fresco y en un envase sin humedad se asegura una estabilidad mínima de dos años. El límite no debe superar los 75 mg / l de isocianurat.

B. PRODUCTOS NO CLORADOS

Clorhidrato de polihexametilè biguanida

Denominación química: clorhidrato de polihexametilè biguanida.

Denominación popular: biguanida.

Presentación: en líquido y exento de olor.

Funcionamiento: su acción bactericida se basa en la aglutinación de las proteínas solubles de las bacterias. Su poder bactericida no depende del pH del agua y su uso regular tampoco lo modifica.

Forma de aplicación: hay que añadir la dosis adecuada cerca de las bocas de impulsión; esta operación se realizará al final de la jornada, con el equipo de filtración en marcha. El Test-Kid por método colorimétrico indicará cuando hay que añadir producto, que será, como máximo, cada quince días.

El intervalo recomendado de trabajo es de un pH entre 7,2 y 7,8.

Los valores en el agua deben ser de 25 a 50 ppm.

Incompatibilidades: no se puede mezclar con los productos basados en:

- Cloro y sus derivados
- - Algunos amonios cuaternarios
- - Sales de cobre
- - Secuestrantes de la cal
- - Persulfato sódico
- - Bromo.

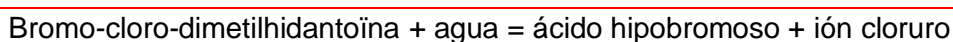
Bromo

Denominación química: bromo-cloro-dimetilhidantoïna.

Denominación popular: bromo.

Presentación: pastillas de color blanco con olor a bromo.

Funcionamiento: en el agua reacciona así:



El desinfectante es el ácido hipobromoso, que oxida la materia orgánica y destruye microorganismos y algas.

Estabilidad: se mantiene estable dos años, si se guarda en un envase cerrado y en un lugar seco.

Forma de aplicación: añadir siempre al agua con dosificador, todo regulando el caudal para obtener el bromo residual deseado.

Los valores de bromo total en el agua deben estar entre 3 y 6 ppm.

Estos valores son de fácil control con un analizador de bromo y pH.

Procedimientos electrofísicos: Plata y cobre electrolíticos

El agua circula a través de una unidad ionizadora dentro de la cual hay un número determinado de electrodos de cobre y plata. El resultado es la liberación de ambos metales en el agua en forma de iones. Estos iones tienen propiedades floculantes y desinfectantes.

Los iones de cobre, al reaccionar con los iones del agua, hacen que se forme un compuesto coloïdal que atrae y fija las partículas en suspensión (Orgánicas e inorgánicas) y forma flóculos que luego serán retenidos en el filtro.

Los iones de plata tienen poder desinfectante y eliminan las bacterias.

Ozono

Es un gas desinfectante muy activo, que actúa por oxidación. Es muy inestable a temperatura ambiente y tiene un olor penetrante y característico.

Forma de aplicación: se produce insitu con un generador eléctrico que transforma parte del oxígeno en ozono.

Dosis mínima: 0,4 mg de ozono por litro de agua y un contacto mínimo de 4 minutos.

Para que el agua del vaso tenga poder desinfectante residual, es necesaria una desinfección complementaria con otro desinfectante autorizado

El agua que llega al vaso no puede contener ozono; después del tratamiento ha de seguir obligatoriamente una desozonización, mediante una filtración con carbón activo o por desgasificación con un dispositivo específico.

Ventajas: tiene un alto poder oxidante y desinfectante y produce pocos productos secundarios, como cloraminas y haloformo.

Inconvenientes: necesita una instalación propia de tratamiento, una desozonización complementaria y una ventilación intensa del local.

Valores de ozono en el agua del vaso: 0 ppm

Valores de ozono antes de la desozonización: 0'4 ppm

7.4.4.2 Productos floculantes

Sulfato de aluminio

Denominación: sulfato de aluminio.

Presentación: en cristales, polvos o solución acuosa.

Funcionamiento: para formar el flóculo (hidróxido de aluminio) se necesita de una agua con alcalinidad suficiente.

Estabilidad: es muy elevada en cualquier forma de almacenamiento.

Dosificación: hay que seguir las instrucciones del fabricante. Estas soluciones floculantes se aplican en dosis de 5 a 20 g/m³.

Se debe evitar el exceso de aluminio.

Polihidroxiclorur de aluminio

Denominación química: polihidroxiclorur de aluminio.

Denominación popular: oxiclورو de aluminio.

Presentación: en soluciones estabilizadas. Si no está estabilizada, precipita con el tiempo.

Funcionamiento: forma siempre el flóculo, independientemente de la alcalinidad del agua.

Dosificación: tiene una actividad buena en dosis de 0,5 a 2 g/m³.

7.4.5 Tratamiento del agua en complementos o instalaciones de carácter lúdico

Cada vez es más frecuente observar la incorporación de elementos con un marcado carácter lúdico y otros de carácter ornamental o de diseño estético. Algunos de estos elementos o instalaciones se fundamentan en modalidades diferentes a las usuales de entrada del agua recirculada procedente de las instalaciones de tratamiento o procedentes de equipos instalados: vinculados con esta finalidad.

El funcionamiento de estos elementos se basa en la extracción del agua del vaso por medio de equipos de bombeo independientes de los equipos de tratamiento, que forman un circuito secundario, sin pasar previamente por filtros y sin adición de ningún desinfectante. El agua procedente de este circuito puede ser introducida en el vaso de dos maneras:

- En unos casos, el agua se deja caer libremente sobre la superficie acuática, y forma cascadas, sombrillas, duchas torrenciales, surtidores, etc.
- En otros casos, el agua se introduce en el vaso en forma de corrientes de agua a presión mezclada con aire, y forma camas de burbujas, chorros de fondo, zonas de hidromasaje, etc.

Para garantizar que estas instalaciones no comporten una disminución de la calidad del agua del vaso y que se respeten los parámetros establecidos por la

normativa, se recomienda intensificar la vigilancia del pH y los niveles de desinfectante.

Se tendría que instalar un sistema de dosificación de desinfectante en los siguientes casos:

a) Cuando el efecto es de agua más aire.

El riesgo para la salud de los usuarios es más elevado, ya que la aireación favorece la proliferación de algunos microorganismos patógenos. En este caso, se recomienda que los niveles de cloro residual libre se mantengan alrededor de los 2 ppm.

b) Cuando se movilizan grandes volúmenes de agua en este sistema secundario.

7.5 Autocontrol

“Els titulars de les piscines d'ús públic són els responsables del funcionament, el manteniment, la salubritat i la seguretat de les piscines, en compliment del que disposa el Decret. A aquest efecte, durant el període d'obertura al públic de la piscina han de garantir la presència d'un responsable del manteniment i el correcte funcionament de les instal·lacions” (Art. 25).

“Els titulars de les piscines han d'identificar qualsevol aspecte de les seves instal·lacions i de les activitats que s'hi desenvolupin, que sigui determinant per garantir la seguretat dels usuaris. També, és responsabilitat dels titulars de les piscines la planificació, la implementació, l'avaluació i la revisió de sistemes eficaços de control de tots els punts i activitats generadores o potencialment generadores de risc” (Art. 26).

“Els titulars de les piscines han de basar la vigilància del compliment de les previsions contingudes en aquest Decret, en l'aplicació d'un autocontrol conforme s'assenyala a l'article anterior” (Art.27.1).

“Els resultats i les incidències que generi aquest autocontrol han de quedar registrats documentalment, de manera que en qualsevol moment se'n pugui fer un seguiment retrospectiu dels mateixos. Aquesta documentació estarà a disposició dels serveis d'inspecció i s'haurà de custodiar, a disposició de l'autoritat competent, durant un termini no inferior a dos anys” (Art. 27.2).

“Els darrers controls sobre la qualitat de l'aigua s'exposaran en un lloc visible i fàcilment accessible als usuaris. Així mateix, a l'entrada dels serveis hi figurarà, en un lloc visible, l'horari de la darrera neteja” (Art. 27.3).

“Els sistemes d'autocontrol han d'incloure, com a mínim, els següents plans:

- *Pla de neteja i desinfecció de totes les instal·lacions.*

- *Pla de tractament de l'aigua dels vasos en què s'ha de fer constar el producte o productes que s'utilitzen; les fitxes de seguretat d'aquests productes; la forma d'aplicació i els controls que es realitzen per tal d'assegurar les característiques de l'aigua assenyalades en els articles 19 i 20.*
- *Pla de desratització i de desinsectació, amb les previsions de seguretat per a la seva aplicació que calguin, per tal d'evitar riscos als usuaris de les piscines.*
- *Pla de formació del personal de manteniment en les matèries relacionades amb aquest article.*
- *Planificació de les anàlisis microbiològiques de l'aigua necessàries per conèixer les seves condicions sanitàries: freqüència de les anàlisis, punts de mostreig i tipus d'anàlisis, entre d'altres factors.*
- *En les piscines cobertes, pla de neteja i manteniment del sistema de ventilació i calefacció que impliqui el control de la temperatura i la humitat ambiental.” (Art. 28).*

Hay que mencionar que los sistemas automatizados pueden facilitar de forma importante las tareas de control de las piscinas.

7.5.1 Plan de limpieza y desinfección de las instalaciones

7.5.1.1 Mantenimiento de superficies y vasos

Los gérmenes patógenos no se encuentran sólo al agua, ya que el suelo y otras superficies pueden ser focos de contaminación o de infección. Existe un elevado riesgo sanitario en la zona de playa, en piscinas cubiertas y en los vestuarios, especialmente en la zona de duchas, por la humedad que se genera. Por este motivo está totalmente desaconsejado instalar en el suelo, enrejados, moquetas y alfombras, la limpieza correcta de los cuales es muy difícil.

El crecimiento de bacterias, hongos y virus está favorecido por el calor húmedo y la aportación constante de materia orgánica de los usuarios. En estos lugares, las partes del cuerpo más sensibles al contagio son las manos, los pies y las uñas.

Las enfermedades más comunes son las provocadas por bacterias, como el estafilococo, por virus, como el papiloma (verrugas) y el grupo poxavirus y las infecciones causadas por hongos, como el pie de atleta.

Para evitar el contagio se recomienda, como prevención, usar un desinfectante químico de acción triple: bactericida, vermícida y fungicida.

Hay que eliminar este riesgo mediante operaciones frecuentes de desincrustación, prelavado, lavado, aclarado y desinfección.

La limpieza y desinfección de la zona de playa y de los vestuarios se realizará como mínimo una vez al día, al finalizar la jornada.

Es conveniente que los locales de los equipos técnicos (salas de máquinas, almacenes de productos, etc.) dispongan de accesos fáciles y amplios y estén aislados de cualquier otro local ajeno a su uso. Se aconseja que los pavimentos sean impermeables, resistentes y de fácil limpieza. Se deberá prever la instalación de desagües en el suelo, correctamente protegidos, para evacuar el agua de la limpieza y evitar la presencia de cualquier tipo de encharcamiento de agua dentro de estos locales. Las paredes y los techos deben permitir su conservación en condiciones higiénicas adecuadas. También es conveniente prever sifones en el suelo.

Operaciones de limpieza

En todos los pavimentos se ha de seguir este ciclo de limpieza sanitaria:

- **Prelavado:** para eliminar el polvo y la suciedad. Se prohíbe barrer en seco estas superficies.
- **Lavado:** la eliminación de la suciedad persistente y de parte de la contaminación se ha de hacer con un cepillado enérgico con detergente, teniendo en cuenta estos factores a la hora de adquirirlo:
 - El lugar de la limpieza. La degradación de las juntas del enlosado favorece las bacterias. Si las juntas son de resinas epoxi o poliuretano tienen más resistencia a los ácidos.
 - La eficacia del detergente, según su principio activo.
 - Su compatibilidad con los desinfectantes que se deben usar después.
- **Aclarado:** es imprescindible antes de usar el desinfectante, para evitar su neutralización con el detergente del lavado.
- **Desinfección:** es para eliminar los gérmenes residuales después del lavado. El desinfectante es más eficaz cuanto más amplio sea su espectro de acción, es decir, si es a la vez bactericida, fungicida y vermícida.
- El desinfectante más utilizado es la lejía, por su gran eficacia y bajo coste. Esta desinfección se realizará aplicando a presión agua mezclada con lejía, utilizando los medios adecuados, de forma que se garantice una perfecta aplicación en todos los puntos susceptibles de constituir un sustrato para el crecimiento de microorganismos, no se deben utilizar bayetas, sino que se ha de aplicar directamente. No es necesario volver a aclarar. Asimismo, se realizará la desinfección por la noche para que el cloro esté más tiempo sobre el suelo y se pueda ventilar antes de la llegada de los usuarios. También se debe limpiar periódicamente el material de animación y otros que utilicen (flotadores, aros salvavidas, planchas, etc.). Las aguas de prelavado, lavado, aclarado y desinfección, no deben tener contacto con la de la piscina. Es obligatorio que se evacuen al desagüe general por sifones en el suelo u otros sistemas.

- Desincrustación: hay que hacerla periódicamente, independientemente de la dureza del agua. Los hipocloritos de sosa (lejía) y, especialmente, el de calcio pueden formar sarro. Hay que añadir un agente "passivador" a los desincrustantes para limitar la corrosión de metales.

Las zonas de estancia pavimentadas deben limpiarse y desinfectarse periódicamente.

Las zonas de estancia de césped o similares deben mantenerse en las condiciones sanitarias correctas.

Los vestuarios pueden necesitar más de una limpieza al día, de acuerdo con la afluencia de personal que haya habido.

Los pediluvios, si los hubiere, deben limpiarse y desinfectarse, como mínimo, una vez al día.

Mantenimiento de los vasos

- Con un limpia fondos se eliminan los depósitos del fondo del vaso.
- Los accesorios deben limpiarse y desinfectarse periódicamente. Asimismo, fuera de las horas de uso, hay que retirar los elementos que interfieran la circulación normal del agua.
- Semanalmente se debe lavar y desinfectar cuidadosamente todo el material de animación (flotadores, cojinetes y cuerdas) que flota en la superficie (película de agua contaminada).
- Es necesario que la piscina se vacíe al menos una vez al año, pero si la calidad del agua y las instalaciones para el tratamiento o el mantenimiento son deficientes, se deben realizar vaciados suplementarios.

Hay que aprovechar esta ocasión para limpiar y desinfectar a fondo el vaso, los aliviaderos, los skimmers y las tuberías de agua. Asimismo, habrá que desincrustar, lavar, enjuagar y desinfectar todas las paredes y el fondo del vaso antes de llenarlo de nuevo.

7.5.1.2 Descanso de las piscinas en invierno

Una vez finalizada la temporada de verano, es importante seguir manteniendo las instalaciones durante el descanso invernal.

1. Actuaciones a realizar en el vaso

Es aconsejable que la piscina esté llena de agua en invierno. Esto mantendrá las presiones en las paredes y el suelo, así como también la humedad necesaria del cemento, del hormigón y los recubrimientos interiores del vaso.

Se deben tomar una serie de precauciones:

- Ante las heladas es necesario:

- Vaciar las tuberías y poner elementos flotantes en la superficie del agua para romper la capa helada superficial, que presionaría las paredes del vaso.
- Disminuir el nivel de agua del vaso por debajo de los colectores de recogida de agua superficial para que queden vacíos y evitar que se forme hielo dentro y rompa las tuberías.
- Para mantener el agua limpia, los sistemas de filtrado y desinfección deben funcionar al menos 24 horas después del cierre de la temporada de baños.
- Se recomienda tratar el agua con un producto de invernada que impedirá una incrustación fuerte y evitará la proliferación de algas, bacterias y hongos.

La sustancia utilizada como invernadero no debe contener metales pesados ni elementos acumulativos o altamente tóxicos para los seres vivos.

Antes de aplicarlo debe ajustar el pH del agua entre 6,5 y 7,0 y hacer una sobrecloración.

Al día siguiente, se añade el invernadero según las dosis e indicaciones del fabricante y se pone en marcha el sistema de recirculación durante seis horas, para que el producto se reparta homogéneamente por toda la piscina. Es recomendable mantener una dosis mínima de cloro al agua de 0,5 ppm.

Se aconseja repetir el tratamiento de invernadero a mediados de invierno (enero-febrero).

Para mantener el agua en buenas condiciones también hay que limpiar periódicamente todo el entorno del vaso (eliminando hojas, tierra, etc.).

- Una cubierta opaca contribuirá a mantener el agua clara y facilitará la limpieza del vaso al comienzo de la nueva temporada, que se debe hacer después del vaciado obligatorio y la limpieza y desinfección completas

2. Actuaciones a realizar en los filtros

- Limpiar los mismos intensamente hasta que queden totalmente libres de impurezas, para evitar que la suciedad se transforme en una masa compacta e impermeable que haría disminuir la sección de filtración.
- Vaciar y comprobar el estado del sílex. Si se observa deterioro en las capas superficiales de la arena, hay que sacar y cambiarlos.
- Revisar manómetros, purgas, etc. Sanear las posibles oxidaciones de los filtros metálicos, pintar, etc.

3. Actuaciones a realizar en los grupos de bombeo

- Limpiar los prefiltros de todos los sedimentos acumulados.
- Vaciar el agua del interior de la bomba. Repasar los cierres metálicos, barnizar, pintar los exteriores, etc. Hacer una limpieza general y una reposición en caso de necesidad.

4. Actuaciones a realizar en los equipos dosificadores de reactivos

- Vaciar los depósitos de reactivos y limpiarlos con agua abundante.
- Llenar los depósitos con agua limpia y poner los dosificadores en funcionamiento con el fin de limpiar completamente las tuberías y las piezas de inyección.
- Tener especial cuidado con las sondas de cloro y de pH debido a su sensibilidad. Hay que desmontarlas y limpiarlas con agua clara. Finalmente hay que guardarlas con agua, en su caso.

5. Actuaciones a realizar en los equipos eléctricos

Deben estar protegidos de la humedad y de las bajas temperaturas propias del invierno. Si los locales son húmedos, es aconsejable desmontar los equipos eléctricos y guardarlos en un lugar seco.

Hay que dejar los cuadros y la red de alimentación sin tensión para evitar accidentes.

En general, hay que reponer todo lo que esté deteriorado.

6. Pretemporada

Hay que prever que, al menos unos 15 días antes de la fecha prevista para la apertura de la instalación para la nueva temporada de verano, se llevarán a cabo los trabajos de preparación de la puesta en funcionamiento de la piscina.

En general, deben consistir en:

- Vaciado, limpieza y llenado de los vasos de nuevo.
- Limpieza general de la sala de máquinas, vestuarios, zona de playa, etc.
- Reposición de todo el material necesario. Revisión del botiquín.
- Pruebas de funcionamiento de los equipos de tratamiento del agua.

Es importante comprobar la presión en el interior de los filtros para poder determinar la denominada "presión filtro limpio". Nos permitirá conocer más fácilmente el momento en que habrá que limpiar los filtros, así como tener la certeza de que las limpiezas que se hagan son correctas. Si la presión filtro limpio no se recupera querrá decir que el filtro no se ha limpiado correctamente.

- En cuanto a las sondas de cloro y pH, hay que seguir las instrucciones de los fabricantes. Deben calibrarse antes de instalarse.

7.5.2 Plan de tratamiento del agua de los vasos

Los sistemas de autocontrol deben incluir, como mínimo:

“Pla de tractament de l'aigua dels vasos en què s'ha de fer constar el producte o productes que s'utilitzen; les fitxes de seguretat d'aquests productes; la forma

d'aplicació i els controls que es realitzen per tal d'assegurar les característiques de l'aigua assenyalades en els articles 19 i 20" (Art. 28)

Periodicidad

Dos veces al día

- Medida del desinfectante residual. Regulación de la dosificación.
- Medida del pH. Regulación del corrector del pH.
- Control de transparencia del agua.
- Medida de la temperatura del agua en caso de piscinas climatizadas
- Regulación del floculante.
- Control del caudal de recirculación.

Diaria

- Control de los sistemas de dosificación de los productos.
- Renovación del porcentaje del agua necesario para cumplir los parámetros.
- Control de pérdida de carga de filtros.
- Registro de los controles de agua de recirculación de agua nueva.
- Anotaciones generales en el libro registró.

Varias veces por semana, según la intensidad de uso

- Limpieza de prefiltros.
- Lavado y purga de filtros.
- Control y reposición de los productos utilizados para el tratamiento del agua, y archivo de las fichas de seguridad de los productos químicos comprados.

Mantenimiento de las bombas dosificadoras.

- Limpieza de las bocas inyectoras de reactivos.

Semanal

- Limpieza del equipo de análisis.
- Limpieza y calibración del equipo de medida de bromo o cloro, en caso de disponer de autoanalizadores.
- Inversión de las bombas "grupo normal grupo auxiliar".
- Arreglo y limpieza del local de instalación · Instalaciones técnicas.

Semestral

- Limpieza del soporte y sustitución de diatomeas rellenas.

- Comprobación de los niveles de material filtrante.
- Comprobación del estado interior de los filtros.
- Control y archivo de las fichas de seguridad de los productos químicos.

Anual

- Vaciado y limpieza del vaso
- Desincrustación y limpieza de los filtros de arena.
- Control del estado de las tuberías.
- Revisión y cambio, si es necesario, de las juntas de bombas y de válvulas.
- Revisión y cambio, si es necesario, los elementos de seguridad.
- Inspección y cambio, si es necesario, de las juntas del material de revestimiento.

7.5.2.1 Funcionamiento de los filtros

Se llama ciclo de filtración el período entre dos operaciones de lavado. Este tiempo se relaciona con la velocidad del filtrado, la granulometría, el grosor de la capa filtrante y la calidad del agua a filtrar.

En el ciclo que sigue un lavado de filtros, el enturbiamiento del agua filtrada disminuye progresivamente, es la etapa de "maduración", en la que, una vez finalizada, el enturbiamiento queda estable y corresponde al funcionamiento normal del filtro.

El ciclo termina cuando se produce la saturación del filtro, lo que provoca un considerable descenso del caudal y un fuerte aumento de la turbidez del agua del vaso. La saturación se controla por la diferencia entre los manómetros entrada y la salida de los filtros.

Para un rendimiento adecuado del filtro hace falta un lavado correcto. Si no se hace, se producirá:

- Disminución del caudal de recirculación.
- Enturbiamiento del agua del vaso.
- Contenido elevado de materia orgánica y de cloraminas si la desinfección se hace con cloro.

7.5.2.2 Mantenimiento de los filtros

A. Filtros de cartucho

Una vez al año hay que controlar la totalidad de la unidad y, sobre todo, el apoyo de los cartuchos y la junta de la cámara superior.

En todos los casos, hay que observar los sistemas de control de presión, los elementos de mando de los filtros y su estado general.

B. Filtros de diatomeas

Aparte del cambio de materia filtrante, es recomendable un examen completo de los elementos filtrantes y de los soportes que asegure la limpieza y estanqueidad, para de evitar la fuga de tierra de diatomeas.

C. Filtros de arena

Semestralmente se debe comprobar el nivel de la materia filtrante estado interior.

El riesgo de pérdida de esta materia aumenta si los lavados son por aire comprimido o si el espacio que hay sobre la arena no es suficiente para la buena expansión de la misma masa. En este caso, el nivel se ha de comprobar más a menudo.

La compactación de la masa filtrante es la prueba de un tratamiento deficiente del agua, básicamente por la existencia de un pH elevado.

En los filtros de arena, una vez al año, como mínimo, se debe realizar una desincrustación con ácido débil (ácido sulfámico) o con ácido fuerte diluido previamente.

En regiones de agua calcárea y muy dura se pueden producir incrustaciones en la masa filtrante a pesar de los lavados periódicos. Estas incrustaciones al final obstruyen el filtro y forman un "empedrado", por lo que el agua produce unos canales preferenciales, entonces es difícil devolver la homogeneidad y eficacia en el material filtrante y ello obliga a sustituirlo.

Lavado de los filtros de arena

Este lavado se efectúa a contracorriente y con agua del vaso, que se evacua después al alcantarillado.

El tiempo de lavado suele ser de unos minutos y aumenta según el grado de saturación del filtro, lo que se controla observando el enturbiamiento del agua de la salida.

A la larga, el lavado a contracorriente afecta la granulometría por su efecto de "Limado", lo que favorece la nueva saturación del filtro. Este fenómeno resulta más suave en los filtros bicapa.

7.6 Parámetros de control de la calidad del agua

“Les determinacions del nivell de desinfectant residual utilitzat, pH i transparència de l'aigua s'ha de realitzar un mínim de dues vegades al dia, en els moments d'obertura de la piscina i de màxima confluència del públic. En les piscines cobertes es controlarà, també, la temperatura de l'aigua” (Art. 23.3).

- En el agua de los vasos se determinará el cloro residual libre, el cloro residual combinado y el pH.
- En los vasos climatizados también se ha de medir, además, la temperatura ambiental y la humedad relativa.
- En cualquier instalación han de haber los aparatos y reactivos necesarios para realizar las determinaciones que sean necesarias para el control de la calidad del agua.

7.6.1 Plan de desratización y desinsectación

Estas recomendaciones están dirigidas a las piscinas cubiertas y en las áreas cerradas de las piscinas descubiertas (vestuarios, servicios, etc.). Hay que tener un plan de control de plagas enfocado principalmente a prevenir su aparición.

Es importante remarcar que en una piscina se desaconseja hacer ningún tratamiento preventivo de aplicación de plaguicidas, a menos que se detecte una plaga. Para evitarla es necesario realizar una serie de medidas preventivas que entrarían a formar parte del plan de autocontrol.

Si no hay plaga, no hay que hacer tratamientos con aplicación de plaguicidas, pero sí que hay aplicar una serie de medidas de prevención para evitar su aparición.
--

7.6.1.1 Medidas de prevención para evitar la aparición de plagas

1. Para evitar la entrada de organismos necesario:
 - Tapar las grietas y los agujeros de las paredes y los techos, proteger las juntas de las puertas y de las ventanas y vigilar que cierren bien.
 - Proteger las ventanas con tela mosquitera.
 - En las plantas bajas de áreas abiertas donde puede haber presencia de roedores se aconseja poner dobles puertas.
 - Cubrir los agujeros de ventilación con tela de mosquitera.
2. Para disminuir los factores que favorecen la aparición de plagas es necesario:
 - Mantener limpio el local o el habitáculo.
 - Evitar humedades, goteras, condensaciones, charcos de agua.
 - Vigilar los techos falsos y otros rincones sin luz, sobre todo donde haya calor.

Si la plaga ya está, hay que eliminarla sin poner en peligro la salud de las personas.

7.6.1.2 Actuación ante una plaga

Características especiales de las piscinas

Hay unas características comunes a todas las piscinas y otras especiales que se dan sólo en las piscinas cubiertas y que incrementarían el riesgo de que pueden suponer las actuaciones de control de plagas.

Características comunes:

- Son lugares con una afluencia constante de público, hecho a tener en cuenta para cumplir con rigor las medidas de seguridad de los tratamientos plaguicidas.
- Hay un alto nivel de humedad en determinadas zonas (vestuarios, duchas).
- Se utilizan productos químicos para el tratamiento del agua y para la limpieza y desinfección de las instalaciones que pueden ser incompatibles con los productos plaguicidas.

Características especiales de las piscinas cubiertas:

- Hay un sistema de ventilación y climatización.
- La temperatura es elevada.
- Los productos utilizados en el tratamiento del agua se evaporan en el ambiente interior (sobre todo los productos clorados), y a veces pueden alcanzar niveles elevados.

Todas estas circunstancias hay que tenerlas presentes a la hora de realizar un tratamiento con plaguicidas químicos con liberación al medio aéreo de algunos de los componentes, ya que se puede producir una mezcla con los productos químicos utilizados para el tratamiento del agua y originar problemas de toxicidad.

Por lo tanto, hay que ser muy prudente a la hora de realizar un tratamiento con plaguicidas químicos en una piscina y optar siempre por sistemas preventivos.

Se recomienda utilizar en primer lugar, si es posible, sistemas de lucha mecánica (Trampas, cebos, ratoneras), física (frío, electricidad, ultrasonidos), biológica, o productos que impiden el crecimiento y la reproducción de los insectos, y evitar siempre que sea posible el uso de los plaguicidas químicos.

7.6.2 Plan de formación del personal de mantenimiento

“Els titulars de les piscines d'ús públic són els responsables del funcionament, el manteniment, la salubritat i la seguretat de les piscines, en compliment del que disposa

aquest Decret. A aquests efectes, durant el període d'obertura al públic de la piscina han de garantir la presència d'un responsable del manteniment i el correcte funcionament de les instal·lacions” (Art. 25).

- El personal de vigilancia y mantenimiento de las instalaciones de baño debe demostrar que tiene conocimientos suficientes para hacer funcionar la piscina y realizar el análisis de algunos parámetros de control de calidad del agua.
- Asimismo, debe tener unos conocimientos básicos de los productos para los tratamientos, de su manipulación y de su almacenamiento.

7.6.3 Planificación de los análisis microbiológicos

“Planificació de les anàlisis microbiològiques de l'aigua necessàries per conèixer les seves condicions sanitàries: freqüència de les anàlisis, punts de mostreig i tipus d'anàlisis, entre d'altres factors” (Art. 28).

“Aquestes anàlisis han d'incloure: coliformes fecals, Staphylococcus aureus, Pseudomona aeruginosa i altres patògens: absència” (Art. 20).

Con la medida y los controles periódicos del nivel de desinfectante residual en el agua y su mantenimiento en los márgenes establecidos por normativa, se puede deducir que el agua está desinfectada correctamente. Un control de la eficacia de la desinfección, en rigor, debe hacerse investigando la presencia o ausencia de gérmenes patógenos. A tal efecto es necesario llevar a cabo análisis microbiológicos periódicos.

De acuerdo con la instalación y sus factores de riesgo se establecerá la frecuencia de los análisis. Se aconseja una analítica cada dos meses en las instalaciones de uso medio. Esta frecuencia debería incrementarse en las instalaciones con una gran afluencia de público por día, por ejemplo, piscinas de enseñanza.

Puntos de muestreo:

Hay que tener en cuenta los momentos y las zonas del agua del vaso en que el riesgo de contaminación sea más elevado, tanto en lo que concierne a la afluencia de bañistas como en las zonas más problemáticas del vaso. Hay que considerar la representatividad del punto de muestreo y la correcta toma de muestras (la recogida de agua del vaso se realizará a 10 cm de la superficie de la lámina de agua). En el punto de muestreo y en el momento de la toma de muestra se ha de medir in situ el nivel de desinfectante residual y el pH.

Para valorar el estado higiénico del agua se ha de realizar, además del análisis microbiológico del agua, un análisis químico en el que se mida, como mínimo, la oxidabilidad al permanganato amoníaco.

Los análisis se pueden hacer en cualquier laboratorio autorizado por la Dirección General de Salud Pública del Departamento de Sanidad y Seguridad Social, según lo previsto en el Decreto 126/94, por el que se regula la autorización, la acreditación y el registro de los laboratorios de salud ambiental y alimentaria.

Recogida de muestras

La obtención de las muestras para el análisis microbiológico se realizará en un recipiente estéril. Se añadirá aproximadamente 0,5 ml de solución acuosa al 3% de tiosulfato sódico cristalizado (estéril), siempre que la cantidad de muestra para tomar sea de 500 ml, para neutralizar los efectos bactericidas de los posibles desinfectantes de carácter oxidante que puede contener el agua muestreada.

Las muestras se mantendrán a la temperatura de 4-5 ° C hasta la entrega al laboratorio autorizado para efectuar el análisis.

Laboratorios autorizados de Salud Ambiental y Alimentaria

Estos laboratorios están regulados por el Decreto 126/94, de 16 de mayo, DOGC núm. 1905, de 6 de junio 1994.

A través de Internet, en la página web de la Generalidad de Cataluña (<http://www.gencat.es/sanidad/cat/cservei.htm>) se puede acceder al listado de los laboratorios autorizados.

7.6.4 Plan de limpieza y mantenimiento del sistema de ventilación y calefacción en piscinas cubiertas

“Les piscines cobertes han de disposar dels mecanismes necessaris per assegurar la renovació constant de l'aire en el recinte i garantir una temperatura i una humitat relativa adequada. A l'efecte del control d'aquests aspectes disposaran, almenys, d'un termòmetre i d'un higròmetre situats a la zona de platja” (Art. 11).

I. Condiciones térmicas para piscinas cubiertas

Temperatura del agua	entre 24 y 30 ° C
Temperatura del aire	de 2 a 4 ° C > que la del agua
Volumen de aire	8 m ³ /m ² de lámina de agua
Humedad relativa	60-70%

En el agua, el canje térmico con el cuerpo es mucho más elevado que en el exterior del vaso. El equilibrio térmico, en el caso de un bañista en reposo dentro del vaso de la piscina, se sitúa en una temperatura del agua de 33 ° C. A medida

que incrementa el nivel de actividad del bañista se incrementa la producción de calor de su metabolismo y son necesarias temperaturas inferiores.

Valores recomendados de las condiciones térmicas

Temperatura del agua	entre 25 y 26 ° C
Temperatura del aire	entre 27 y 29 ° C
Temperatura de los vestuarios	23 ° C
Humedad relativa	entre 65 y 70%

Además de la actividad, la temperatura de confort depende de otros factores como la edad y el estado físico, tal como se muestra en la Tabla III.

En esta tabla hay casos en los que se superan las temperaturas marcadas por la legislación para grupos especiales, que son lo suficientemente significativos para entender que una norma de carácter general no los incluya.

Temperaturas del agua recomendadas según la actividad y los usuarios

Competición	24 a 26 ° C
Entretenimiento	26 a 28 ° C
Aprendizaje	29 ° C
Piscina infantil	30 ° C
Niños de 3 a 6 años y tercera edad	32 ° C
Mujeres embarazadas	30 a 32 ° C

La fijación de la temperatura de cada vaso es muy importante, ya que condiciona las actividades y los tipos de usuarios, así como la rapidez de evaporación del agua. Hay que tener bien presente que la evaporación aumenta en un 15% por un paso de la temperatura del agua de 27 ° C a 28 ° C. De estas consideraciones se desprende que es muy aconsejable que la calefacción y el tratamiento del agua de cada vaso sean independientes.

El confort térmico en el recinto de los vasos de la piscina

Conseguir las condiciones de confort térmico de una piscina cubierta depende de los siguientes parámetros:

- Temperatura media radiante de los cerramientos.

- Temperatura seca del aire ambiente.
- Humedad relativa.
- Velocidad del aire.
- Actividad del bañista.
- Traje del ocupante.

Todas estas variables deben controlarse para ofrecer unas condiciones de confort satisfactorias cuando el bañista mojado, y después de haber realizado un esfuerzo, sale del agua del vaso. Al salir del agua el bañista puede tener sensación de frío, consecuencia de la rápida evaporación del agua sobre la piel.

Para controlar la evaporación y la pérdida de calor del individuo, se debe mantener un cierto nivel de humedad, la pérdida de calor será más importante cuanto más seco sea el ambiente. Sin embargo, un grado higrométrico demasiado alto (superior al 80%) facilita las condensaciones sobre las paredes frías y produce una sensación de opresión en los bañistas. Por el contrario un grado higrométrico demasiado bajo (inferior al 40%) produce, como se ha comentado, sensación de frío, aunque la temperatura ambiente sea la adecuada, debido a la evaporación del agua de la piel.

En invierno se aconseja reducir sensiblemente la humedad y aumentar la temperatura del aire para contrarrestar la baja temperatura de los paramentos y la aparición de condensaciones.

Calidad del aire

Las fuentes principales de contaminación del aire en las piscinas cubiertas son consecuencia de:

- La respiración y la transpiración humanas, que generan la aparición de CO, CO₂, H₂O y bioefluents (olores).
- El vapor de agua desprendido por el vaso de la piscina que no constituye una contaminación propiamente dicha, pero que tiene efectos importantes sobre la humedad relativa.
- La evaporación de algunos desinfectantes.
- Compuestos organoclorados, resultado de la reacción química entre los productos de desinfección del agua (principalmente el cloro y los compuestos clorados) y las materias orgánicas eliminadas por los usuarios o provenientes directamente del agua de abastecimiento de la piscina. Estos organoclorados son volátiles, bajo la acción de agitación producida por los usuarios, y pasan de la superficie del líquido en el aire ambiente.
- Productos de desinfección utilizados para la limpieza de las zonas de playa.

En cuanto a la ventilación, el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio. Reglamento de instalaciones en los edificios, fija un valor específico para las

piscinas de 2,5 l/s de aire exterior por cada m² de vaso de la piscina. Si las condensaciones no se eliminan por introducción del aire exterior, se ha de aumentar considerablemente el caudal de aire exterior.

7.6.4.1 Control

“S’ha d’assegurar una ventilació suficient en totes les dependències de les instal·lacions. Les piscines cobertes han de disposar dels mecanismes necessaris per assegurar la renovació constant de l’aire en el recinte, garantint una temperatura i una humitat relativa adient. Als efectes de control d’aquests extrems disposaran, almenys, d’un termòmetre i d’un higròmetre situats a la zona de platja” (Art. 11).

- Dos veces al día hay que controlar los resultados de la temperatura ambiental y la humedad relativa y anotarlos en un registro de datos, independiente por zonas de playa.
- Se recomienda controlar la temperatura y la humedad relativa en las instalaciones interiores, preferentemente vestuarios, mediante la instalación de termómetros e higrómetros. Hay que controlar y anotar los resultados, para garantizar un buen nivel de confort ambiental.

7.7 Recomendaciones sanitarias

RIESGOS SANITARIOS EN EL USO DE LAS PISCINAS Y SU PREVENCIÓN

7.7.1 Origen y tipo de contaminación

Una piscina se puede contaminar durante su utilización y, por tanto, suponer un peligro sanitario para sus usuarios.

Esta contaminación puede provenir de:

- a) **Los bañistas:** cada usuario, tanto si está sano como enfermo o convaleciente, elimina a través de la piel, de las mucosas y del aparato genitourinario gérmenes que se depositan en el agua.

La mayoría de estos gérmenes llegan al agua envueltos con partículas de piel, de cosméticos y de protectores solares, por lo que se encuentran muy protegidos contra los desinfectantes habituales del agua y esto en dificulta la eliminación.

Estas partículas se concentran en la superficie del agua (la más cercana a los bañistas) donde los desinfectantes se debilitan debido a las radiaciones solares.

- b) **Los no bañistas:** contaminan a través del calzado. Hay que prohibir el acceso a la zona de playa.

- c) **El agua:** A la piscina se le debe suministrar agua procedente de la red pública o de alguna otra fuente autorizada, ya que estas aguas están sometidas a controles sanitarios.
- d) **La contaminación atmosférica:** en las piscinas descubiertas el viento deposita hojas y polvo que pueden transportar gérmenes patógenos.
- e) **Los productos químicos para el tratamiento de aguas:** cuando son mal utilizados y / o las instalaciones depuradoras están mal diseñadas pueden ser una fuente de contaminación.

En una piscina se pueden producir dos tipos de contaminación: biológica y química.

Riesgo sanitario por contaminación biológica

Se produce debido a la posible presencia de microorganismos patógenos en las piscinas y depende de:

- Los tipos y el número de microorganismos.
- El individuo que está expuesto (edad, estado inmunitario, etc.).

Tipos de microorganismos

- a) Protozoos, por ejemplo algunas especies de amebas.
- b) Hongos, por ejemplo la cándida.
- c) Bacterias, por ejemplo los estreptococos y los estafilococos.
- d) Virus, por ejemplo el papiloma virus y el virus de la hepatitis A.

Cada uno de estos microorganismos necesita para vivir unas determinadas condiciones de temperatura, oxígeno, humedad, pH, etc., que a veces se pueden encontrar en piscinas de las cuales no se tiene el cuidado suficiente.

Si se conocen sus necesidades se facilita la eliminación.

a) Protozoos

Podemos distinguir dos tipos:

- Los saprófitos, que se nutren de vegetales y de animales en descomposición (por ejemplo, los paramecios).
- Los parásitos, que viven en organismos vivos (por ejemplo, las amebas).

b) Hongos

Su hábitat normal son las zonas húmedas y se pueden encontrar, sobre todo, en las playas y en el suelo de los vestuarios, así como a la ropa, el calzado, etc. que hayan estado en contacto con hongos.

Las enfermedades que se llaman micosis pueden ser profundas y cutáneas. La mayoría son causadas por hongos del género de los dermatofitos.

c) Bacterias

Durante la natación o el baño, la flora microbiana de la boca y la faringe puede pasar al agua. En una piscina en malas condiciones el riesgo de infección bacteriana es elevado. Las causas pueden ser diversas:

- Según las condiciones ambientales, las bacterias pueden multiplicarse rápidamente o sobrevivir varias semanas en forma de esporas que, a la vez, se pueden volver a multiplicar.
- Algunas personas que hayan sufrido enfermedades infecciosas, que ya las tengan clínicamente resueltas o hayan pasado y no lo hayan advertido, pueden aportar gérmenes patógenos en la piscina e infectar otros bañistas.
- El ser humano es portador de numerosas bacterias inofensivas, no patógenos, alguno de los cuales, sin embargo, pueden infectar personas con pocas defensas inmunitarias.

d) Virus

Estos gérmenes se desarrollan en células vivas, las cuales pueden llegar a destruir. Se pueden encontrar en el agua, como el virus de la poliomielitis y el de la hepatitis A y también en los suelos húmedos.

Las piscinas pueden ser una fuente de contagio de verrugas cutáneas, como por ejemplo verrugas plantares, pero no inciden en la transmisión de la hepatitis B o del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).

Factores que favorecen la contaminación microbiológica

- La concentración humana
La concentración humana en el agua y el intercambio de toallas y otros objetos acentúan el riesgo.
- La falta de renovación del aire
Las piscinas cubiertas no se benefician de los efectos depuradores de los rayos solares, lo que, y la falta de ventilación, aumenta el perjuicio sanitario.
- La atmósfera húmeda y tibia
Las piscinas mantienen una temperatura y una humedad elevadas, condiciones que son favorables para que se desarrollen los gérmenes.
- Los revestimientos
Las superficies pueden agredir la piel mojada y ablandada, lo que favorece la penetración de algunos microorganismos.
- La piel poco seca
Después del baño conviene eliminar bien la humedad; ningún hongo no sobrevive en la piel seca.
- El estado inmunitario del organismo humano

Si hay una disminución de las defensas, por convalecencia, estrés, fatiga, etc., a la vez que una presencia suficiente de gérmenes, puede aparecer una enfermedad infecciosa.

El hecho de conocer todos los factores mencionados contribuirá a mejorar las medidas de prevención.

7.7.2 Vías de entrada de los microorganismos y enfermedades que se derivan

Vías de entrada

a) La piel

Es una barrera protectora contra las infecciones, pero hay que advertir que:

- Está sometida a maceración debido al baño.
- Puede haber heridas.
- Puede haber microorganismos diversos.

A través de la piel pueden penetrar hongos dermatofitos, causantes de enfermedades, como la del pie de atleta, virus que provocan la verruga plantar y estafilococos que son el origen de forúnculos.

b) Las mucosas

El 50% de las afecciones causadas por el baño en piscinas se localizan en la rinofaringe, los ojos y las orejas, por los motivos siguientes:

- Irritación de las mucosas (cloro). La vasodilatación consiguiente del tejido conjuntivo facilita la entrada del germen.
- Debilitación de la mucosa nasal.
- Cambios bruscos de presión (otitis, sinusitis, etc.).

c) El aparato digestivo

El 20% de las afecciones causadas por el baño son de carácter gastroentérico.

Enfermedades

Las principales enfermedades causadas por gérmenes que se encuentran en las piscinas figuran en la Tabla II.

Riesgo sanitario por contaminación química

Intoxicaciones agudas

Causadas por la ingestión o la inhalación masiva de productos utilizados para el tratamiento del agua. Estos accidentes se suelen producir entre los manipuladores y los cuidadores de las piscinas.

Intoxicaciones leves

Son posibles las irritaciones oculares por reacción ante desinfectantes, sobretodo el cloro.

Principales microorganismos patógenos susceptibles de ser encontrados en las piscinas

Microorganismos	Origen	Lugares contaminados	Cutáneas	Patologías ORL	Digestivas disentería	Varias meningitis
Protozoos Amebas	telúrico, intestinal	agua				
Hongos Dermatofitos	piel (escamas)	agua + suelo + Material de animación	<ul style="list-style-type: none"> • micosis (herpes circinato, pie de atleta) • candidiasis • infecciones de los dedos del pie (Eritemas, pústulas, ulceraciones) 			
Levaduras Mohos (aspergillus)	piel (escamas mucosas)					
Bacterias Estafilococos	piel, lesiones cutáneas (Impétigo, absceso)	agua (capa superficial), riachuelo, aceras superiores del vaso	<ul style="list-style-type: none"> • furúnculos • Pioderma 	<ul style="list-style-type: none"> • rinitis • faringitis 		•conjuntivitis
Estreptococos	mucosas (Nasofaríngeas)		<ul style="list-style-type: none"> • impétigo • dermatitis folicular 	<ul style="list-style-type: none"> • anginas, otitis • otitis 	<ul style="list-style-type: none"> • fiebre tifoidea y paratifoidea, diarreas 	
Pseudomona aeruginosa						
Salmonela						
Colibacilos	piel, región perianal (Contaminada por gérmenes fecales)	agua			<ul style="list-style-type: none"> • disentería bacilar 	
Shigela						
Mycobacterium balnearios	agua + suelo	polvo, agua de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • granuloma (codo, rodilla) 			
Legionela	agua	atmósfera		<ul style="list-style-type: none"> • neumonía 		
Virus Poxavirus		Contacto directo, toallas y material de animación tierra + material de animación	<ul style="list-style-type: none"> • Molluscum contagiosum • verrugas plantares (10% bañistas) 			• poliomielitis
Papilas · papilomavirus	piel					
Poliovirus Otros enterovirus				<ul style="list-style-type: none"> • faringitis 	<ul style="list-style-type: none"> • diarreas 	<ul style="list-style-type: none"> • meningitis benigna • hepatitis viral
Virus de la hepatitis A	piel y mucosas	agua del vaso		<ul style="list-style-type: none"> • ifecciones agudas 	<ul style="list-style-type: none"> • diarreas 	<ul style="list-style-type: none"> • conjuntivitis epidémica
Adenovirus						

7.7.3 Medidas preventivas

7.7.3.1 La seguridad en las piscinas

Los accidentes en las piscinas por ahogamiento o traumatismos más o menos graves es un tema preocupante con el que los proyectistas y los responsables de las piscinas deben tener mucho cuidado.

En el Decreto se mencionan diferentes aspectos relacionados con la seguridad de los usuarios. Así, la presencia de socorristas, las escaleras en número suficiente, las diversas señalizaciones, los salvavidas, los pavimentos antideslizantes, los desagües protegidos, el botiquín, etc., se han establecido pensando en la seguridad de los usuarios.

Últimamente se han puesto de moda piscinas muy vistosas, con saltos de agua, vasos de diferentes niveles conectados, zonas de playa con rocas, islas dentro de las piscinas, etc., que pueden incrementar el riesgo de accidentes. No se pueden dar normas genéricas para cada una de las diversas variantes y, por tanto, es básica la revisión del proyecto.

Hay, sin embargo, un capítulo importante en la prevención de accidentes, que es el comportamiento de los propios usuarios. El titular de la piscina debe elaborar las normas de régimen interno de acuerdo con las características de la instalación, deberían tener en cuenta, entre otros, las actitudes de los usuarios que pueden suponer un riesgo, además de las señalizaciones necesarias, como indicación de las profundidades de los vasos, cambios de pendiente de fondo del vaso, etc.

Los usuarios, sin embargo, tienen un papel muy importante a la hora de tener un comportamiento cívico y respetar en todo momento las normas de régimen interno. Puede ser peligroso dejar objetos cortantes en la zona de playa, echar al agua a las personas desprevenidas que no saben nadar, no respetar un tiempo suficiente desde la última comida, zambullirse después de haber tomado el sol durante mucho rato, no vigilar muy de cerca los niños pequeños.

7.7.3.2 Manipulación y almacenamiento de productos químicos para el tratamiento del agua

“Per al tractament de l'aigua de les piscines s'han d'utilitzar substàncies i productes autoritzats d'acord amb la normativa vigent” (Art. 23.1).

“Els productes per al tractament de l'aigua dels vasos, i els productes i estris per a la neteja i desinfecció de les instal·lacions, s'han de guardar en un local amb aquest ús exclusiu, ventilat i exclòs de l'accés dels usuaris. En cas d'utilització de clor líquid o en forma de gas, s'haurà de preveure la seva situació en una zona separada. Aquest local ha de poder romandre tancat amb clau” (Art. 24).

Estos productos no se pueden almacenar en el mismo local de los aparatos de calefacción (debe ser de uso exclusivo), sino en lugares que cumplan la normativa establecida por el Decreto y nunca deben ser accesibles a los usuarios.

El almacenamiento incorrecto de estos productos puede provocar emanaciones corrosivas para el material eléctrico y metálico.

Productos desinfectantes

Los más usuales se mantienen estables durante su almacenamiento, excepto las soluciones de hipoclorito, que se descomponen con el calor y la luz.

Por tanto, es recomendable almacenar el hipoclorito y los productos clorados sólidos en locales a la sombra, frescos, ventilados, secos y que cumplan la normativa vigente. En cuanto a las soluciones de hipoclorito aconseja no almacenarla para más de un mes.

El cloro gas se almacenará en un local abierto al exterior y ventilado, para evitar consecuencias graves en caso de fuga.

Para evitar el riesgo que conlleva que haya personas cerca de los productos químicos, estos deben conservarse cerrados dentro de su envase y en un lugar fresco, seco y bien ventilado, separados el uno del otro, con una cubeta para el lavado y otra de retención de líquidos.

Su manipulación debe hacerse siempre con un equipo de protección, guantes, gafas, etc., y si se trata de cloro gas, con una máscara y un filtro adecuado.

El dosificador de cloro gas (clorador) funciona por vacío parcial, por lo que el riesgo de fugas siempre es posible. La utilización de bromo presenta unos riesgos similares.

Estos productos, que son irritantes del aparato respiratorio, delatan su presencia cuando su concentración no es tóxica, aunque pueden provocar náuseas y tos.

Ácidos y alcalinos

En forma líquida (ácido clorhídrico) o en forma sólida (bisulfito sódico, carbonato sódico), estos productos atacan la piel y los ojos y provocan quemaduras graves, por simple contacto o proyección. Por tanto, es obligatorio usar un equipo de protección (gafas, guantes, etc.).

En diluir estos productos en los contenedores para la mezcla, se debe evitar tirar el agua encima del ácido. Hay que tirar con precaución el ácido encima de mucha agua.

8 Estudio del campo de piscinas municipales en Cataluña.

Equipamientos deportivos de Cataluña. Año 2009.

Tipos de equipamientos	Equipamientos
Pabellones	812
Pistas polideportivos	5.055
Campos polideportivos	1.535
Salas deportivas	5.382
Frontones	479
Pistas de tenis	3.079
Pistas de esquiáis	316
Pistas de pádel	321
Piscinas al aire libre	3.965
Piscinas cubiertas	651
Pistas de atletismo	86
Pistas de petanca	3.561
Espacios singulares	3.637
Otros espacios	5.724
TOTAL	34.603

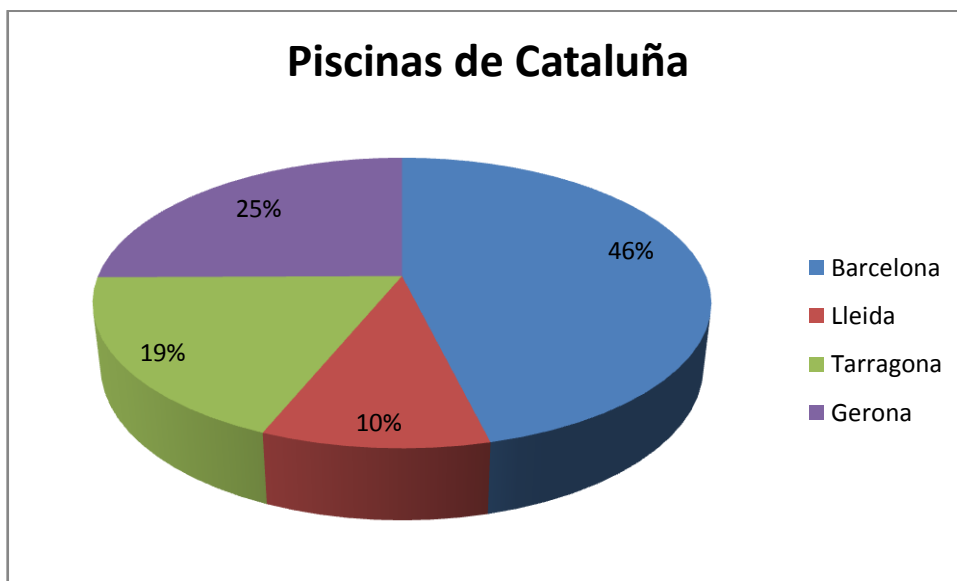
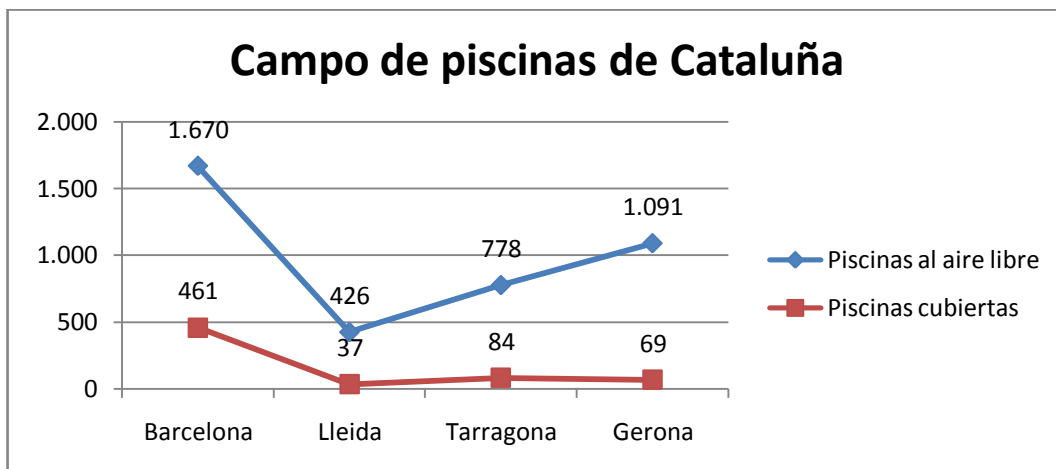
Fuente: Idescat, a partir de los datos del *Consell Català de l'Esport*.

Campo de piscinas en Cataluña por provincias

	Piscinas al aire libre	Piscinas cubiertas	TOTAL
Barcelona	1.670	461	2.131
Lleida	426	37	463
Tarragona	778	84	862
Gerona	1.091	69	1.160
TOTAL	3.965	651	4.616

Fuente: Idescat, a partir de los datos del *Consell Català de l'Esport*.

Para una mayor y más rápida visualización de los datos anteriormente se muestra en gráfico de las cantidades de piscinas y proporciones de las provincias de Cataluña.



9 Estudio de adaptación.

El estudio de adaptación consistirá en adaptar una piscina municipal a una piscina ecológica, para ello se ha escogido una piscina real como piscina de referencia y extrapolar los resultados a las 4.616 piscinas de Cataluña.

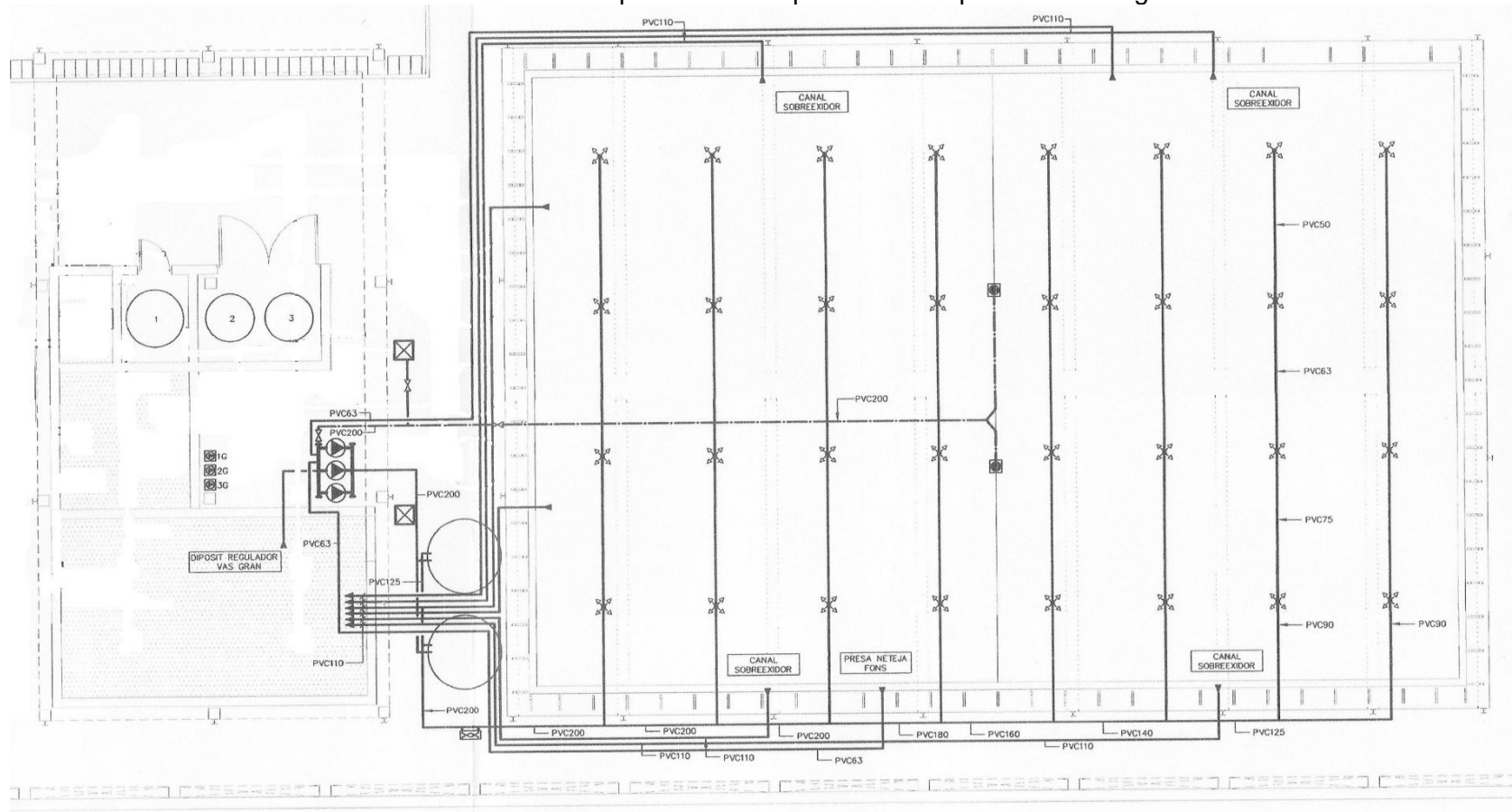
Par el estudio, se ha seleccionado la piscina municipal de Sant Cugat, Rambla del Cellar, s/n (Barcelona), con unas dimensiones de 25 x 16,6 m de lámina de agua.



La documentación referente a esta piscina, como memoria, dimensionamientos, presupuestos y planos se pueden ver en el ANEXO 2 de este documento.




9.1 Estudio técnico

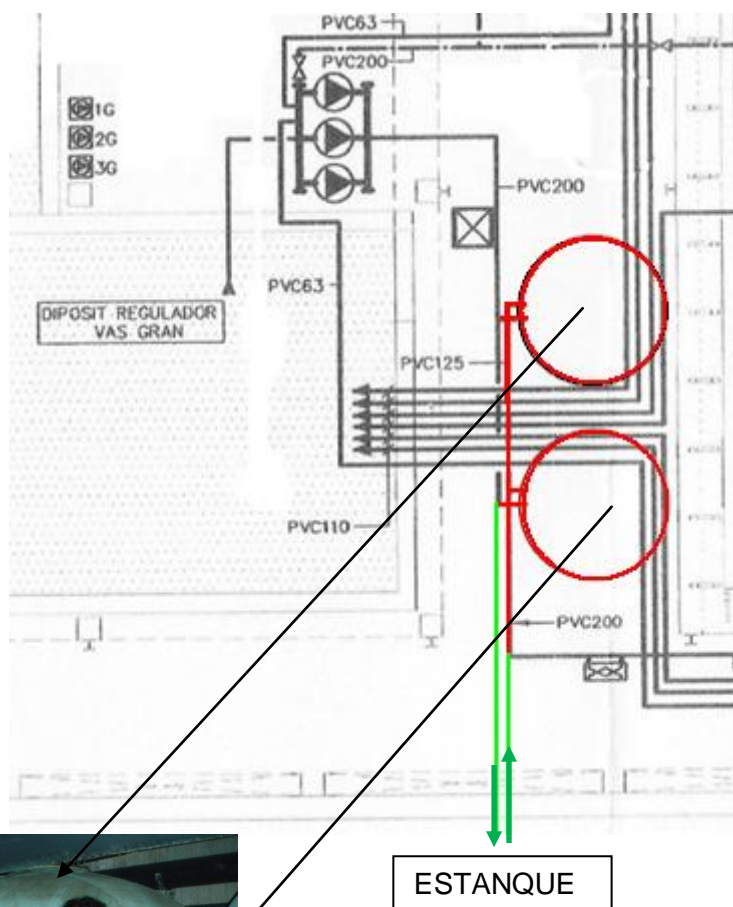
Plano de sistema de depuración de la piscina municipal de Sant Cugat del Valés



9.1.1 Redireccionamiento de canalizaciones hacia el estanque

Para la adaptación de la piscina, lo primero que hay que hacer es redistribuir el agua hacia el estanque que se quiere construir, esto se consigue desviando la canalización que sale del grupo de bombas y va hacia los filtros y hacer una nueva canalización para el retorno del agua.

-  Filtros de arena que ya no son necesarios.
-  Canalización innecesaria.
-  Nueva canalización



Como se ha comentado anteriormente, la superficie del estanque ha de ser del 20% de la superficie de la piscina.

Si la superficie d la piscina es de 720 m², la superficie necesaria del estanque será de de **144 m²**.

9.1.2 Construcción zona de depuración (estanque)

El vaso de depuración va directamente impermeabilizado sobre el terreno sin paramentos de obra.

En este caso se realiza solamente un pequeño muro perimetral para conseguir unos niveles correctos se impermeabiliza sobre el terreno.

Al realizar la impermeabilización se instala la pieza de aspiración en el vaso de plantación. En estos lagos de baño los accesos han de realizarse mediante pasarelas de madera, ya que las paredes al estar inclinadas dificultan el acceso por las mismas. Los pasos serian:

1. Perfilado de los taludes.
2. Preparación de los fondos.
3. Colocación del geotextil.



4. Impermeabilización del vaso con EPDM Negro.



9.1.3 Llenado del vaso de depuración

1. COLOCACIÓN DEL SISTEMA DE ASPIRACIÓN

- Se procederá a la instalación de la aspiración de fondo a través de la tubería de drenaje de fondo.



- Se instalará la tubería de Drenaje en el fondo de la zona de plantación, en la parte más profunda si no estuviese a nivel o en el medio de la superficie si esta estuviese nivelada.
- Se introducirá 1 m de tubería de aspiración dentro de esta tubería de drenaje.
- Se sellarán los extremos de esta tubería con 2 sacos de Grava Blanca ECOMAG Ø 7



2. INSTALACION DE LAS GRAVAS DE PLANTACION

- 6 Sacos por metro cuadrado de Grava Blanca ECOMAG Ø 7.
- 6 sacos por metro cuadrado de Grava Blanca ECOMAG Ø 6.
- 6 sacos por metro cuadrado de Grava Blanca ECOMAG Ø 4.

3. PLANTACION

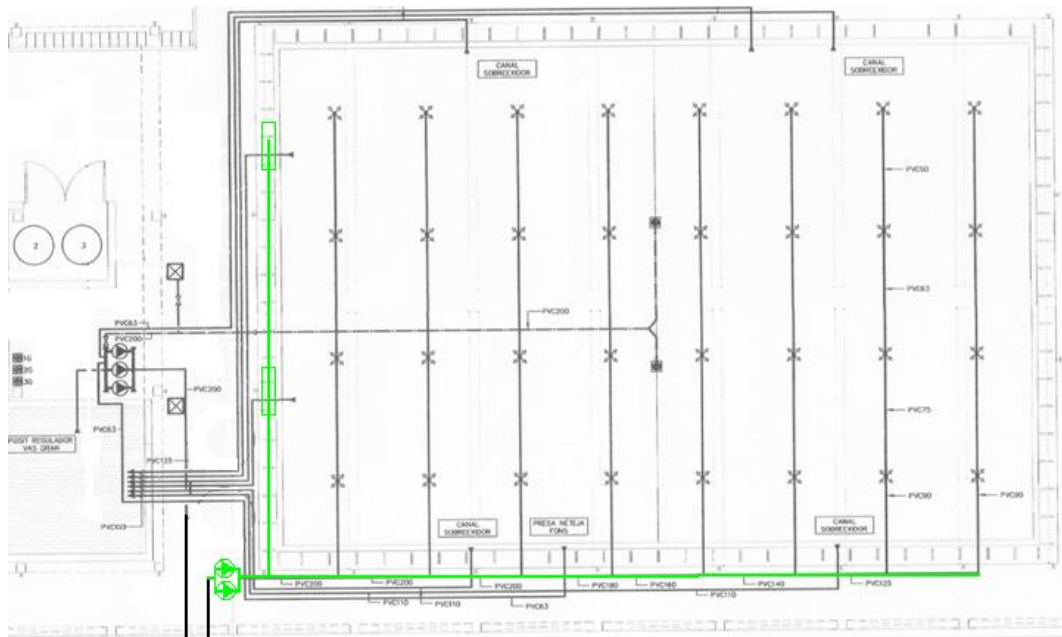
Se procederá al replanteo de las plantas acuáticas en toda la zona de plantación teniendo en cuenta que los nenúfares y plantas sumergidas deberán estar a unos 40 cm de profundidad como mínimo y los ciperus y juncus las arenas deberán llegar a cota 0.

- Para la plantación usaremos el resto de la grava Blanca ECOMAG Ø 4 sin que tenga que ser un suelo homogéneo, también podemos ayudarnos de piedras y rocas para crear diferentes pisos o alturas así como decoración. 6 sacos por metro cuadrado.

4. LLENADO DEL VASO DE PLANTACIÓN.

9.1.4 Impulsión del agua hacia la piscina

La impulsión se realizará mediante una bomba de 50 m³/h hasta el vaso de la piscina utilizando las boquillas de impulsión ya existentes y mediante una bifurcación de la canalización acabada en una cascada se puede conseguir una mejor oxigenación del agua.



- Nueva canalización
- ▭ Fuentes en cascada



9.2 Estudio económico.

Para la realización del estudio económico es fundamental conocer el coste de la adaptación (inversión inicial) y saber el tiempo que se tarda en amortizarse dicha inversión.

Para el cálculo de la amortización es crucial el bajo coste de la piscina ecológica frente a una tradicional, esta diferencia es la que decidirá el tiempo de amortización.

9.2.1 Coste de la adaptación.

SUPERFICIE TOTAL	SISTEMA LINER							
	30 M2		50 M2		90 M2		170 M2	
CONCEPTO	VALOR	VALOR M2	VALOR	VALOR M2	VALOR	VALOR M2	VALOR	VALOR M2
TOTAL PRESUPUESTO BASE	14.186,15 €	472,87 €	18.987,58 €	395,57 €	29.170,18 €	320,55 €	48.225,16 €	283,68 €
FASE DISEÑO	350,00 €	11,67 €	350,00 €	7,29 €	350,00 €	3,85 €	350,00 €	2,06 €
DISEÑO	350,00 €		350,00 €		350,00 €		350,00 €	
PROYECTO TECNICO								
PERMISOS Y LICENCIAS								
FASE CONSTRUCCION	12.676,15 €	422,54 €	17.117,58 €	356,62 €	26.420,18 €	290,33 €	43.875,16 €	258,09 €
EXCAVACION	421,06 €		673,70 €		1.270,01 €		2.371,59 €	
VASOS	1.700,09 €		2.313,89 €		3.191,17 €		4.770,57 €	
IMPERMEABILIZACION	2.235,00 €		3.270,00 €		5.259,00 €		8.913,00 €	
INSTALACIONES	920,00 €		920,00 €		920,00 €		920,00 €	
BIOSISTEMA	7.400,00 €	246,67 €	9.940,00 €	207,08 €	15.780,00 €	173,41 €	26.900,00 €	158,24 €
FILTRACION.	1.700,00 €		2.720,00 €		5.100,00 €		9.520,00 €	
REGENERACION	1.600,00 €		2.560,00 €		5.120,00 €		9.600,00 €	
SISTEMA DE RECIRCULACION	1.500,00 €		1.500,00 €		1.500,00 €		1.500,00 €	
SISTEMA DE LIMPIEZA	1.000,00 €		1.000,00 €		1.000,00 €		1.000,00 €	
INSTALACION DEL BIOSISTEMA	600,00 €		960,00 €		1.860,00 €		3.480,00 €	
PORTES	1.000,00 €		1.200,00 €		1.200,00 €		1.800,00 €	

Es una tabla de precios que propone una empresa constructora de piscinas ecológicas, en función de los metros cuadrados del vaso de depuración.

La adaptación que se ha realizado en la piscina de Sant Cugat es de 144 m², por lo que se realizará una tabla ajustada a los 144 con los valores por metro cuadrado de una piscina de 170 m² con la diferencia que el capítulo de construcción será del 20 % ya que no se trata de una obra nueva sino de una adaptación en la que el vaso de la piscina ya está construido y las instalaciones serán del 50 % por el aprovechamiento de las antiguas.

Según la tabla el presupuesto es el siguiente:

	VALOR	VALOR m ²
TOTAL PRESUPUESTO	30.560,05	179,77
FASE DE DISEÑO	350 €	2,06 €
DISEÑO	350 €	
FASE DE CONSTRUCCIÓN	3.310,5 €	19,47 €
EXCAVACIÓN 20%	474,32 €	
VASOS 20%	594,11 €	
IMPERMEABILIZACIÓN 20%	1782,06€	
INSTALACIONES 50%	460,00 €	

BIOSISTEMA	26.900,00 €	158,24 €
FILTRACIÓN	9.520,00 €	
REGENERACIÓN	9.600,00 €	
SISTEMA DE RECIRCULACIÓN	1.500,00 €	
SISTEMA DE LIMPIEZA	1.000,00 €	
INSTALACIÓN DE BIOSISTEMA	3.480,00 €	
PORTES	1.800,00 €	

Total de presupuesto por metro..... **179,77 €/m²**

Total presupuesto.....**144m² x 179,77€/m²= 25.886,88€**

9.2.2 Coste de mantenimiento

Los costes de mantenimiento de los que se encuentra exenta la piscina ecológica, son los siguientes:

DESINFECTANTES	Coste [€/l]	Consumo [l/mes]	coste mensual [€/mes]	Consumo [l/año]	coste anual [€/año]
Cloro	3,54	200	708	2400	8496
Red. PH	7,58	50	379	600	4548
Alguicida	7,76	10	77,6	120	931,2
Floculante	5,99	25	149,75	300	1797
TOTAL		285	1314,35	3420	15772,2

Datos otorgados por el jefe de mantenimiento de la piscina de sant Cugat.

Costes de mantenimiento al mes.....**1.314,35 €/mes**

Costes de mantenimiento anuales.....**15.772,2 €/año**

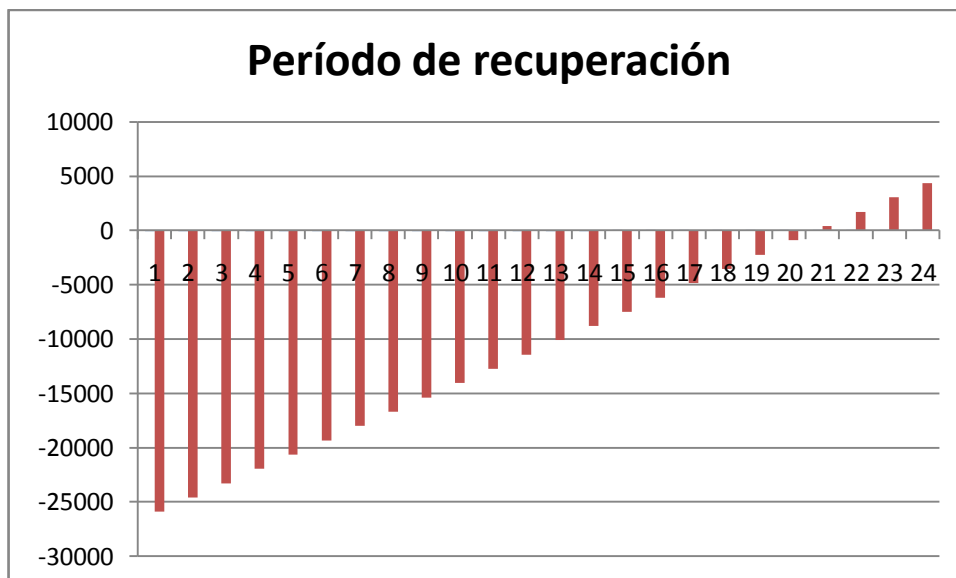
9.2.3 Plazo de recuperación

Mes	1	2	3	4	5	6
Caja	-25886,88	-24573	-23258	-21943,83	-20629,48	-19315,13

Mes	7	8	9	10	11	12
Caja	-18000,78	-16686	-15372	-14057,73	-12743,38	-11429,03

Mes	13	14	15	16	17	18
Caja	-10114,68	-8800	-7486	-6171,63	-4857,28	-3542,93

Mes	19	20	21	22	23	24
Caja	-2228,58	-914,2	400,12	1714,47	3028,82	4343,17



10 Impacto ambiental.

Como se ha ido comentando a lo largo de este documento, el propósito de la utilización de piscinas ecológicas, ha sido el de reducir en la medida de lo posible el impacto ambiental respecto a las piscinas tradicionales.

- Utilizando procesos naturales como el ciclo del nitrógeno para deshacerse del NH_3
- Aprovechando técnicas naturales de depuración de aguas residuales basado en la utilización de humedales artificiales en los que se desarrollan plantas acuáticas (hidrofitos) que contribuyen activamente a la eliminación de los contaminantes, principalmente la materia orgánica.
- Desarrollando fauna como el fitoplancton y zooplancton para digerir las hojas, polen, escamas de piel y materia orgánica en general transformándola en nutrientes (N-P-K) para las plantas.
- Creación de espacios verdes.
- Creación de vasos con el mínimo impacto ambiental, evitando la utilización del hormigón.

Se trata de una piscina con agua depurada con elementos naturales como gravas, y plantas acuáticas que mantienen un agua limpia y cristalina en un entorno natural para un baño saludable **sin productos químicos y tóxicos que repercuten negativamente en la salud de nuestra piel, ojos, sistema respiratorio, y especialmente a niños, ancianos y personas con alta sensibilidad a productos clorados y sin destruir la vida del agua y sin contaminarla.**

Con las piscinas ecológicas se consigue reducir el impacto ambiental desde tres campos distintos:

- Mejorando la salud de las personas.
- Ausencia de productos químicos.
- Ahorro de agua.

10.1 Mejorando la salud de las personas.

Gracias a la no utilización de productos químicos, las personas corren mucho menos riesgo de contraer enfermedades derivadas de los subproductos de los desinfectantes y de las molestias tales como irritación de la piel, ojos rojos, etc.

10.2 Ausencia de productos químicos.

Si como se ha visto en el apartado 9.2.2 de este documento, una piscina municipal consume 3420 litros de productos químicos al año, las 4616 piscinas de toda Cataluña, consumirían entre todas $4616 \times 3420 = 15.786.720$ litros de productos químicos al año.

10.3 Ahorro de agua.

Por normativa, todas las piscinas públicas están obligadas a vaciar una vez al año el vaso de la piscina, lo que supone una pérdida de 1000 m^3 de agua al año: Un agua contaminada por los productos químicos, que se acaba tirando por el alcantarillado público.

Si hacemos un recuento de los m^3 de agua que Cataluña pierde por culpa de la normativa (ya que en las piscinas ecológicas no es necesario renovar el agua): $4616 \times 1000 = 4.616.000 \text{ m}^3$ de agua que se tira.

11 Conclusiones.

Suponiendo que todas las piscinas municipales se adaptaran a piscinas ecológicas, al cabo de 21 meses ya habrían recuperado la inversión inicial y se dejarían de gastar $15.772,2 \text{ €}$ al año, es decir $4616 \times 15.772,2 = 72.804.475,2 \text{ €}$ anuales que la Generalitat dejaría de destinar al mantenimiento de piscinas para destinarlo a otras actuaciones.

Como conclusión decir que Cataluña, en poco menos de 2 años podría disfrutar de:

- **15.786.720 litros** menos al año, de productos químicos dañando el medioambiente y a los seres vivos de este planeta.
- Ahorro de **$4.616.000 \text{ m}^3$** al año de agua potable.
- Ahorro de **$72.804.475,2 \text{ €}$** anuales.

Todo esto sería posible si no existiera la barrera burocrática reflejada en el Decreto 95/2000, de febrero, en la que se establecen las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público, en la que **obliga** a:

- La utilización de productos químicos para la desinfección de la piscina.
- Vaciar al vaso de la piscina una vez al año.

12 Planificación.

Septiembre						
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			
Octubre						
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
Noviembre						
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					
Diciembre						
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		
Enero						
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

	Estudio de las piscinas ecológicas, tipos, características, funcionamiento, etc.
	Visita a la piscina de Combloux.
	Estudio de las piscinas municipales y escoger una de ejemplo.
	Estudio técnico de adaptación de la piscina municipal estudiada (Sant Cugat).
	Estudio económico de la adaptación de la piscina estudiada (Sant Cugat).
	Repaso de la documentación recopilada y estudios realizados.
	Entrega del estudio.

13 Presupuesto del estudio.

Gastos de viajes

- Viaje a Combloux fin de semana.....571,43€
- Otros trayectos100 €

Trifa telefónica.....50 €

Fotocopias.....20 €

Salario a 7€/h a 20 h semanales.....2280 €

Total.....3021,43 €

14 Bibliografía.

[INSH] Instituto Nacional de Investigación e Higiene en el trabajo, NTP 341
9/2010

[CREAL] Centro de investigación en epidemiología ambiental 9/2010

<http://argentina.biopiscinas.com/faq.php> 10/2010

<http://meneame.net/story/piscinas-naturalizadas> 10/2010

<http://www.decoyjardin.com/biopiscinas.html> 10/2010

<http://www.proyectoobra.com/biopiscinas.asp> 10/2010

<http://www.agrariaverde.pt/bio%20piscina.htm>10/2010

<http://www.iob-ev.eu>10/2010

<http://www.aragrup.es>10/2010

<http://gencat.cat>11/210

<http://idescat.cat>12/2010