

GUÍA PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PISCINAS DE USO PÚBLICO



YULY ANDREA SÁNCHEZ LONDOÑO

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA "JULIO GARAVITO"
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
ENFÁSIS EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2011**

**GUÍA PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN
PISCINAS DE USO PÚBLICO**

YULY ANDREA SÁNCHEZ LONDOÑO

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON
ÉNFASIS EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DIRECTOR
ING. JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS., I.C, MEEE**

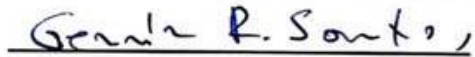
**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA "JULIO GARAVITO"
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
ÉNFASIS EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2011**

Bogotá, febrero de 2011.

NOTA DE ACEPTACIÓN

La tesis de grado titulada "Guía para el Manejo y Control de la Calidad del Agua en Piscinas de Uso Público" presentado por la Ingeniera Civil Yuly Andrea Sánchez Londoño, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito" para optar al título de Maestría en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Ambiental, fue aprobado por:

Jurado No. 1:



Dr. Germán Ricardo Santos

Jurado No. 2:



Bióloga. Gladys Rocío González Leal

Director:



Ing. Jairo Alberto Romero Rojas

A mis padres, amigos y profesores
por su apoyo en la culminación de
esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos a:

Enrique Silva Monteil, ingeniero civil, por el apoyo en la ejecución de la tesis y en el Curso de Operación y Mantenimiento en Piscinas en la ciudad de Cali.

Jairo Alberto Romero Rojas, ingeniero civil y director de tesis, por su constante orientación, apoyo y tiempo empleado en asesorarme y orientarme, así como su gestión en la búsqueda de medios para llevar a cabo este trabajo.

Rocío Leal Gómez, bióloga, por su colaboración y tiempo empleado en asesorarme y orientarme en la parte microbiológica de la tesis.

Alfonso Rodríguez, ingeniero civil, por brindarme la oportunidad de trabajar como Docente Catedrático en la Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito" en los laboratorios de hidráulica para la finalización de la tesis.

Germán Santos, María Paulina Brigarth, Alberto Uribe Jonglobed y Guillermo Mejía por su motivación para la culminación de la tesis.

María Nuncia Medina, física y especialista en estadística, por su colaboración y tiempo empleado en asesorarme.

Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito", por colocar a disposición el uso del laboratorio de ambiental, financiarme los reactivos, medios de cultivos y brindarme la oportunidad de culminar la tesis.

Los propietarios de las piscinas que me colaboraron con los muestreos de calidad del agua, encuestas a sus operarios y usuarios, la atención en cada una de las visitas realizadas y suministro de información.

Y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de esta tesis.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1 ANTECEDENTES.....	14
2 OBJETIVOS	19
3 MARCO REFERENCIAL	20
3.1 LA PISCINA	20
3.2 REQUISITOS SANITARIOS PARA BAÑISTAS	30
3.3 NORMATIVA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS	31
3.4 NORMATIVA DE CALIDAD DEL AGUA EN PISCINAS	31
4 METODOLOGIA.....	32
4.1 PARÁMETROS DE CONTROL FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.....	32
4.2 MUESTREO.....	36
4.3 ENCUESTAS	43
4.3.1 Encuesta a operarios.....	43
4.3.2 Encuesta a usuarios	44
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CONTROL DE PISCINAS.....	45
5.1 CONDICIÓN AMBIENTAL DE LAS PISCINAS	45
5.2 TIPO DE ABASTECIMIENTO	45
5.3 PH, TEMPERATURA, COLOR, MATERIAL FLOTANTE, TRANSPARENCIA Y OLOR	46
5.4 TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD Y POR	54
5.5 CLORO, ALCALINIDAD, DUREZA, NITRITOS Y CLORUROS.....	63
5.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	77
5.7 CORRELACIÓN ENTRE CLORO LIBRE Y PARÁMETROS MICROBIOLOGICOS.....	81
5.8 REGISTRO SANITARIO	83
5.9 RECIRCULACIÓN DEL AGUA	83
5.10 TRATAMIENTO DEL AGUA DE PISCINA.....	84
5.11 MANTENIMIENTO DEL AGUA DE PISCINA	85
5.12 CARACTERÍSTICAS DE LAS PISCINAS.....	87
5.13 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PISCINA	90
6 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE USO DE PISCINAS.....	92
6.1 ENCUESTAS A BAÑISTAS.....	92
6.2 USO DE LA DUCHA	92
6.3 USO DE LAVAPIÉS	93

6.4	INGRESO CON CALZADO DE CALLE.....	94
6.5	USO DE SANDALIAS O CHANCLETAS EN EL ANDÉN DE LA PISCINA.....	94
6.6	USO DE GORRO DE BAÑO	95
6.7	INGRESO DE ALIMENTOS O BEBIDAS A LA PISCINA	96
6.8	USO DE ACEITES, CREMAS O BRONCEADORES	97
6.9	PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS	98
6.10	USO DE TRAJE DE BAÑO ADECUADO	99
6.11	LAVADO DE ELEMENTOS PARA ENTRETENIMIENTO	100
6.12	USO DE LA PISCINA PARA NECESIDADES FISIOLÓGICAS	101
6.13	REUSO DE LA DUCHA.....	102
6.14	INCIDENCIA DE ENFERMEDADES.....	103
6.15	CONDICIONES DE INGRESO	104
7	CONCLUSIONES.....	106
8	RECOMENDACIONES	110
9	GUIA PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PISCINAS DE USO PÚBLICO.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	ANEXOS.....	117

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enfermedades transmitidas por agua de piscinas)	17
Tabla 2. Cronograma de muestreo	37
Tabla 3. Parámetros físicos medidos in situ	38
Tabla 4. Métodos de ensayo microbiológico	39
Tabla 5. Métodos de ensayo físico - químico	43
Tabla 6. Fecha de encuestas a operarios	44
Tabla 7. Fechas de encuestas a bañistas	44
Tabla 8. Condición ambiental de las piscinas	45
Tabla 9. Tipo de abastecimiento	45
Tabla 10. Frecuencia de control físico - químico	46
Tabla 11. Conocimiento de la norma físico - química	47
Tabla 12. Resultados de parámetros físico – químicos	48
Tabla 13. Frecuencia de medida de turbiedad, conductividad y POR	54
Tabla 14. Conocimiento de límites de turbiedad, conductividad y POR	55
Tabla 15. Resultados de turbiedad, conductividad y AUV	55
Tabla 16. Frecuencia de medida de parámetros químicos	63
Tabla 17. Conocimiento de límites químicos	64
Tabla 18. Resultados de parámetros químicos	65
Tabla 19. Frecuencia de medida microbiológica	77
Tabla 20. Conocimiento de límites microbiológicos	77
Tabla 21. Resultados de análisis microbiológicos	78
Tabla 22. Correlación entre CL, CT, CF y PA para muestras que no satisfacen la norma	82
Tabla 23. Registro sanitario	83
Tabla 24. Periodo de recirculación de agua	83
Tabla 25. Coagulantes utilizados	84
Tabla 26. Desinfectantes utilizados	85
Tabla 27. Procedimiento de mantenimiento	86
Tabla 28. Características de las piscinas para adultos	87
Tabla 29. Normativa de características de piscinas	87
Tabla 30. Máximo número de bañistas y profundidad media	88
Tabla 31. Características de las piscinas infantiles	88
Tabla 32. Normativa de características de las piscinas	89
Tabla 33. Máximo número de bañistas y profundidad media	89

Tabla 34. Costo mensual de operación y mantenimiento	90
Tabla 35. Dotación requerida.....	90
Tabla 36. Capacitaciones realizadas por los operarios	91
Tabla 37. Encuestas a bañistas.....	92
Tabla 38. Uso de la ducha	92
Tabla 39. Uso de lavapiés.....	93
Tabla 40. Ingreso con calzado de calle.....	94
Tabla 41. Uso de sandalias o chancletas en el andén de la piscina	95
Tabla 42. Uso de gorro de baño	96
Tabla 43. Ingreso de alimentos o bebidas a la piscina	96
Tabla 44. Uso de aceites, cremas o bronceadores.....	97
Tabla 45. Ingreso a la piscina con enfermedad infectocontagiosa.....	98
Tabla 46. Uso de traje de baño adecuado	99
Tabla 47. Lavado de elementos para entretenimiento.....	100
Tabla 48. Uso de la piscina para necesidades fisiológicas.....	101
Tabla 49. Reuso de la ducha.....	102
Tabla 50. Incidencia de enfermedades	103
Tabla 51. Enfermedades adquiridas en piscinas	104
Tabla 52. Condiciones de ingreso	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de causas y efectos que afectan la calidad del agua en piscinas.	16
Figura 2. Instalación general de una piscina.....	22
Figura 3. Detalle de rejilla	23
Figura 4. Detalle de desnatador (skimmer).....	24
Figura 5. Boquillas de toma roscada y con salida regulable ranurada	24
Figura 6. Detalle de limpia fondos	25
Figura 7. Detalle de recogedor.....	26
Figura 8. Detalle de escalera y asideros.....	26
Figura 9. Válvula de distribución	27
Figura 10. Filtración	27
Figura 11. Lavado	28
Figura 12. Desagüe.....	28
Figura 13. Influencia del pH en el agua de la piscina	33
Figura 14. Distribución porcentual del tipo de abastecimiento.....	46
Figura 15. Resultados de color.....	50
Figura 16. Resultados de transparencia	50
Figura 17. Resultados de olor	51
Figura 18. Resultados de material flotante	51
Figura 19. Resultados de pH.....	52
Figura 20. Probabilidad de ocurrencia de pH	53
Figura 21. Resultados de temperatura.....	54
Figura 22. Resultados de conductividad.....	57
Figura 23. Probabilidad de ocurrencia de conductividad	58
Figura 24. Resultados de turbiedad	59
Figura 25. Probabilidad de ocurrencia de turbiedad.....	60
Figura 26. Resultados de AUV.....	61
Figura 27. Probabilidad de ocurrencia de AUV	62
Figura 28. Resultados de alcalinidad.....	66
Figura 29. Probabilidad de ocurrencia de alcalinidad	67
Figura 30. Resultados del parámetro de cloro libre	68
Figura 31. Probabilidad de ocurrencia de cloro libre	69
Figura 32. Resultados de cloro combinado	70
Figura 33. Probabilidad de ocurrencia de cloro combinado.....	71
Figura 34. Resultados de dureza.....	72

Figura 35. Probabilidad de ocurrencia de dureza	73
Figura 36. Resultados de cloruros.....	74
Figura 37. Probabilidad de ocurrencia de cloruros	75
Figura 38. Resultados del ISL	76
Figura 39. Resultados de coliformes totales.....	79
Figura 40. Resultados de coliformes fecales	80
Figura 41. Resultados de pseudomona aeruginosa.....	80
Figura 42. Resultados de mesófilos aerobios	81
Figura 43. Correlación entre CL, CT, CF y PA para muestras que no satisfacen la norma	82
Figura 44. Distribución porcentual del uso de la ducha	93
Figura 45. Distribución porcentual del uso de lavapiés	94
Figura 46. Distribución porcentual de ingreso con calzado de calle	94
Figura 47. Distribución porcentual del uso de sandalias o chancletas.....	95
Figura 48. Distribución porcentual del uso de gorro de baño	96
Figura 49. Distribución porcentual del ingreso de alimentos o bebidas	97
Figura 50. Distribución porcentual del uso de aceites, cremas o bronceadores ...	98
Figura 51. Distribución porcentual de ingreso a la piscina con enfermedades infectocontagiosas	99
Figura 52. Distribución porcentual de uso de traje de baño adecuado	100
Figura 53. Distribución porcentual del lavado de elementos para entretenimiento	101
Figura 54. Distribución porcentual del uso de la piscina para necesidades fisiológicas	102
Figura 55. Distribución porcentual del reuso de la ducha	103

INDICE DE FOTOS

Foto 1. Nevera de muestreo	37
Foto 2. Autoclave	37
Foto 3. Toma de muestra	38
Foto 4. Nevera de muestreo	38
Foto 5. Detalle de toma de muestra	39
Foto 6. Reactivos para pH y cloro residual	39
Foto 7. Cámara de flujo laminar	40
Foto 8. Sistema de filtración y embudo portafiltros	40
Foto 9. Colonias de coliformes totales	41
Foto 10. Colonias de coliformes fecales	41
Fotos 11 y 12. Colonias de mesófilos aerobios	42
Fotos 13 y 14. Colonias de pseudomona aeruginosa	42

INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene una “Guía para el Manejo y Control de la Calidad del Agua en Piscinas de Uso Público”, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de calidad de agua en piscinas de uso público, según la normativa nacional de control sanitario, para brindar a operadores y usuarios una herramienta adecuada para operación y uso de piscinas.

El documento presenta un muestreo aleatorio a 10 piscinas de uso público, en Bogotá, Cajicá y Pacho, para evaluar su uso por parte de bañistas así como el control sanitario que realizan sus operadores.

Se incluye un resumen de normativa nacional e internacional para control de calidad de agua, diseño y construcción de piscinas de uso público.

En el numeral 1, se describen los antecedentes y justificación del estudio realizado; en el numeral 2, los objetivos generales y específicos; en el numeral 3, el marco referencial donde se describe que es una piscina, las partes de una piscina, sus requisitos sanitarios, normativa nacional e internacional de calidad del agua y construcción de piscinas; en el numeral 4, la metodología utilizada para evaluar la calidad del agua y el uso de una muestra de 10 piscinas.

El numeral 5 incluye el análisis de los resultados de control de las piscinas y la evaluación de la calidad del agua; en el numeral 6 se presenta el análisis de los resultados de uso de las 10 piscinas muestreadas; en el numeral 7 se incluyen las conclusiones del estudio; en el numeral 8 se dan recomendaciones para el uso de piscinas mediante una “Guía para el Manejo y Control de la Calidad del Agua en Piscinas de Uso Público”, la cual se presenta en el numeral 9.

1 ANTECEDENTES

Las piscinas públicas requieren un control de la calidad del agua que asegure la salud de los usuarios y la estética del agua. Con base en un muestreo aleatorio de 10 piscinas públicas y en el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en laboratorio, se evalúa la calidad del agua mediante la comparación de los resultados con normas nacionales e internacionales para piscinas de uso público; con el objeto de desarrollar una guía que oriente a los propietarios y usuarios de las piscinas sobre el manejo y control de la calidad de agua en piscinas.

El propósito de formular una “**Guía para el Manejo y Control de la Calidad del Agua en Piscinas de Uso Público**”, se determinó teniendo en cuenta que las piscinas son obras civiles, con gran carácter técnico, que prestan un servicio a la comunidad para actividades recreativas, con un elemento esencial como es el agua, la cual debe cumplir con parámetros que garanticen la salud humana.

Existen varios aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos de incidencia sobre la calidad del agua, que afectan la salud del bañista como:

- Los elevados costos de operación y tratamiento del agua, que limitan el mantenimiento y condición óptima de las piscinas.
- La falta de cultura de los bañistas en la utilización de las piscinas que ocasiona el deterioro de la calidad del agua por ingresar a la piscina con presencia de heridas cutáneas y escoriaciones de la mucosa, no ducharse antes de ingresar a la piscina, orinarse dentro de la piscina, falta de control médico para el uso de piscinas, el ingreso de bebés a la piscina y de animales a la zona de baño, entre otros aspectos.
- La carencia de una autoridad competente y suficiente que controle y vigile la calidad del agua en piscinas públicas.

- Las fallas en el diseño y construcción de piscinas, así como en su operación, ocasionada por deficiente dosificación de químicos, falta de mantenimiento a las instalaciones de la piscina, falta de supervisión del almacenamiento, calidad y vencimiento de químicos, falta de personal especializado en el mantenimiento y operación de piscinas y falta de equipos e implementos de tratamiento de agua en piscinas.
- Falta de establecimiento de parámetros normativos para la óptima calidad del agua en piscinas.

En la Figura 1, se presenta un árbol donde se resumen los factores que afectan la calidad del agua en las piscinas, sus causas y sus efectos sobre la salud humana, ocasionando al bañista diversas enfermedades transmisibles por exposición al agua, como las presentadas en la Tabla 1.

Figura 1. Árbol de causas y efectos que afectan la calidad del agua en piscinas

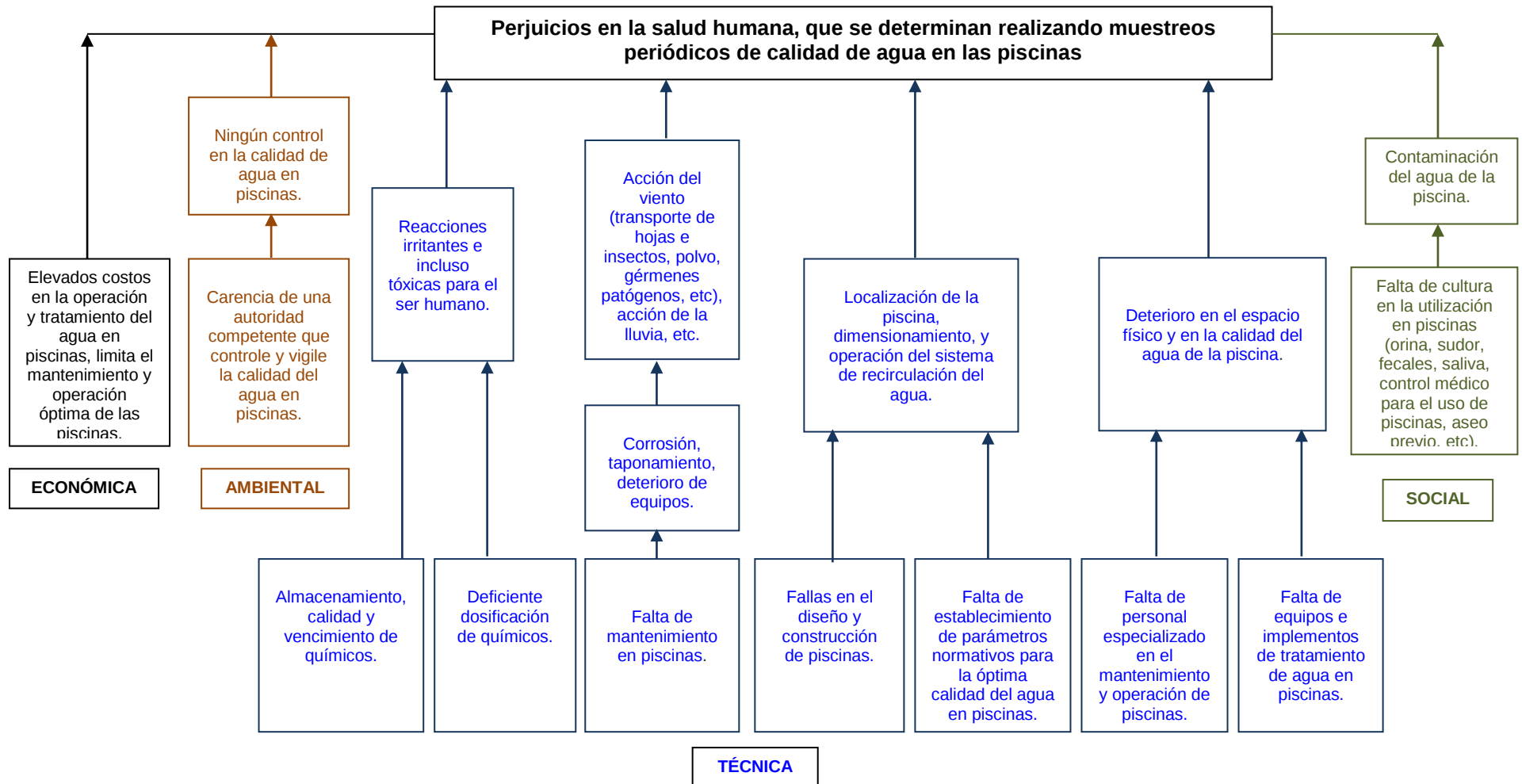


Tabla 1. Enfermedades transmitidas por agua de piscinas ⁽⁸⁾

ENFERMEDAD	AGENTE	PERIODO DE INCUBACIÓN	SIGNOS Y SINTOMAS
OTITIS EXTERNA (oído del nadador), CONJUNTIVITIS Y DERMATITIS O FOLICULITIS	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Horas hasta días	Inflamación del oído externo, conjuntiva ocular y lesiones cutáneas.
DERMATITIS, ABCESOS Y ENTERITIS	<i>Chromobacterium violaceum</i>	-----	Inflamación de la piel, pus, diarrea.
INFECCIONES DE PIEL, OIDO Y MUCOSAS	<i>Staphylococcus aureus</i>	24 a 48 horas	Inflamación con pus de piel, oído y mucosas.
GRANULOMA DE NADADORES DE PISCINA	<i>Mycobacterium marinum</i>	3 a 6 semanas	Lesiones en la piel, especialmente en rodillas, tobillos y el tabique nasal.
INFECCIONES, SOBRETUDO EN PACIENTES INMUNOCOMPROMETIDOS	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Menos de 1 semana	Inflamación, infección y lesión cutánea.
GASTROENTERITIS	<i>E. coli</i> (varios tipos)	1 a 3 días	Dolor abdominal, diarrea, fiebre, cefalea, dolor muscular, vómito.
FIEBRE TIFOIDEA FIEBRE PARATIFOIDEA SALMONELOSIS	<i>S. typhi</i> <i>S. parathypi</i> <i>S. enteritidis</i>	8 – 21 días 8 – 21 días 1 – 3 días	Dependiendo del tipo de salmonella: dolor abdominal, fiebre, cefalea, dolor muscular, náusea y vómito.
DISENTERIA BACILAR (SHIGELOSIS)	<i>Shigela</i> (A-B-C-D)	1 – 7 días	Dolor abdominal, diarrea, tenesmo, fiebre y vómito.
INFECCIONES DE HERIDAS Y OCASIONALMENTE OTITIS O INFECCIONES DEL TRACTO RESPIRATORIO SUPERIOR O DEL URINARIO	<i>Proteus spp.</i> <i>Enterobacter spp.</i> <i>Citrobacter spp.</i> <i>Klebsiella spp.</i>	Menos de 1 semana	Inflamación de heridas, dolor de oído, supuración, secreción nasal, fiebre, malestar general.
YERSINIOSIS	<i>Yersinia enterocolitica</i> Y. <i>Pseudotuberculosis</i>	4 a 7 días	Dolor abdominal, fiebre, cefalea, malestar, diarrea, vómito y náusea (principalmente en niños).

ENFERMEDAD	AGENTE	PERIODO DE INCUBACIÓN	SIGNOS Y SINTOMAS
COLERA	V. cholera	1 a 5 días	Diarrea profusa y acuosa, vómito, cólico y deshidratación.
LEPTOSPIROSIS	Leptospiras (varias especies)	4 a 19 días	Fiebre, malestar, vómito, mialgia, cefalea, rigidez de nuca.
CONJUNTIVITIS FOLICULAR	Chlamydia Trachomatis	Minutos	Inflamación con enrojecimiento y secreción de la conjuntiva.
CANDIDIASIS	Candida Albicans	Variable	Inflamación y enrojecimiento en zonas húmedas y cálidas de la piel y mucosas, placas blanquecinadas, prurito.
QUERATO CONJUNTIVITIS Y FARINGITIS VIRAL (Mirada China)	Adenovirus	Menor de una semana	Molestia ocular, enrojecimiento de piel y mucosas, malestar linfadenopatía, dolor de garganta, fiebre.
POLIOMELITIS MENINGITIS GASTROENTERITIS	Polio Coxsackie Echo	1 – 4 semanas	Parálisis flácida, dolor de cuello y espalda, rigidez de la nuca, vómito, diarrea, malestar, dolor de cabeza, fiebre.
CONJUNTIVITIS HEMORRÁGICA Y VIRAL (Mirada China)	Enterovirus 70	24 horas	Molestia ocular, enrojecimiento.
HEPATITIS INFECCIOSA VIRAL	Virus de la Hepatitis A	15 – 45 días	Fiebre, náusea, vómito, anorexia y en algunos casos ictericia.
GASTROENTERITIS POR REOVIRUS	Reovirus	Menor 1 semana	Dolor abdominal, diarrea ligera, cólico, malestar, fiebre.
GASTROENTERITIS INFANTIL POR ROTAVIRUS	Rotavirus	3 a 5 días	Diarrea, fiebre, dolor abdominal, vómito y deshidratación.
MENINGOENCEFALITIS AMIBIANA PRIMARIA	Naegleria fowleri	3 a 7 días	Fuerte cefalea frontal, náusea, fiebre, rigidez.
AMIBIASIS	Entamoeba hystolítica	2 a 4 semanas	Dolor abdominal tipo cólico, diarrea, fiebre, dolores musculares.
GIARDIASIS	Giardia lamblia	1 a 4 semanas	Dolor abdominal, diarrea, timpanismo, náusea, vómito, pérdida de peso.

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar una guía que permita a los usuarios, propietarios y operadores el manejo y control de calidad del agua en piscinas de uso público.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar el contenido de normas nacionales e internacionales para el control de la calidad del agua en piscinas de uso público.
- Elaborar una evaluación de la calidad del agua de una muestra de 10 piscinas para realizar un diagnóstico físico, técnico, de manejo y utilización de las piscinas de uso público.
- Comparar y calificar los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua en piscinas de uso público, de acuerdo con las normas pertinentes.
- Formular una guía para el manejo y control de calidad del agua en piscinas de uso público que permita en forma fácil y económica asegurar la salud de los bañistas y la calidad estética, química y sanitaria del agua en piscinas de uso público.

3 MARCO REFERENCIAL

3.1 LA PISCINA

Una piscina es una estructura permanente construida específicamente para contener un volumen determinado de agua, para ser utilizado por los bañistas con fines recreativos, de esparcimiento, práctica de deportes o con fines terapéuticos o medicinales. Además, incluye instalaciones anexas, como: vestuarios, sanitarios, lavamanos, duchas, trampolines, plataformas de salto, casa de máquinas, accesorios y áreas complementarias. ⁽³⁵⁾

Las piscinas se clasifican **según su construcción** como: naturales y artificiales. **Naturales**, cuando se instalan en fuentes superficiales o subterráneas; **artificiales**, cuando son construidas con algún sistema de tratamiento que acondiciona el agua para uso de bañistas. ⁽³⁵⁾

Según su pertenencia se clasifican en públicas, semipúblicas, de uso restringido, de uso especial y particulares. **Públicas:** piscinas de uso general para el público sin distinciones de ninguna clase; **semipúblicas o de uso restringido:** las de uso por un grupo determinado de personas, quienes para su ingreso a ella requieren llenar ciertas condiciones, entre éstas se encuentran las piscinas de: clubes, condominios, escuelas, entidades, asociaciones, hoteles, moteles o similares; **uso especial:** aquellas usadas más con fines terapéuticos o medicinales que con fines recreativos, sus aguas pueden presentar características naturales especiales como minerales, temperatura alta y gases disueltos, incluyen las azufradas, las termales, las medicinales y las de centros de rehabilitación y **particulares o privadas:** las que se destinan para la recreación y esparcimiento unifamiliar. ^{(7),(34),(35)}

Según su operación las piscinas son de recirculación, renovación continua o desalojo completo. **Recirculación:** son aquellas en las cuales la totalidad del volumen del agua de la piscina se hace pasar continuamente y en un periodo, a través de un sistema de tratamiento para ser retornado o recirculado de nuevo a la

piscina. ⁽³⁵⁾ Las piscinas de recirculación son las más usadas en Colombia y en otros países, ya que están diseñadas para que continuamente se les este efectuando procesos físicos y químicos para que sus aguas estén limpias y libres de impurezas y organismos patógenos, sin importar los que involuntariamente aporta cada bañista al ingresar a la piscina. ⁽⁷⁾; **renovación continua:** aquellas a las cuales permanentemente les está entrando y a la vez saliendo un caudal de agua, el cual es desechado y **desalojo completo:** aquellas que después de un tiempo de servicio son desocupadas completamente, se les realiza labores de aseo, se les llena y se les vuelve a dar al servicio. ⁽³⁵⁾

Según su uso se clasifican en deportivas, termales y recreacionales. **Deportivas:** son destinadas para que se practiquen competencias de natación o diferentes modalidades de exhibiciones en el agua. Se dividen en Olímpicas y Semiolímpicas. **Termales:** denominadas también baños termales o medicinales, que se abastecen de una fuente natural, con características físicas y químicas propias ⁽⁷⁾. **Recreacionales:** destinadas para la recreación o veraneo de muchas personas para descansar, divertirse y relajarse.

Según su presentación son: cubiertas y descubiertas. **Cubiertas:** se encuentran protegidas del ambiente exterior y pueden ser climatizadas y **descubiertas:** se encuentran localizadas al aire libre.

Según el agua utilizada: agua dulce, agua de mar, agua azufrada, agua termal y agua medicinal.

Según su forma: regulares e irregulares. Las formas regulares son las más usadas por su facilidad de construcción, como las rectangulares, la cual presenta características favorables derivadas de la elementalidad de su instalación, el aprovechamiento de su capacidad y su evidente conveniencia en términos de la práctica de la natación.

La piscina rectangular es la matriz de la cual se derivan buena parte de las otras formas regulares de piscina, como pueden ser las cuadradas u ovaladas. En efecto, derivadas de la forma rectangular son las denominadas en L, U o T. ⁽²¹⁾

Todas estas formas dan origen a otras subformas derivadas en la mayoría de los casos del trazado en forma de L, cuyas configuraciones externas aparecen delimitadas por una serie de rectas que forman una superficie de contorno quebrado, recibiendo por tanto el nombre de irregulares. La forma irregular es elegida normalmente en piscinas privadas destinadas al recreo más que a la práctica de natación, siendo posible encontrarlas en mansiones, hoteles y urbanizaciones.⁽²¹⁾

Elementos de una piscina

Los elementos más relevantes para una piscina con recirculación, son: **A.** Sumidero o rejilla situada en el fondo de la piscina, **B.** salidas para la distribución y llenado con agua filtrada, **C.** desnatador (skimmer), **D.** conexión para la toma de agua para la limpieza del fondo, **E.** accesorios para la limpieza y barrido del fondo, **F.** focos para la iluminación subacuática, **G.** escalera, **H.** equipo de filtrado y depuración del agua, **I.** otros elementos. ⁽⁹⁾

En la Figura 2, se muestra la instalación general de una piscina con los anteriores elementos. ⁽⁹⁾

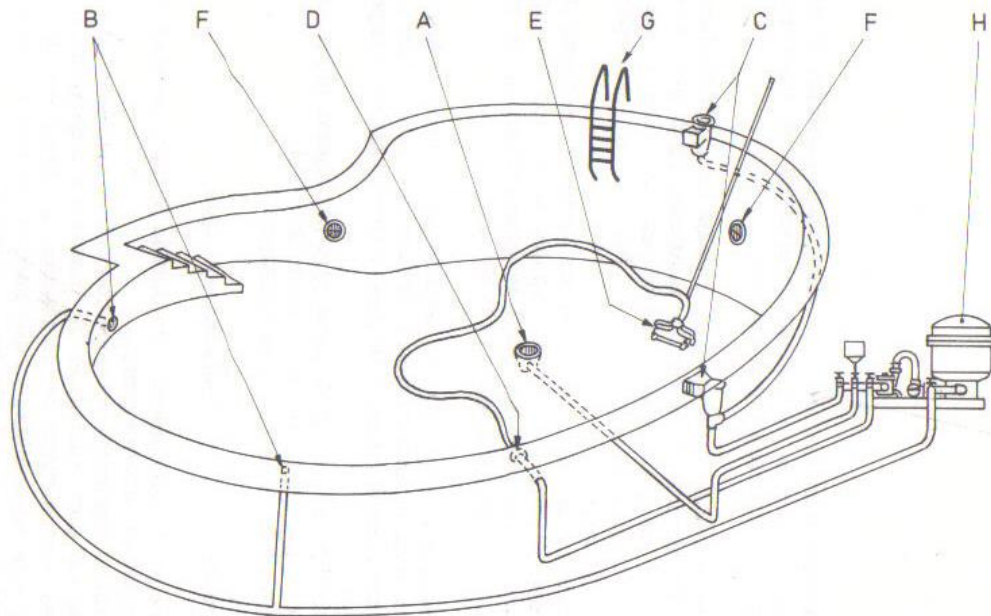


Figura 2. Instalación general de una piscina

A. Sumidero o rejilla situada en el fondo de la piscina. En el fondo de la piscina se encuentra un punto de succión localizado en el desnivel que debe tener el piso del fondo, para efectuar el vaciado, el cual debe llevar un accesorio denominado rejilla (Ver Figura 3), con el objeto de que la bomba succione agua para llevarla al desagüe, en caso de que la piscina tenga que desocuparse por algún motivo, o para llevarla al filtro para su tratamiento. ^{(9),(7)}



Figura 3. Detalle de rejilla

B. Salidas para la distribución y llenado con agua filtrada, denominadas boquillas de retorno, que se encargan de introducir el agua ya filtrada nuevamente a la piscina, provistas de una rejilla para impedir que los bañistas obstaculicen el caudal de salida con las manos o con objetos. ⁽⁷⁾

C. Desnatador (skimmer) para la recogida de agua e impurezas en la superficie del agua, es una pequeña estructura prefabricada en material plástico que va empotrada en una de las paredes de la piscina a tal altura que la tapa superior es fácilmente removible; utilizada para el control del nivel del agua y al mismo tiempo para mantener una buena limpieza superficial del agua. (Ver Figura 4) ⁽⁹⁾. Está provisto de un cuerpo cilíndrico con una toma frontal en su parte superior, en forma cuadrangular, por la cual se efectúa la aspiración del agua superficial de la piscina y de una canastilla ranurada que es fácilmente inspeccionada al levantar la tapa removible y que tienen por objeto retener materiales flotantes (hojas, insectos, papeles) antes que lleguen a la trampa de cabellos o al impulsor de la bomba. ⁽⁷⁾

En el cuarto de máquinas, el desnatador se controla por medio de una válvula de bola provista de una bomba para succionar o no succionar el volumen de agua

recogida a nivel de la piscina, lo pase por la trampa de cabellos y lo impulse hacia el filtro.

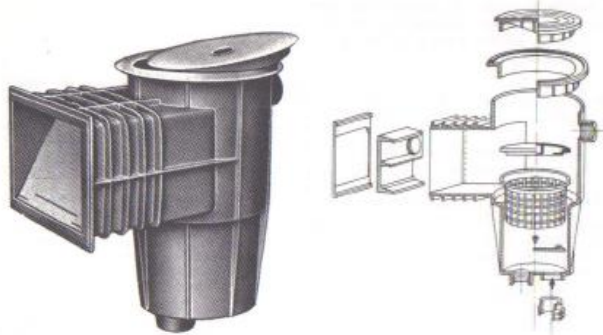


Figura 4. Detalle de desnatador (skimmer)

D. Conexión para la toma de agua para la limpieza del fondo, punto de succión previsto en la piscina, localizado en un sitio conveniente para que la manguera de la aspiradora alcance a cubrir prácticamente toda el área del fondo de la piscina y localizarse a 25 cm por debajo del nivel normal de agua y a ras con la pared esmaltada de la piscina. Este extremo debe rematar en una boquilla estándar para que en ella pueda alojarse fácilmente el terminal normal de la manguera de la barredora. La válvula de bola, situada en el cuarto de máquinas sobre este ducto permite succionar o no succionar agua desde este punto. ⁽³²⁾

E. Accesorios para la limpieza y barrido del fondo: Boquillas de distribución, se instalan en los laterales, normalmente opuestas a los desnatadores, para crear una corriente superficial que ayude a arrastrar la suciedad hacia ellos. ⁽⁹⁾



Figura 5. Boquillas de toma roscada y con salida regulable ranurada

En la Figura 5, se observa un tipo de boquilla consistente en una salida orientable con toma roscada para recibir la tubería de alimentación procedente del equipo depurador y una boquilla con salida regulable por medio de unas ranuras que pueden estar más abiertas o no a voluntad del usuario. Las boquillas permiten una mayor o menor salida de agua para una circulación continua en todo el circuito sin molestar a los bañistas.

Limpia fondos, un accesorio necesario para la buena conservación de la instalación, que se utiliza para limpiar el fondo de la piscina de todos los desechos que allí se van depositando. ⁽⁹⁾

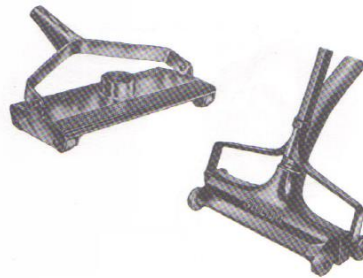


Figura 6. Detalle de limpia fondos

En la Figura 6, se observa que los limpia fondos constan de un carrito con ruedas para circular por el fondo, sobre el cual va instalada una manguera conectada a la aspiración de la bomba de circulación.

A través de esta manguera y a medida que se va haciendo circular el aparato, se produce la aspiración de los desechos depositados en el fondo, siendo dirigidos directamente al desagüe a través de la válvula selectora correspondiente. Estos aparatos se accionan desde el exterior de la piscina por medio de una pértiga que permite dirigirlos por el fondo y recorrer toda la superficie.

Recogedor, accesorio que se utiliza para la limpieza superficial de la piscina. Sirve para recoger objetos flotantes, hojas, insectos, etc., que sobrenadan en la superficie y pueden obturar las salidas normales del agua. (Ver Figura 7). ⁽⁹⁾



Figura 7. Detalle de recogedor

F. Focos para la iluminación subacuática, se instalan para embellecer la piscina durante las horas nocturnas e incluso permite su utilización en citado tiempo.

G. Escalera, elemento para ingreso de los bañistas a la piscina y asideros para facilitar la entrada y salida a la piscina, (ver Figura 8). También se instalan toboganes de diversas formas y trampolines para facilitar los saltos. ⁽⁹⁾

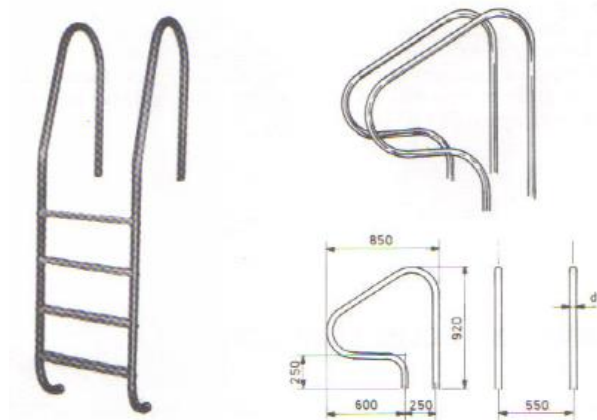


Figura 8. Detalle de escalera y asideros

H. Equipo de filtrado y depuración del agua, se compone fundamentalmente de un filtro, una bomba de circulación, una trampa de cabellos y una válvula de distribución.

- **Filtro:** Elemento que ayuda a mantener el agua cristalina de la piscina, reteniendo y eliminando partículas que aportan los bañistas por el uso de

protectores solares, bronceadores y otros. Bacteriológicamente el filtro retiene y elimina microorganismos, quistes de ameba y ciertos rotíferos. ⁽⁷⁾

- **Bomba:** Elemento que en el proceso normal de filtración succiona el agua por el ducto de succión del desnatador, la impulsa a través del lecho filtrante del filtro de alta tasa y a través del ducto de retorno la devuelve a la piscina. ⁽⁷⁾

- **Trampa de cabellos:** Estructura cuya carcasa principal puede ser de material metálico o de plástico, aloja una canastilla plástica ranurada y tiene una tapa fácilmente removible que le da a la tapa un cierre hermético por medio de un empaque circular de caucho. El agua succionada entra a la trampa de cabellos por la parte superior, pasa por la canastilla ranurada y sale por el acople inferior hasta el impulsor de la bomba.

- **Válvula de distribución:** Válvula que permite dirigir el caudal hacia el filtro, (ver Figura 9).⁽⁹⁾ Las válvulas manuales, por palanca, permiten al operario operar la piscina de la siguiente forma:

- **Filtración:** El agua procedente de la piscina aspirada por la bomba, pasa por la válvula que dirige al filtro por su parte inferior y una vez filtrada la devuelve nuevamente a la piscina, (ver Figura 10).⁽⁹⁾



Figura 9. Válvula de distribución

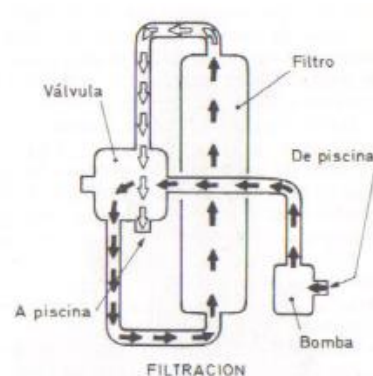


Figura 10. Filtración

- **Lavado:** El agua procedente de la piscina, impulsada por la bomba entra en el filtro por su parte superior procediendo al lavado del elemento filtrante,

siendo dirigida luego por la válvula hacia el desagüe exterior, (ver Figura 11).
(9)

- **Desagüe:** Corresponde a la operación de vaciado, en ella el filtro no trabaja y el agua va directo al desagüe desde la piscina, (ver Figura 12).⁽⁹⁾

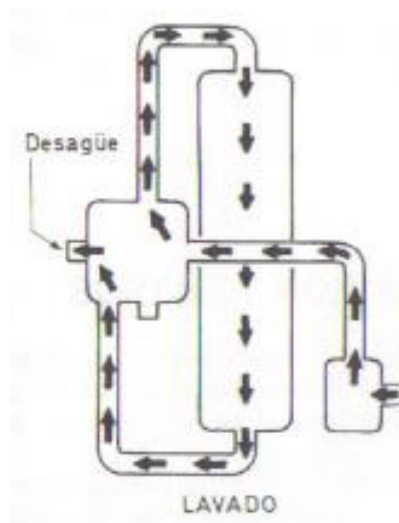


Figura 11. Lavado

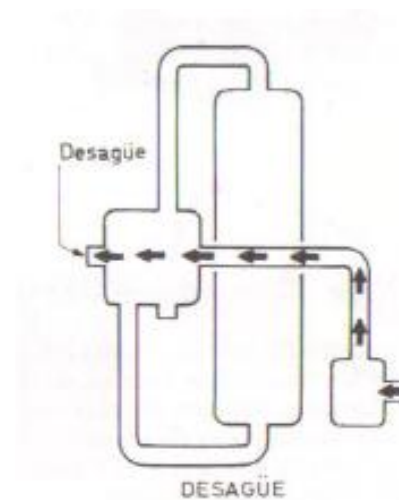


Figura 12. Desagüe

I. Otros elementos, para la operación y uso de la piscina es importante contar con lavapiés y si se requiere la climatización.

- **Lavapiés:** Consiste en una depresión ubicada en el entorno de la piscina, normalmente a uno de los lados, siendo su finalidad que los bañistas higienicen sus pies antes de ingresar a la piscina. Estos lavapiés son de escasa profundidad, entre 10 a 20 cm y ancho entre 40 y 50cm.⁽²¹⁾

- **Climatización:** Es la elevación artificial de la temperatura del agua de la piscina mediante el empleo de aparatos calefactores que requiere el consumo diario de combustible.⁽²¹⁾

Tratamiento del agua en piscinas

Para que el agua de la piscina se renueve y no queden zonas muertas en el interior, es necesario disponer de manera adecuada las entradas del agua purificada así como las salidas del agua a tratar.

El agua a tratar sale de la piscina por las boquillas de succión y se dirige hacia los filtros. Una vez purificada, vuelve al interior de la piscina, ingresando por el lado contrario a través de las boquillas de impulsión. El proceso de tratamiento del agua incluye: **1. Filtración**, **2. Coagulación - Floculación** y **3. Desinfección**.

1. Filtración, consiste en hacer pasar una masa de agua a través de un medio poroso, en el que quedan retenidas todas las partículas que existan en suspensión. Si la filtración es correcta se disminuye el consumo de productos desinfectantes y se aumenta el confort y la seguridad de los usuarios.

Para realizar la filtración del agua de las piscinas, existen diferentes tipos de filtros, como:

a) **De diatomeas**: El lecho filtrante está constituido por tierra diatomácea el cual proporciona un agua de gran calidad siempre que su uso sea el adecuado. El grado de saturación del filtro se calcula por la diferencia de presión entre la entrada y la salida. Cuando está muy saturado hay que reponer la carga ⁽⁷⁾. La velocidad de filtración no ha de superar los 5 m/h, no se utilizan coagulantes.

b) **De cartuchos**: Son filtros de celulosa que trabajan a presión. Su grado de saturación se mide también con manómetros a la entrada y a la salida del filtro. Cuando están colmatados se sacan y se lavan a presión. Su velocidad de filtración es de 2 m/h, no se utilizan coagulantes. ⁽⁷⁾

c) **De arena**: El lecho filtrante está constituido por capas de arena, generalmente de sílice, de diferente granulometría. Su velocidad de filtración óptima es de 20 m/h. Para mayor eficacia de la filtración necesitan la utilización de un coagulante. ⁽⁷⁾

2. Coagulación – Floculación, el objeto fundamental de la floculación es mejorar la eficacia de los filtros aumentando el tamaño de las partículas a eliminar, ya que si las partículas son muy pequeñas no quedan retenidas en el lecho filtrante y retornan a la piscina produciendo un enturbiamiento del agua.

Los coagulantes se inyectan en el circuito de recirculación mediante una bomba dosificadora o manualmente por el operario de la piscina. Los más utilizados son el sulfato de aluminio y el polihidroxiclорuro de aluminio.

3. Desinfección, la desinfección del agua tiene por objeto devolver el agua de la piscina libre de bacterias y de materias orgánicas descompuestas, haciendo desaparecer malos olores, sabores y todo germen nocivo para la salud.⁽²¹⁾

Para la desinfección del agua de la piscina lo más recomendable es el cloro que es un eficiente bactericida y algicida, cuando se usa apropiadamente. La cantidad de cloro a añadir al agua de la piscina variará dependiendo de los distintos factores influyentes como la temperatura del agua, la extensión de la piscina, la exposición a los rayos solares y la presencia de otras sustancias químicas disueltas en el agua.

Para combatir el crecimiento de las algas en las paredes y fondo de la piscina, se debe aplicar algicidas, entre los que destaca por su uso más habitual el sulfato de cobre, el cual se debe utilizar con precaución debido a su toxicidad.⁽⁷⁾

3.2 REQUISITOS SANITARIOS PARA BAÑISTAS

Los bañistas al utilizar las piscinas de uso público con base a normativa nacional e internacional deben cumplir en general, los siguientes requerimientos:

- Uso de traje de baño adecuado y apropiado.⁽³⁵⁾
- Uso de calzado específico para piscinas, como sandalias o chancletas.^(12,16)
- Uso de gorro de baño.^(12,13,14,17)
- Uso de duchas antes de ingresar a la piscina para eliminar gérmenes y partículas (cremas, pelos, etc.).^(2,11,12,13,14,15,16,17,31,35)
- Exigir a los bañistas el uso de lavapiés al ingreso de la piscina.⁽³⁵⁾

- Prohibido ingresar alimentos, beber o fumar en el área de piscina. (12,13,15,27,31,35)
- Prohibir el acceso a personas que presenten heridas, laceraciones o infecciones de la piel. (2,10,34,35)
- Prohibir el ingreso de animales. (11,12,13,16,17,27,31,35)
- Prohibir la entrada a la zona de baño con ropa o calzado de calle. (11,12,13,14,15,17,35)
- Prohibir arrojar desperdicios o basuras en la piscina, utilizando las papeleras u otros recipientes destinados al efecto, (11,12,14)
- El público, espectadores, visitantes o acompañantes solo podrá acceder a las zonas que les sean destinadas, utilizando accesos específicos, (12,17)
- Las personas con enfermedades contagiosas de transmisión hídrica o dérmica no podrán acceder a la zona de baño. (12,13,17,27,31)
- No sobrepasar el aforo de usuarios máximo. (13,17,27)

3.3 NORMATIVA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS

Existen diferentes normas tanto nacionales como internacionales sobre el diseño y construcción de piscinas donde se establecen requisitos que deben reunir las áreas de servicio, las instalaciones anexas y los entornos.

En el anexo 1 se incluye un compendio de normas de diseño y construcción de piscinas de uso público.

3.4 NORMATIVA DE CALIDAD DEL AGUA EN PISCINAS

Si una piscina es operada y manejada adecuadamente, debe tener agua en óptimo estado físico, químico y microbiológico.

En el anexo 2 se resumen algunas normas de calidad del agua en piscinas de uso público. Se observa que cada país tiene diferentes parámetros y criterios de valoración para controlar la calidad del agua.

4 METODOLOGIA

Las 10 piscinas a las cuales se les realizaron los muestreos, se escogieron por los siguientes factores:

1. Menor tiempo de transporte de la muestra al laboratorio.
2. Variación del clima (frio y caliente).
3. Manejo de normativa.

Todas las piscinas muestreadas son públicas y para adultos, con sistema de recirculación, áreas de 69 a 525 m² y con profundidades promedios de 0,6 a 3 m, a las cuales se les determinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se describen a continuación.

4.1 PARÁMETROS DE CONTROL FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

- **Parámetros físicos**

Color (Aceptable): Una piscina debe tener agua transparente, de color azul producto de la difracción de la luz solar, el cual le da un aspecto muy agradable.

Dos factores que intervienen en el color del agua de la piscina son: el color del revestimiento y la profundidad del agua. El color del revestimiento da una tonalidad la cual se unirá con el azul claro producido por el agua, así un revestimiento blanco dará una tonalidad azul claro al agua, mientras que, un revestimiento tipo arena dará una tonalidad verdosa muy suave. La profundidad del agua también influye debido a que entre más profunda sea la piscina, más fuerte será su color.

La medición de color permite que los bañistas a simple vista rechacen o no el ingreso a la piscina.

pH (unidades de pH), Se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. Tener un nivel aceptable de pH para el agua de la piscina asegura la eficacia de los productos químicos que se utilicen en el tratamiento y previene la corrosión de las partes metálicas del equipo de depuración ⁽⁷⁾.

El pH, debe estar en un rango de 7,2 a 7,6, valores por debajo de 7,2 pueden ocasionar irritación en los ojos, opacidad en los baldosines, desprendimiento de los recubrimientos y corrosión de todas las partes metálicas. Un valor alto de pH, disminuye la eficiencia del cloro residual libre, disminuyendo la capacidad biocida, al predominar el ión hipoclorito sobre el ácido hipocloroso ⁽⁸⁾, como se observa en la Figura 13.

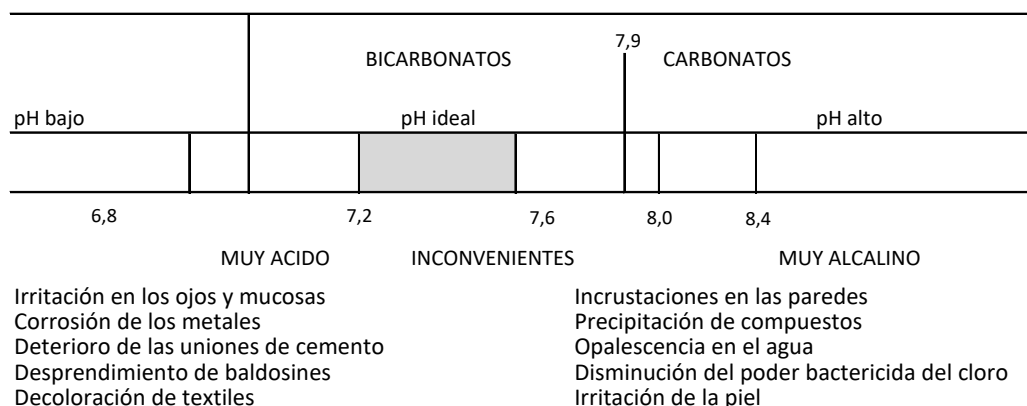


Figura 13. Influencia del pH en el agua de la piscina

Temperatura (°C): Por debajo de los 18°C se considera fría, sobre los 24° C puede presentar precipitaciones de sales cálcicas y turbidez. Entre más alta sea la temperatura del agua se desarrollarán con más facilidad bacterias, algas y otros microorganismos.

Transparencia (Fondo visible): Parámetro que se determina visualmente en las piscinas para determinar la transparencia del fondo de la piscina, determinando si es o no visible; se puede medir utilizando un disco Secchi.

Olor (Aceptable): Parámetro que se determina olfativamente para determinar si la cantidad de cloro aplicado a la piscina es permisible al olfato, clasificándose como aceptable o no aceptable.

Turbiedad (UNT): Constituye un indicador del aspecto estético de la piscina, generada por la presencia de sólidos en suspensión en el agua. La turbiedad puede ser de origen orgánico (algas, insectos, hilos) o inorgánico (tierra, arcillas, pelos, etc).

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$): Capacidad que tiene el agua de transmitir la corriente eléctrica. Aumenta con la cantidad de electrolitos disueltos. Un incremento de la conductividad refleja aumento en la concentración de sólidos disueltos; residuales de productos utilizados en el tratamiento del agua o aumento de cloruros provenientes de la orina, lo que puede constituir un riesgo para la salud de los bañistas.

Absorbancia UV a 254 nm (cm^{-1}): Se usa para cuantificar compuestos orgánicos que absorben fuertemente la radiación ultravioleta tales como sustancias húmicas, alifáticas y aromáticas. Es un parámetro útil para medir constituyentes orgánicos del agua, pues existe una gran correlación con el contenido de carbono orgánico, el color, los precursores de trihalometanos y otros subproductos de la desinfección ⁽³³⁾.

- **Parámetros químicos**

Alcalinidad Total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$): es el contenido total de sustancias alcalinas disueltas (carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos). Indica la capacidad tampona del agua, es decir, la capacidad del agua de neutralizar ácidos y brinda una guía para mantener un pH apropiado que controle la picazón en los ojos e irritación en la piel de los bañistas.

Cloruros (Cl^-): generalmente provienen de la orina y pueden impartir al agua un sabor salobre. Los bañistas en las piscinas aportan cloruros, no solo del sudor sino también de orina. Se controlan mediante reemplazo del agua con agua fresca sin cloruros.

Dureza Total (mg/L CaCO_3): representa el contenido de calcio y magnesio que al precipitarse pueden causar incrustaciones en el fondo y en las paredes de la piscina.

Cloro residual libre (Cl_2): es la cantidad de cloro presente en el agua en la forma de ión hipoclorito o ácido hipocloroso. Constituye el parámetro sanitario más importante para garantizar una desinfección adecuada del agua de la piscina.

Cloro residual combinado (Cl_2): es la cantidad de cloro presente en el agua en forma de cloraminas. Es el resultado de la combinación de cloro libre con amoníaco.

- **Parámetros microbiológicos**

Históricamente las pruebas microbiológicas más comunes para determinar la calidad sanitaria en una piscina han sido las pruebas de coliformes fecales, coliformes totales y conteo de heterótrofos. Otras bacterias sugeridas como indicadores de la calidad del agua recreacional incluyen la *pseudomona aeruginosa*, *estreptococos fecales*, *enterococos*, y *estafilococos* ⁽⁴⁾.

Teniendo en cuenta su facilidad de aislamiento y cultivo en el laboratorio, ser relativamente inocuos para el hombre y animales y estar directamente relacionados cualitativa y cuantitativamente, con la presencia de microorganismos patógenos se utilizaron para evaluación microbiológica conteos de coliformes totales, coliformes fecales, *pseudomona aeruginosa* y bacterias aerobias.

Coliformes totales y fecales (UFC/100mL): Los coliformes son bacterias Gram negativas, no formadoras de esporas, oxidasa negativas y con forma de bastoncillo, que pueden crecer en medio aerobio y anaerobio facultativo en presencia de sales biliares y capaces de fermentar la lactosa con una producción de ácido y aldehído en 48 h cuando se incuban a una temperatura de 35 ± 2 °C. Las bacterias coliformes poseen la enzima β -galactosidasa y pertenecen a la familia de las enterobacteriáceas. Los géneros que componen el grupo de los coliformes son: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*.

Todos los coliformes pueden existir como saprófitos independientes o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia*, que solo puede tener origen fecal. Esto ha hecho necesario distinguir entre los coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) y los coliformes fecales (término que designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal, es decir género *Escherichia*).

Entre todos los coliformes, sólo el género *Escherichia*, y ocasionalmente *Klebsiella*, tienen la capacidad de fermentar la lactosa a 35-37°C y también a 44,5 °C. Por tanto, el ensayo de coliformes a 44,5 °C permite determinar la existencia de *Escherichia Coli* y determinar contaminación microbiológica fecal ⁽²⁴⁾.

Pseudomona aeruginosa (UFC/100mL): es un bacilo Gram negativo, crece en un medio selectivo con ceftriaxona y produce pioocianina, son oxidasa positiva, fluorescentes bajo luz UV (360 +/- 20nm), y son capaces de producir amonio a partir de acetamida²⁴. Es un patógeno oportunista del hombre causante de infecciones, capaz de crecer en el agua con bajas concentraciones de nutrientes y ser resistente a la cloración.

Bacterias aerobias totales (UFC/1mL): El análisis de bacterias aerobias totales a 37°C proporciona una información de gran utilidad sobre la eficacia del tratamiento del agua. El interés del recuento de aerobios totales reside en la posibilidad de detectar cambios en relación con los números esperados, basándose en un control frecuente y a largo plazo. Todo aumento repentino puede advertir de un foco serio de contaminación y requiere su inmediata investigación (24).

4.2 MUESTREO

Se realizaron en total 30 muestreos en 10 piscinas de uso público, 3 en Bogotá D.C., 1 en Cajicá y 6 en Pacho, en el departamento de Cundinamarca con una frecuencia de muestreo de cada quince días por piscina, por un periodo de mes y medio. Para la toma de muestra de los **parámetros físico – químicos** se dispuso de garrafas plásticas de 2L (Ver Foto 1), lavadas apropiadamente con agua destilada para su esterilización (Ver Foto 2).

La recolección de la muestra para el análisis de los **parámetros microbiológicos** se dispuso de frascos de vidrio resistente al calor de 240 mL con tapa esmerilada, con 0,1 ml de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) al 10% por cada 120 mL de agua a muestrear para inhibir el contenido de cloro (Standard Methods *Muestreo para la examinación bacteriológica de agua de piscina*, sección 9060 A³). Los frascos se esterilizaron en calor húmedo, en autoclave a 121 °C (1,1 Kg/cm²) durante 15 minutos y se transportaron en una nevera de icopor con hielo refrigerante. (Ver Foto 1 y 4).



Foto 1. Nevera de muestreo



Foto 2. Autoclave

En la tabla 2 se incluye el cronograma del muestreo realizado.

Tabla 2. Cronograma de muestreo

PISCINA	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4							SEMANA 5							SEMANA 6							SEMANA 7						
	Junio							Julio																												Agosto													
	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	S	D	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L							
	29	30	1	2			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	31	1	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16							
1	X															X												X																					
2			X														X												X																				
5						X													X													X																	
6						X													X													X																	
7						X													X													X																	
3								X																										X															
4									X																											X													
8																			X													X													X				
9																			X													X													X				
10																			X													X																	

En cada uno de los muestreos la muestra de agua de piscina se rotuló con el nombre de la piscina, fecha, hora de toma y el número de bañistas presente en la piscina en el momento de la toma de la muestra. La toma de muestra se realizó a una profundidad de 25 cm por debajo de la superficie del agua de la piscina, cerca a un desnatador, (Ver Foto 3).



Foto 3. Toma de muestra



Foto 4. Nevera de muestreo

Además, in situ se midieron los parámetros físicos descritos en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros físicos medidos in situ

Parámetro	Unidad	Equipo	Método de Análisis
Temperatura	°C	Termómetro de mercurio y digital	2550 B (3)
pH	Unidades de pH	Kit colorimétrico	Visual
Parámetro	Unidad	Equipo	Método de Análisis
Transparencia	Aceptable	-	Visual
Color	Aceptable	-	Visual
Material Flotante	Ausente	-	Visual
Olor	Aceptable	-	Olfativo

Adicionalmente mediante el kit colorimétrico, se determinó in situ cloro residual, parámetro que también se midió en laboratorio. (Ver Foto 5 y 6).



Foto 5. Detalle de toma de muestra



Foto 6. Reactivos para pH y cloro residual

Las muestras fueron analizadas inmediatamente después de llegar al laboratorio. En la Tabla 4, se relacionan los ensayos microbiológicos realizados a las muestras de piscina, indicando el medio de cultivo, método de ensayo y periodo de incubación. En el anexo 7 de registro fotográfico se muestra el procedimiento de la preparación de los medios de cultivo de los ensayos microbiológicos.

Tabla 4. Métodos de ensayo microbiológico

Parámetro	Unidad	Método	Medio de cultivo	Periodo de incubación
Coliformes Totales	UFC/100mL	Filtración por Membrana	m - ColiBlue24	24 ± 4 horas a 35°C ± 5 °C
Coliformes Fecales (Escherichia Coli)	UFC/100mL	Filtración por Membrana	m - ColiBlue24	24 ± 4 horas a 35°C ± 5 °C
Heterótrofos (Aerobios Totales)	UFC/100mL	Filtración por Membrana	TGE	24 – 48 horas a 35 °C
Pseudomona Aeruginosa	UFC/mL	Filtración por Membrana	Pseudomonas Selective	36 ± 2 °C durante 44 ± 4 h.

- **Método de filtro membrana**

El método se basa en hacer pasar la muestra de agua problema a través de un filtro de membrana microporosa, en cuya superficie quedan retenidos los microorganismos. Para los ensayos se utilizaron membranas Millipore tipo HA, con

un tamaño de poro de $0,45\ \mu\text{m}$. Las muestras se incubaron sobre los medios de cultivos descritos en la Tabla 4, para posteriormente contar directamente las colonias sobre la superficie de la membrana.

En el registro fotográfico se muestra la secuencia de preparación de las placas sembradas para coliformes totales, coliformes fecales, bacterias aerobias y *Pseudomona Aeruginosa*, procedimiento que se realizó según lo establecido en el Standard Methods 9224 F *Método Filtro Membrana*⁽⁴⁾.

Para determinar las colonias de cada uno de los parámetros medidos se utilizó el siguiente montaje:

- Cámara de flujo laminar, (Ver Foto 7).
- Sistema de filtración y embudo portafiltros, (Ver Foto 8).
- Bomba de vacío e incubadora.
- Contador de colonias.



Foto 7. Cámara de flujo laminar



Foto 8. Sistema de filtración y embudo portafiltros

Medios de cultivo:

m- ColiBlue 2: medio de cultivo en ampollitas plásticas de 2mL de Millipore que permite la detención simultánea en 24 horas de *Escherichia coli* y coliformes totales, método aceptado y recomendado por la Environmental Protection Agency (E.P.A). Este caldo contiene un indicador de alta sensibilidad a *Escherichia coli* (1UFC/100 mL), evitando la necesidad de posteriores pasos de confirmación. Se puede identificar al menos un 95% de todas las colonias de *Escherichia Coli* en 24 horas. Además, contiene inhibidores de crecimiento para bacterias no coliformes. Después de incubación por 24 ± 4 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, el aspecto de las colonias viene determinado por una combinación de indicadores. *Escherichia coli* forma colonias de color azul y *Coliformes totales* forman colonias de color rojo, como se observa en las fotos 9 y 10.

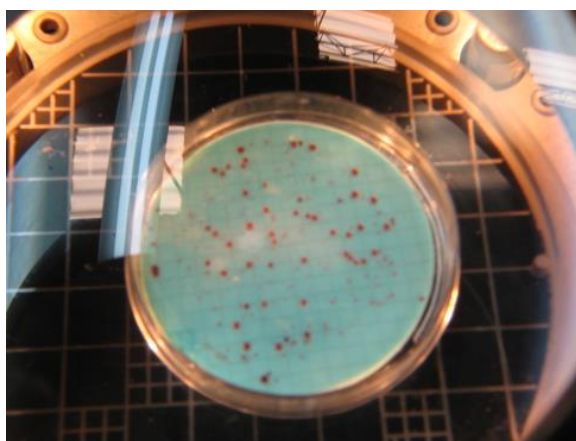


Foto 9. Colonias de coliformes totales

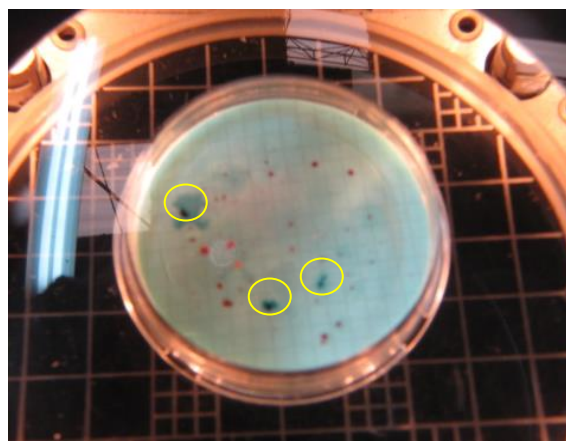
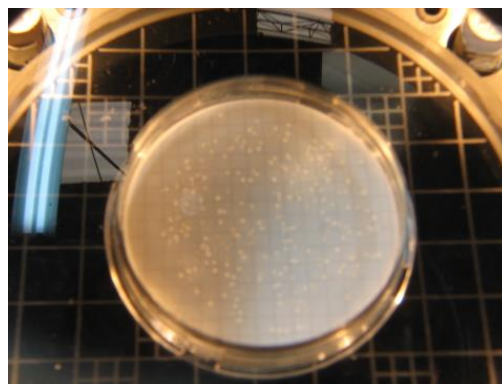
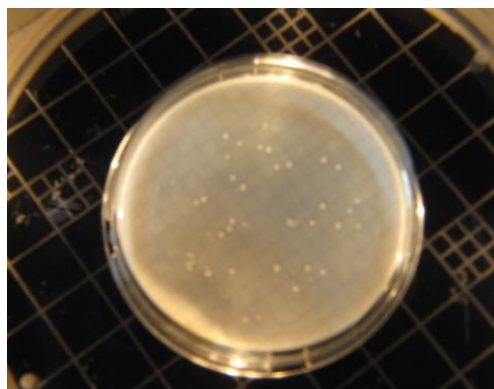


Foto 10. Colonias de coliformes fecales

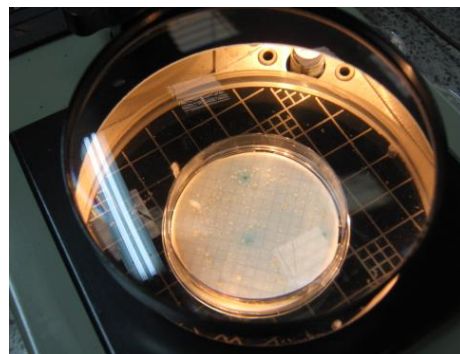
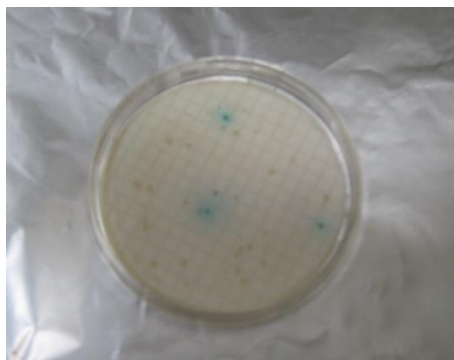
TGE: medio de cultivo que permite la detección de bacterias aerobias totales, con una incubación por 24 – 48 horas a 35°C . El aspecto de las colonias es de color beige, como se muestra en las fotos 11 y 12.



Fotos 11 y 12. Colonias de mesófilos aerobios

Pseudomonas selective: medio de cultivo que usa cristal violeta para prevenir el crecimiento de bacterias Gram positivas¹ y nitrofurantoína para seleccionar Gram negativas². Usado para la recuperación y detección de un amplio espectro de especies de *Pseudomonas* s.p., es óptimo para especies de *Pseudomonas* fluorescentes saprófitas; y sólo *pseudomonas aeruginosa* produce pigmento.

El número de *Pseudomonas aeruginosa* presuntivas se obtienen por el recuento de las colonias características sobre la membrana de filtración tras la incubación a $36 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 44 ± 4 h. Se examina el crecimiento de colonias sobre las membranas después de 22 ± 2 h y 44 ± 4 h. Las colonias de *Pseudomona aeruginosa* son de pigmento azul/verde (productoras de piocianina), como se muestran en las fotos 13 y 14, obtenidas en los ensayos.



Fotos 13 y 14. Colonias de *pseudomona aeruginosa*

¹ **Gram positivas**: Bacterias que se tiñen de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram.

² **Gram negativas**: Bacterias que no se tiñen de azul oscuro o violeta para la tinción de Gram y lo hacen de un color rosado tenue.

En la Tabla 5, se relacionan los ensayos fisicoquímicos realizados a las piscinas. En el Anexo 7 se muestra un registro fotográfico de algunos equipos de laboratorio usados para la realización de ensayos físico químicos.

Tabla 5. Métodos de ensayo físico - químico

Parámetro	Unidad	Equipo	Método de Análisis	“Standard Methods” (3)
pH	Unidades de pH	pHmetro	Electrométrico	4500-H ⁺ B
Turbiedad	UNT	Turbidímetro	Nefelométrico	2130 B
Conductividad	μS/cm	Conductímetro	Conductimétrico	2520 B
AUV	cm-1	Espectrofotómetro	Absorción Ultravioleta	5910 B
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	-	Titulación	2320 B
Dureza	mg/L CaCO ₃	-	Titrimétrico EDTA	2340 C
Cloruros	mg/L Cl ⁻	-	Argentométrico	4500-Cl ⁻ B
Cloro residual	(mg/L-Cl ₂)	-	Titrimétrico DPD	4500-Cl F
Índice de Saturación de Langelier (ISL)	-	-	Cálculo	-

4.3 ENCUESTAS

Paralelamente con la toma de muestras se realizaron encuestas a operarios y bañistas para realizar un diagnóstico físico, técnico, de manejo y utilización de las piscinas.

4.3.1 Encuesta a operarios

La encuesta fue diseñada con el fin de evaluar el conocimiento que los operarios tienen de cada una de las piscinas que operan, mediante preguntas que suministrarán una información general de la piscina, parámetros físicos, químicos y microbiológicos medidos en la piscina, control sanitario, tratamiento, mantenimiento y costo, características de la piscina y por último capacitaciones sobre el manejo de piscinas, como se muestra en el formato de encuesta del

anexo 3. Las encuestas realizadas a los operarios de piscinas se incluyen en el anexo 4 en medio magnético.

En la Tabla 6, se muestran las fechas de realización de las encuestas a operarios.

Tabla 6. Fecha de encuestas a operarios

FECHA	MUNICIPIO	PISCINA	FECHA	MUNICIPIO	PISCINA
29/06/10	CAJICÁ	1	10/06/10	PACHO	6
01/07/10	BOGOTÁ	2	10/06/10	PACHO	7
07/07/10	BOGOTÁ	3	10/06/10	PACHO	8
08/07/10	BOGOTÁ	4	10/06/10	PACHO	9
06/07/10	PACHO	5	10/06/10	PACHO	10

4.3.2 Encuesta a usuarios

En la tabla 7 se indican las fechas de realización de las encuestas a bañistas.

Tabla 7. Fechas de encuestas a bañistas

FECHA	MUNICIPIO	PISCINA	FECHA	MUNICIPIO	PISCINA
14/07/2010	CAJICÁ	1	08/07/2010	BOGOTÁ	4
28/07/2010			05/07/2010	PACHO	6
29/06/2010			01/08/2010		
01/07/2010	BOGOTÁ	2	05/07/2010	PACHO	7
15/07/2010			18/07/2010		
29/07/2010			01/08/2010		
07/07/2010	BOGOTÁ	3	18/07/2010	PACHO	8
04/08/2010			16/08/2010		
05/07/2010	PACHO	5	18/07/2010	PACHO	9
01/08/2010			16/08/2010		

Nota: En la piscina 10 durante los días de muestreos no se evidencio presencia de bañistas.

Es importante aclarar que por tratarse de piscinas de uso público la variación el número de bañistas no es constante, debido a que hay bañistas que salen y entran a la piscina. La encuesta a los bañistas se presenta en el anexo 6 en medio magnético.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CONTROL DE PISCINAS

5.1 CONDICIÓN AMBIENTAL DE LAS PISCINAS

En la tabla 8, se muestra la condición ambiental de las piscinas donde se realizaron las encuestas. (Ver anexo 7).

Tabla 8. Condición ambiental de las piscinas

PISCINA	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN	CONDICIÓN AMBIENTAL
1	CAJICÁ	Rural	Climatizada
2	BOGOTÁ	Rural	Climatizada
3	BOGOTÁ	Rural	Climatizada
4	BOGOTÁ	Rural	Climatizada
5	PACHO	Urbana	Aire Libre
6	PACHO	Rural	Aire Libre
7	PACHO	Rural	Aire Libre
8	PACHO	Rural	Aire Libre
9	PACHO	Rural	Aire Libre
10	PACHO	Rural	Aire Libre

5.2 TIPO DE ABASTECIMIENTO

En la Tabla 9 se muestra el tipo de abastecimiento utilizado en las piscinas y en la Figura 14, su representación porcentual.

Tabla 9. Tipo de abastecimiento

PISCINA	ABASTECIMIENTO	PISCINA	ABASTECIMIENTO
1	Acueducto	6	Otra fuente (Nacimiento)
2	Pozo profundo	7	Acueducto
3	Pozo profundo	8	Acueducto
4	Pozo profundo	9	Acueducto
5	Acueducto	10	Acueducto

Abastecimiento de agua

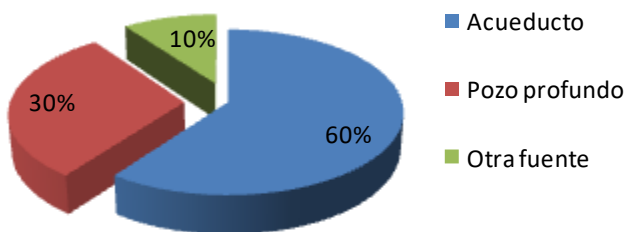


Figura 14. Distribución porcentual del tipo de abastecimiento

En la Figura 14 se observa que en el 60% de las piscinas, el abastecimiento del agua proviene del acueducto, en el 30% de pozo profundo y en el 10% de otra fuente (nacimientos de ríos).

5.3 PH, TEMPERATURA, COLOR, MATERIAL FLOTANTE, TRANSPARENCIA Y OLOR

En la Tabla 10 se muestra la frecuencia de control. Se observa que el **pH** se mide como mínimo una vez al día. La **Resolución 1618 de 2010** establece una frecuencia mínima de **una vez a la semana**, la cual es indudablemente una frecuencia deficiente si se tiene en cuenta el efecto del pH sobre la eficiencia de la cloración.

Tabla 10. Frecuencia de control físico - químico

Parámetro	Frecuencia	Piscina										Resolución 1618 de 2010
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pH	Frecuencia/día	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1 vez / semana
T °C	Frecuencia/día	3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1 vez/ semana
Color	Frecuencia/día	3	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1 vez/ día
Material Flotante	Frecuencia/día	1	3	2	3	1	0	1	3	1	2	1 vez /día
Transparencia	Frecuencia/día	3	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1 vez /día
Olor	Frecuencia/día	3	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1 vez /día

Los operarios de las piscinas de Cajicá y Bogotá (piscina 1, 2, 3 y 4) miden temperatura 2 y 3 veces al día, por ser piscinas climatizadas. En las piscinas de Pacho – Cundinamarca (piscinas 5, 6, 7, 8, 9 y 10) por ser piscinas al aire libre no se tiene la cultura de medir dicho parámetro. Se debe medir mínimo una vez a la semana, para calcular el Índice de Langelier.

En todas las piscinas los operarios realizan por lo menos una vez al día una inspección visual del color del agua, cumpliendo con la frecuencia mínima establecida en la Resolución 1618 de 2010. En 9 de las 10 piscinas se controla **material flotante** por lo menos una vez al día cumpliendo con la frecuencia mínima establecida en la Resolución Nacional. Con respecto a **transparencia y olor**, los operarios cumplen con lo exigido en la Resolución Nacional.

En la tabla 11 se observa que la mayoría de los operarios tienen conocimiento de los límites exigidos en la norma para pH, temperatura, color, material flotante, transparencia y olor, exceptuando los resultados en color rojo pertenecientes a las piscinas 2 y 6.

Tabla 11. Conocimiento de la norma físico - química

Parámetro	Piscina					Resolución 1618 de 2010
	1	2	3	4	5	
pH	7.2 - 7.6	7.1-7.8	7.0 - 7.8	7.0 - 7.5	7.6	7.0 - 8.0
T °C	29 - 30	31 - 32	28 - 30	29 - 30	-	No aplica
Color	Aceptable	Cristalino	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Transparencia	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Parámetro	Piscina					Resolución 1618 de 2010
	6	7	8	9	10	
pH	7.0 - 7.6	7.0 - 7.6	7.4 - 7.6	7.2 - 8.0	7.4 - 7.6	7.0 - 8.0
T °C	-	-	-	-	-	No aplica
Color	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	-	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	Ausente
Transparencia	Aceptable	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Visible	Fondo visible
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

En la Tabla 12, se muestran los resultados de color, temperatura, transparencia, olor, material flotante y pH.

Tabla 12. Resultados de parámetros físico – químicos

PISCINA:		1			2		
HORA:		10:20 a.m	11:00 a.m	9:00 a.m	10:20 a.m	12:35 m	10:20 a.m
FECHA:		29/06/2010	14/07/2010	28/07/2010	01/07/2010	15/07/2010	29/07/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	12	3	5	23	11	8
	JOVENES	-	-	-	-	4	-
	NIÑOS	2	2	-	6	5	-
	BEBES	-	-	-	1	1	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Color	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Temperatura	°C	31.5	31.3	31.8	30.9	32.1	31.7
Transparencia	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible
Olor	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	un de pH	7.12	7.20	7.46	7.22	7.64	7.24
PISCINA:		3			4		
HORA:		10:50 a.m	10:30 a.m	11:30 a.m	10:30 a.m	11:00 a.m	10:00 a.m
FECHA:		7/7/2010	21/07/2010	04/08/2010	08/07/2010	22/07/2010	05/08/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	1	-	-	1	-	-
	JOVENES	2	-	-	-	-	-
	NIÑOS	-	-	45	-	-	-
	BEBES	-	-	-	-	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Color	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Temperatura	°C	28.2	30.1	30.8	29	31.5	30.5
Transparencia	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible
Olor	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	un de pH	7.79	7.86	8.00	6.41	7.00	6.36

Tabla 12. Resultados de parámetros físico – químicos (continuación)

PISCINA:		5			6		
HORA:		5:40 p.m	5:00 p.m	3:05 p.m	12:00 m	3:30 p.m	11:00 a.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	-	-	2	18	-	-
	JOVENES	1	-	-	-	-	-
	NIÑOS	4	-	4	17	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Color	Acetable	No Aceptable	No Aceptable	Aceptable	No Aceptable	No Aceptable	Aceptable
Temperatura	°C	21	20	20	22	23	23
Transparencia	Fondo visible	Fondo no visible	Fondo no visible	Fondo visible	Fondo no visible	Fondo no visible	Fondo visible
Olor	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	un de pH	6.91	6.76	6.78	7.73	7.84	7.80
PISCINA:		7			8		
HORA:		1:00 p.m	3:45 p.m	11:50 a.m	2:25 p.m	2:10 p.m	3:10 p.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	12	-	-	-	-	-
	JOVENES	-	-	-	-	-	5
	NIÑOS	14	-	-	1	-	1
	BEBES	1	-	-	-	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Color	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Temperatura	°C	23	23	23	22	21	23
Transparencia	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo no visible	Fondo no visible
Olor	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	un de pH	6.86	6.92	7.11	8.11	7.85	7.64
PISCINA:		9			10		
HORA:		12:15 m	3:55 p.m	4:30 p.m	1:05 p.m	4:30 p.m	3:10 p.m
FECHA:		18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	1	-	3	-	-	-
	JOVENES	1	-	4	-	-	-
	NIÑOS	3	-	4	-	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Color	Acetable	No Aceptable	Aceptable	No Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Temperatura	°C	21	21	22	22	21	22
Transparencia	Fondo visible	Fondo no visible	Fondo visible	Fondo no visible	Fondo visible	Fondo visible	Fondo visible
Olor	Acetable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	un de pH	8.35	7.45	7.32	7.68	7.59	7.80

Color

En la Tabla 12 y en la Figura 15 se muestran los resultados de color, donde se observa que el 80% del total de las muestras (30) cumple con lo establecido en la norma de calidad del agua de piscinas (Resolución 1618 de 2010).

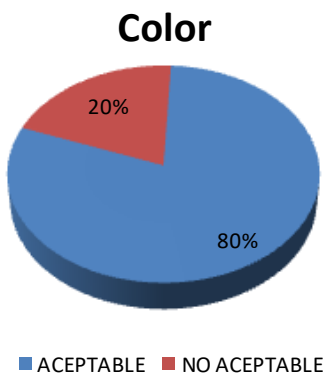


Figura 15. Resultados de color

Transparencia

En la Tabla 12 y en la Figura 16 se muestran los resultados de transparencia, donde se observa que el 73% del total de las muestras (30) cumple con lo establecido en la norma de calidad del agua de piscinas (Resolución 1618 de 2010).

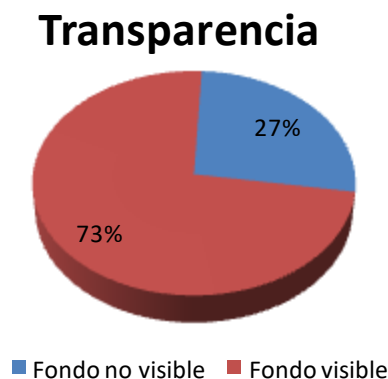


Figura 16. Resultados de transparencia

Olor

En la Tabla 12 y en la Figura 17 se muestran los resultados de olor, donde se observa que el 100% del total de las muestras, cumple con lo establecido en la norma de calidad del agua de piscinas (Resolución 1618 de 2010).

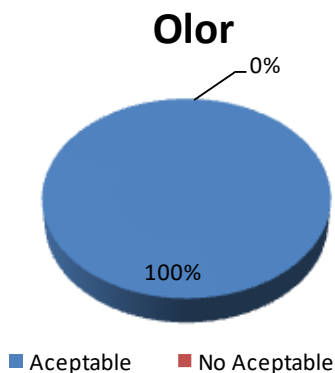


Figura 17. Resultados de olor

Material Flotante

En la Tabla 12 y en la Figura 18 se muestran los resultados de material flotante, donde se observa que el 97% del total de las muestras, cumple con lo establecido en la norma de calidad del agua de piscinas (Resolución 1618 de 2010).

Material flotante

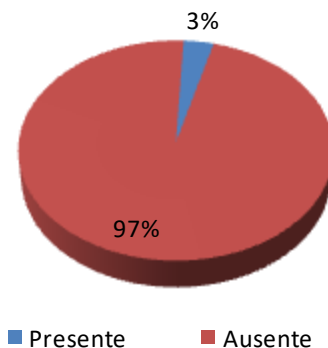


Figura 18. Resultados de material flotante

pH

En la Tabla 12 se muestran los resultados de pH medido en laboratorio. Los valores medidos in situ se determinaron con un kit colorimétrico, el cual sólo da rangos de valores de pH (6,8 a 7,2, de 7,2 a 7,6, de 7,6 a 7,8 y de 7,8 a 8,2).

En la Figura 19 se comparan los rangos establecidos por la normativa nacional, con los valores obtenidos de pH en el laboratorio.

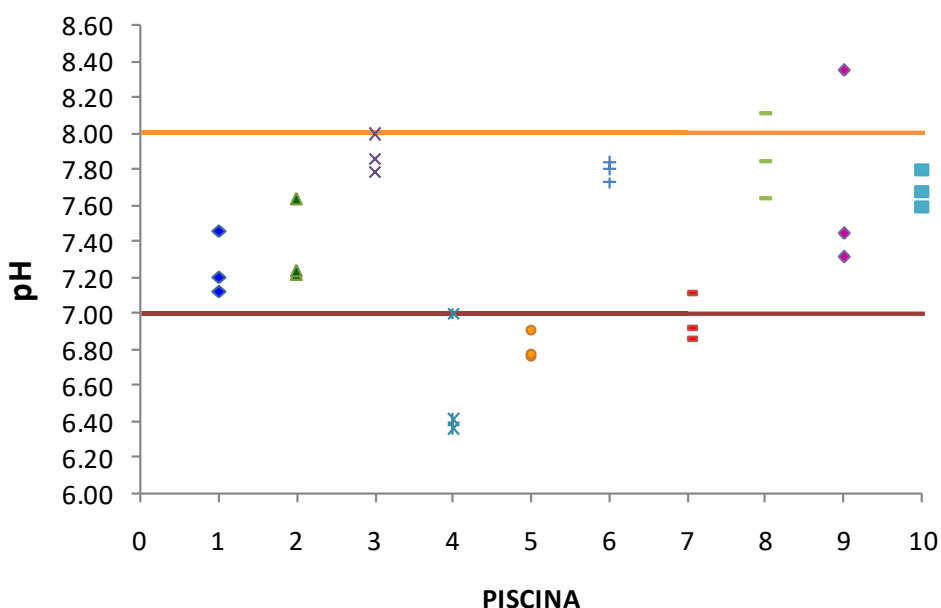


Figura 19. Resultados de pH

En la Figura 20, se muestra la probabilidad de ocurrencia de los valores de pH ajustados a una distribución normal con un valor promedio de 7,39 y una desviación estándar de 0,5. Con una frecuencia del 20% los valores observados son inferiores a 7,0 y con una frecuencia del 10% los valores observados son superiores a 8,0. Un 70% de los valores de pH cumplen con la norma recomendada.

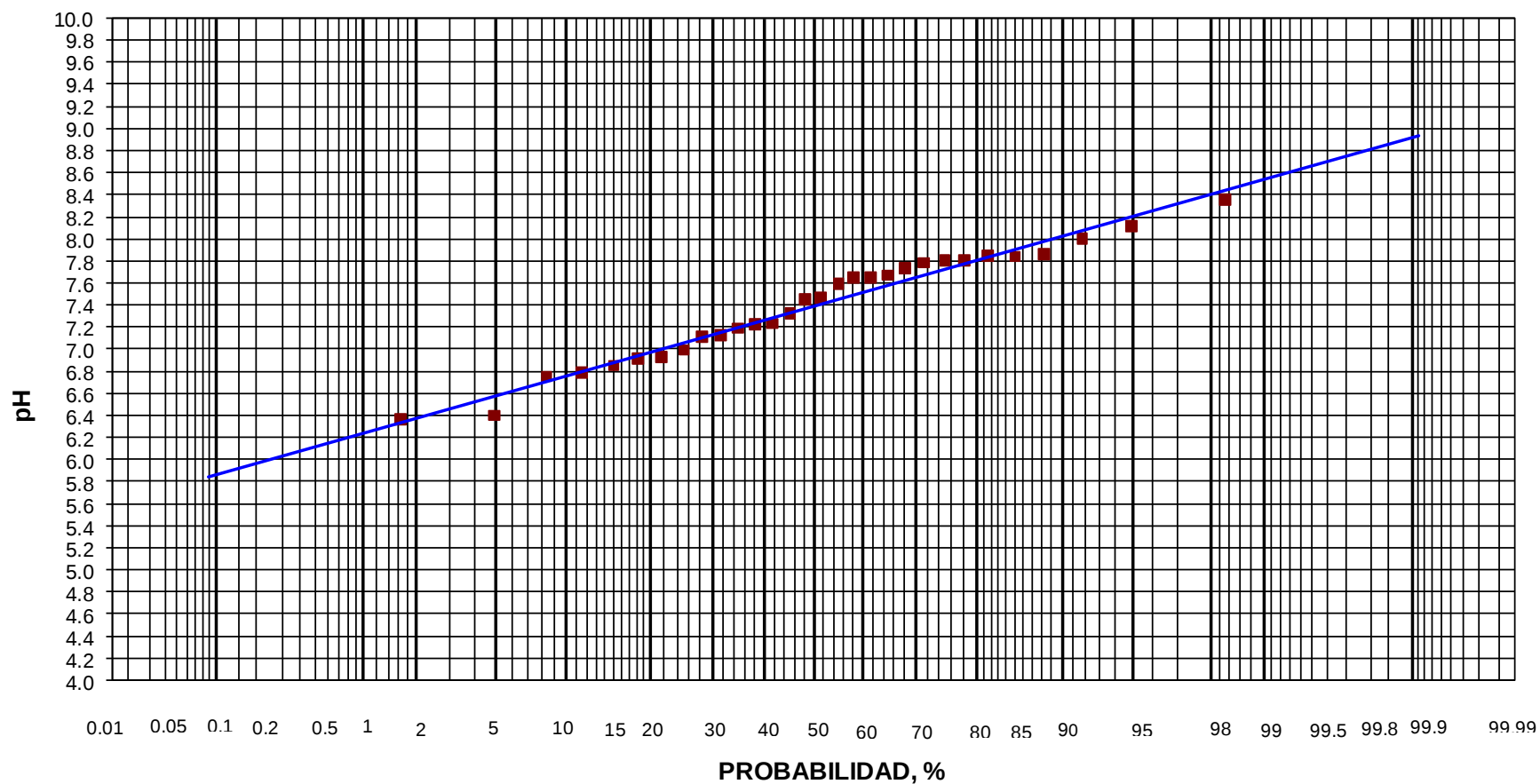


Figura 20. Probabilidad de ocurrencia de pH

Temperatura

En la Tabla 12 y en la Figura 20 se muestran los resultados de temperatura medida in situ. Se observa que la temperatura para las piscinas climatizadas (1, 2, 3 y 4) varía de 28 a 33 °C y en las piscinas al aire libre (5, 6, 7, 8, 9 y 10) de 20 °C a 23 °C.

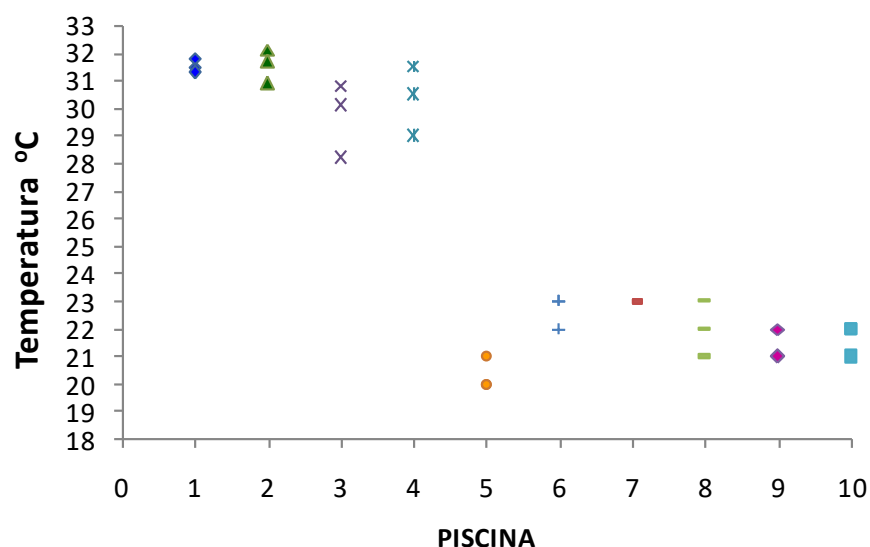


Figura 21. Resultados de temperatura

5.4 TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD Y POR

En la Tabla 13, se muestran los resultados de turbiedad, conductividad y Potencial de Oxidación - Reducción (POR). Se observa que la frecuencia de medida es inferior a la requerida por la norma, ver en color rojo.

Tabla 13. Frecuencia de medida de turbiedad, conductividad y POR

Parámetro	Frecuencia	Piscina										Resolución 1618 de 2010
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Turbiedad (UNT)	mes	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1 vez / día
Conductividad (μS/cm)	mes	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1 muestra al mes
POR (mV)	mes	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 vez / día

En la Tabla 14 se muestra el conocimiento que tienen los operarios de los límites de turbiedad, conductividad y POR. Ningún operario conoce el límite de POR ni la metodología de medida. En las piscinas 5, 6, 7, 8, 9 y 10 tampoco se determina ni se conocen los límites para conductividad. El límite de turbiedad requerido solo se conoce en las piscinas 4 y 2.

Tabla 14. Conocimiento de límites de turbiedad, conductividad y POR

Parámetro	Piscina					Resolución 1618 de 2010
	1	2	3	4	5	
Turbiedad (UNT)	2.0	10	10	2.0	-	2.0
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2400	2400	2400	2400	-	Hasta 2400
POR ³ (mV)	-	-	-	-	-	Mínimo 700
Parámetro	Piscina					Resolución 1618 de 2010
	6	7	8	9	10	
Turbiedad (UNT)	visual	aceptable	-	-	-	2.0
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	-	-	-	-	Hasta 2400
POR (mV)	-	-	-	-	-	Mínimo 700

En la Tabla 15 se muestran los resultados de turbiedad, conductividad y AUV medidas en laboratorio.

Tabla 15. Resultados de turbiedad, conductividad y AUV

PISCINA:		1			2		
HORA:		10:20 a.m	11:00 a.m	9:00 a.m	10:20 a.m	12:35 m	10:20 a.m
FECHA:		29/06/2010	14/07/2010	28/07/2010	01/07/2010	15/07/2010	29/07/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	12	3	5	23	11	8
	JOVENES	-	-	-	-	4	-
	NIÑOS	2	2	-	6	5	-
	BEBES	-	-	-	1	1	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1134	1352	1342	1177	1408	1430
Turbiedad	(UTN)	0.388	0.710	0.870	1.530	0.430	0.428
AUV	cm^{-1}	0.052	0.040	0.036	0.109	0.073	0.367

³ POR: Potencial de oxido-reducción se utiliza en la supervisión operacional de la eficacia de la desinfección. ⁽⁴⁰⁾

Tabla 15. Resultados de turbiedad, conductividad y AUV (continuación)

PISCINA:		3			4		
HORA:		10:50 a.m	10:30 a.m	11:30 a.m	10:30 a.m	11:00 a.m	10:00 a.m
FECHA:		7/7/2010	21/07/2010	04/08/2010	08/07/2010	22/07/2010	05/08/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	1	-	-	1	-	-
	JOVENES	2	-	-	-	-	-
	NIÑOS	-	-	45	-	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2140	2600	2480	1960	2100	1962
Turbiedad	(UTN)	0.235	0.372	0.824	0.226	0.353	0.205
AUV	cm^{-1}	0.421	0.434	0.428	0.025	0.461	0.019
PISCINA:		5			6		
HORA:		5:40 p.m	5:00 p.m	3:05 p.m	12:00 m	3:30 p.m	11:00 a.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	-	-	2	18	-	-
	JOVENES	1	-	-	-	-	-
	NIÑOS	4	-	4	17	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	370	291	268	781	826	899
Turbiedad	(UTN)	1.920	2.350	0.717	1.380	1.650	0.701
AUV	cm^{-1}	0.212	0.012	0.123	0.262	0.074	0.443
PISCINA:		7			8		
HORA:		1:00 p.m	3:45 p.m	11:50 a.m	2:25 p.m	2:10 p.m	3:10 p.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	12	-	-	-	-	-
	JOVENES	-	-	-	-	-	5
	NIÑOS	14	-	-	1	-	1
	BEBES	1	-	-	-	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	153	149	144	699	726	730
Turbiedad	(UTN)	0.714	1.270	0.641	1.450	0.541	1.010
AUV	cm^{-1}	0.328	0.056	0.247	0.039	0.433	0.044
PISCINA:		9			10		
HORA:		12:15 m	3:55 p.m	4:30 p.m	1:05 p.m	4:30 p.m	3:10 p.m
FECHA:		18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
BAÑISTAS	ADULTOS	1	-	3	-	-	-
	JOVENES	1	-	4	-	-	-
	NIÑOS	3	-	4	-	-	-
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	403	348	431	718	736	780
Turbiedad	(UTN)	1.850	1.360	2.180	0.387	0.475	0.903
AUV	cm^{-1}	0.111	0.244	0.046	0.391	0.298	0.155

Conductividad

En la Figura 22 se muestran los resultados observados de conductividad. Solamente dos de los muestreos sobrepasan el límite de $2400 \mu\text{S}/\text{cm}$.

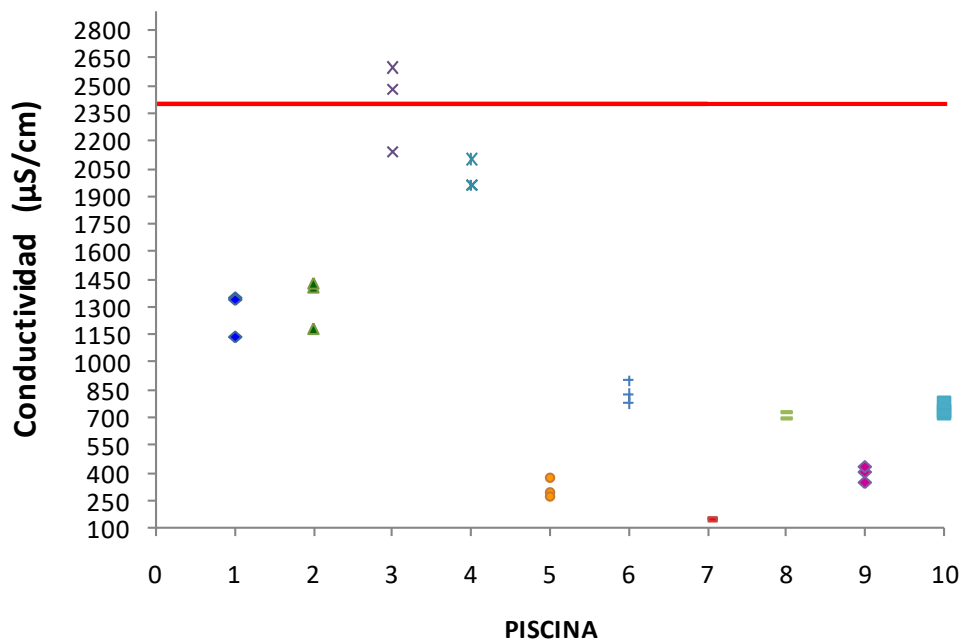


Figura 22. Resultados de conductividad

En la Figura 23, se muestra la distribución de los valores de conductividad, ajustada a una distribución normal, con un valor promedio de $1018 \mu\text{S}/\text{cm}$ y una desviación estándar de $719 \mu\text{S}/\text{cm}$. El límite se cumple con una probabilidad del 98%.

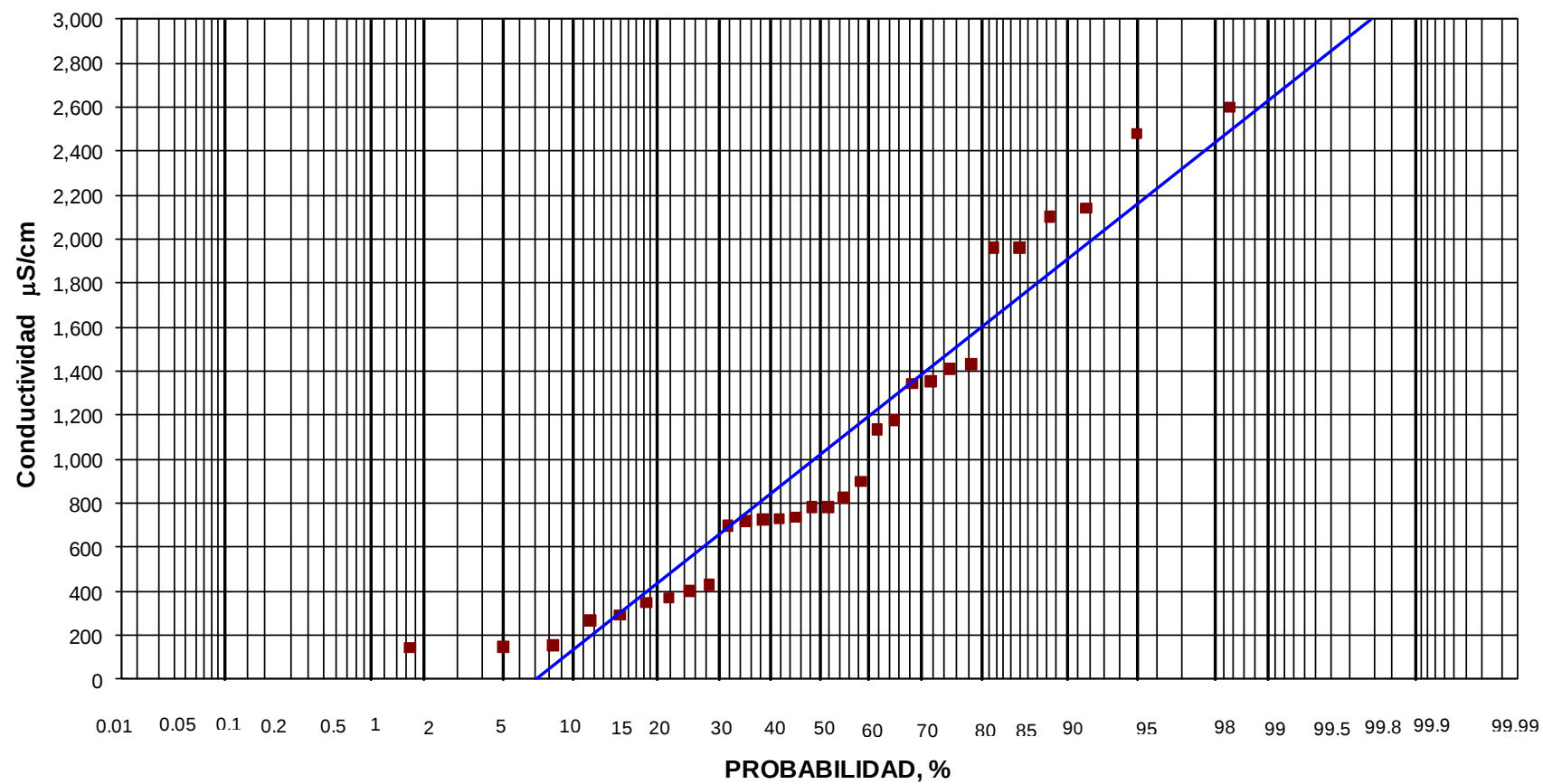


Figura 23. Probabilidad de ocurrencia de conductividad

Turbiedad

En la Figura 24 se muestran los resultados de turbiedad. Solamente dos de los muestreos superan el límite establecido de 2 UNT.

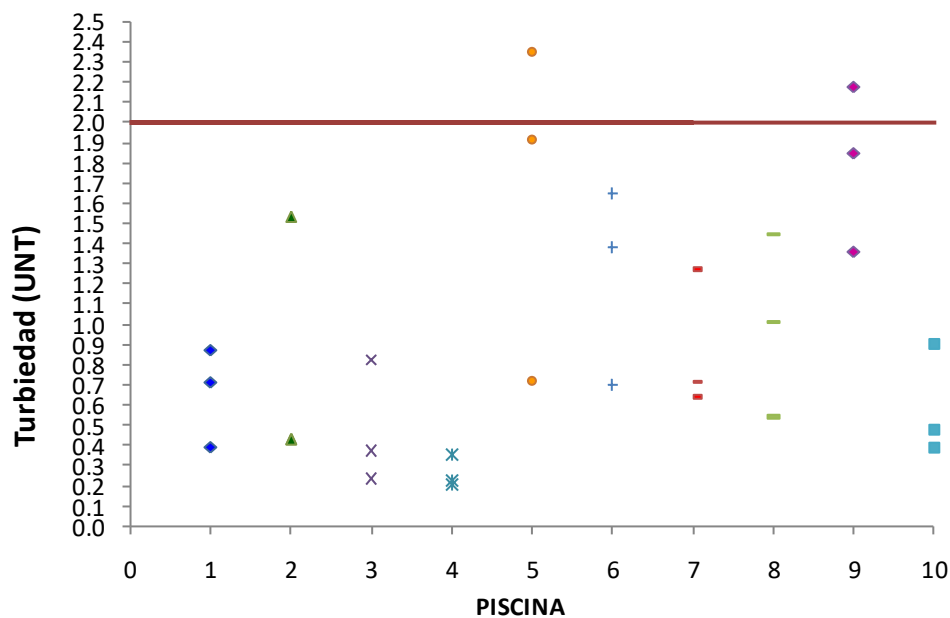


Figura 24. Resultados de turbiedad

En la Figura 25, se incluye la probabilidad de ocurrencia de turbiedad ajustada a una distribución normal, con un valor promedio de 0,94 UNT y una desviación estándar de 0,61 UNT. En general se cumple con el límite establecido de 2 UNT en una probabilidad del 95%.

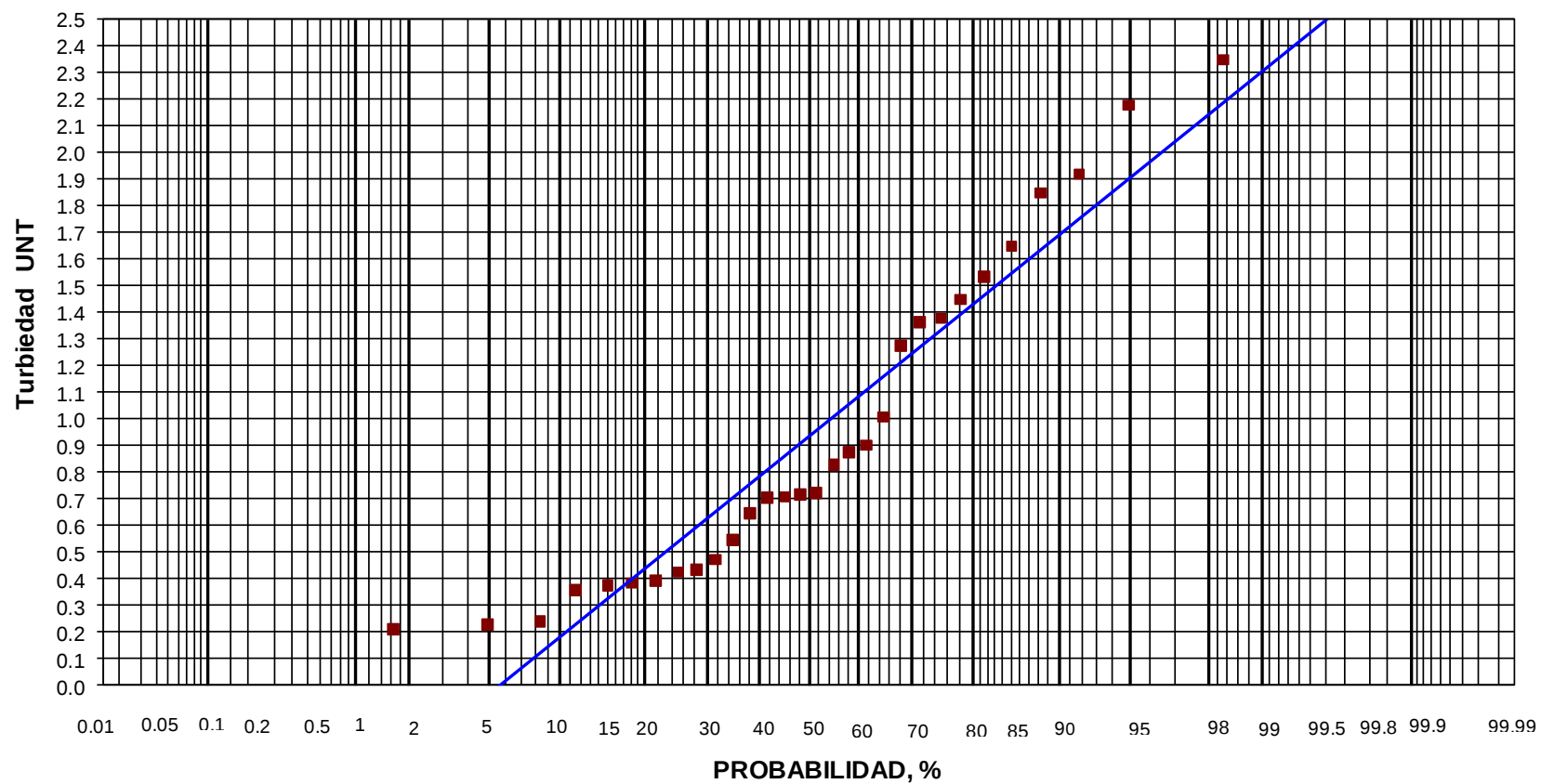


Figura 25. Probabilidad de ocurrencia de turbiedad

Absorbancia UV 254 nm (AUV)

En la Figura 26 se muestran los resultados de AUV.

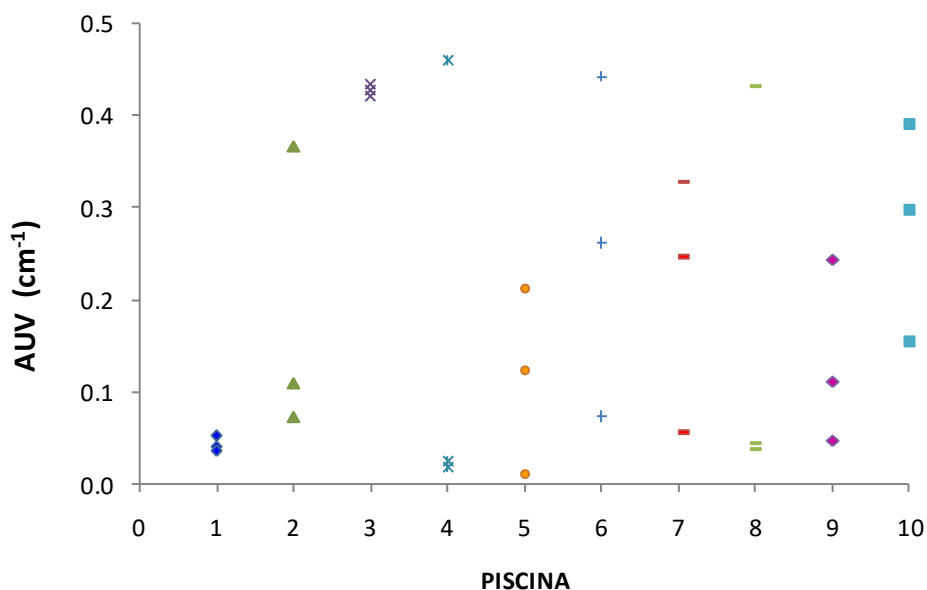


Figura 26. Resultados de AUV

En la Figura 27, se incluye la frecuencia de ocurrencia de los valores de AUV ajustados a una distribución normal con un valor promedio de $0,20 \text{ cm}^{-1}$ y una desviación estándar de $0,16 \text{ cm}^{-1}$. Se puede observar que el valor de AUV, con un 95% de probabilidad, es menor de $0,44 \text{ cm}^{-1}$ valor que se puede considerar indicador de una concentración de COT del orden de $22 \text{ mg/L} - \text{C}$.

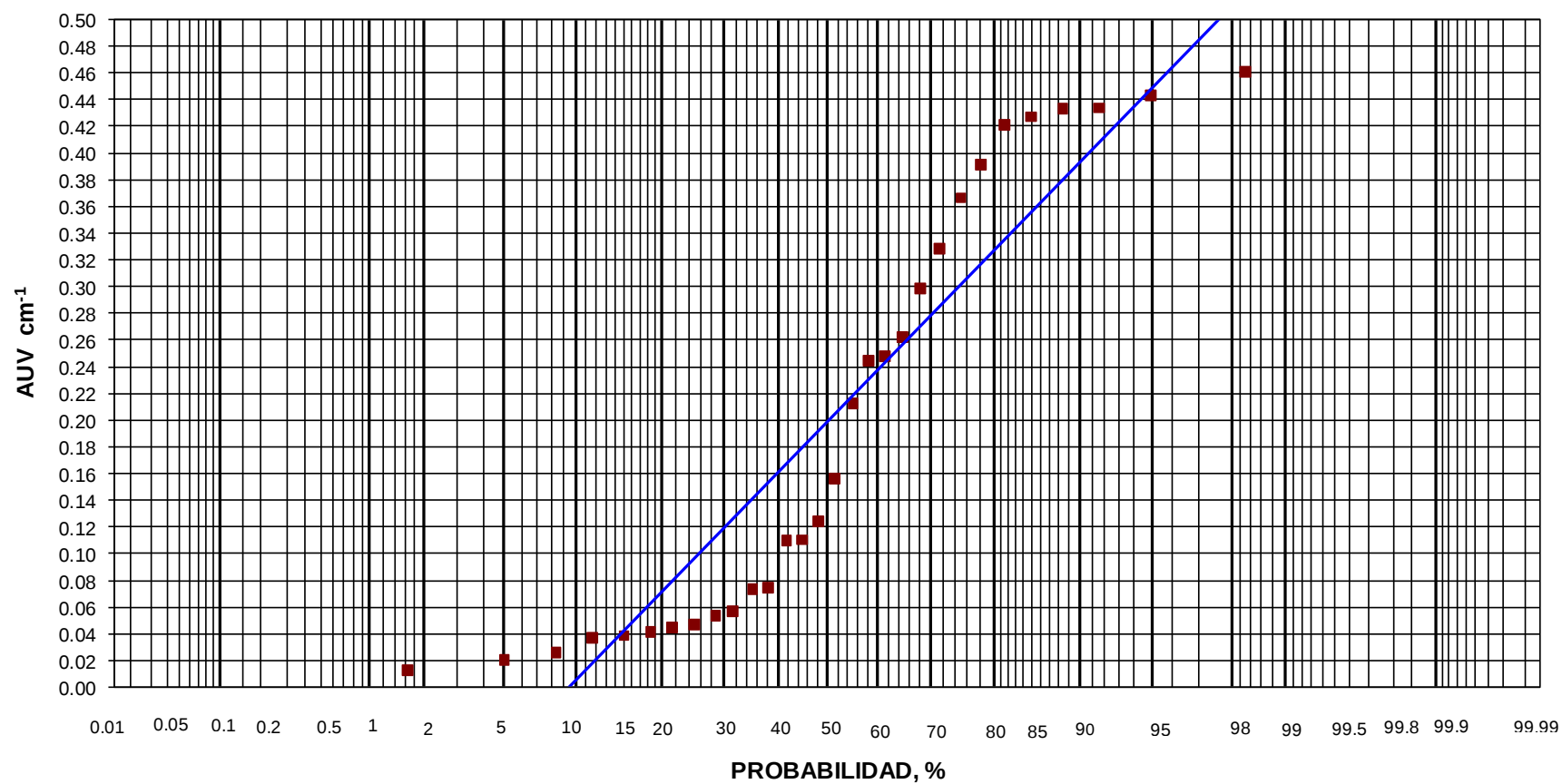


Figura 27. Probabilidad de ocurrencia de AUV

5.5 CLORO, ALCALINIDAD, DUREZA, NITRITOS Y CLORUROS

En la Tabla 16, se muestran los resultados del conocimiento que tienen los operarios de los parámetros químicos. El cloro residual libre lo miden todos días pero alcalinidad y dureza no las miden como exige la Resolución Nacional, excepto la piscina 3 que cumple con todas la frecuencias de medida de alcalinidad, dureza y cloro residual libre.

Cloro total, nitritos y cloruros no se exigen en la normativa, pero algunas piscinas como la 1,2 y 3 miden estos parámetros. El valor de cloro total es necesario para calcular el cloro combinado.

Tabla 16. Frecuencia de medida de parámetros químicos

Parámetro	Respuesta	Piscina										Resolución 1618 de 2010
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cloro residual libre (mg/L - Cl ₂)	Frecuencia/día	3	1	2	3	-	1	1	1	1	1	1 muestra al día
Cloro Total (mg/L - Cl ₂)	Frecuencia/día	-	-	2		1	1	1	1	1	1	No aplica
	Frecuencia/mes	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidad (mg/L - Ca CO ₃)	Frecuencia/semana	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	1 muestra a la semana
	Frecuencia/mes	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
Dureza (mg/L - Ca CO ₃)	Frecuencia/semana	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1 muestra a la semana
	Frecuencia/mes	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
Nitritos (mg/L - NO ₂)	Frecuencia/mes	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	No aplica
Cloruros (mg/L - Cl ⁻)	Frecuencia/mes	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	No aplica

En la Tabla 17 se muestran los límites para los parámetros químicos analizados, donde se observa que la mayoría de los operarios no tienen conocimientos de los límites de la Resolución Nacional.

Tabla 17. Conocimiento de límites químicos

Parámetro	Piscina					Resolución 1618 de 2010	Resolución 2191 de 1991
	1	2	3	4	5		
Cloro residual libre (mg/L - Cl ₂)	1.2 - 1.5	0.6 - 1.0	0.6 - 1.0	1.0 - 3.0	-	1.0 - 3.0	0.6 – 1.0
Cloro Total (mg/L - Cl ₂)	-	-	< 0.3	-	-	No aplica	No aplica
Alcalinidad (mg/L - Ca CO ₃)	80 - 140	-	50 - 100	-	-	Hasta 140	50 – 100
Dureza (mg/L - Ca CO ₃)	200 - 400	-	hasta 400	-	-	Hasta 400	No aplica
Nitritos (mg/L - NO ₂)	-	-	-	-	-	No aplica	No aplica
Cloruros (mg/L - Cl ⁻)	300	300	300	-	-	No aplica	300
Parámetro	Piscina					Resolución 1618 de 2010	Resolución 2191 de 1991
	6	7	8	9	10		
Cloro residual libre (mg/L - Cl ₂)	Aceptable	Aceptable	1.3 - 1.5	1.0 - 3.0	1.5 - 3.0	1.0 - 3.0	0.6 – 1.0
Cloro Total (mg/L - Cl ₂)	Aceptable	Aceptable	-	-	-	No aplica	No aplica
Alcalinidad (mg/L - Ca CO ₃)	150	Aceptable	-	> 120	80 - 150	Hasta 140	50 – 100
Dureza (mg/L - Ca CO ₃)	Aceptable	-	-	-	-	Hasta 400	No aplica
Nitritos (mg/L - NO ₂)	-	-	-	-	-	No aplica	No aplica
Cloruros (mg/L - Cl ⁻)	-	-	-	-	-	No aplica	300

En la Tabla 18 se muestran los resultados de cloro, alcalinidad, dureza, cloruros y el cálculo del Índice de Saturación de Langelier.

Tabla 18. Resultados de parámetros químicos

PISCINA:		1			2		
HORA:		10:20 a.m	11:00 a.m	9:00 a.m	10:20 a.m	12:35 m	10:20 a.m
FECHA:		29/06/2010	14/07/2010	28/07/2010	01/07/2010	15/07/2010	29/07/2010
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Alcalinidad	(mg/L-CaCO ₃)	52.0	50.0	50.0	48.0	58.0	52.0
Cloro Total	(mg/L-Cl ₂)	0.90	3.10	1.10	1.90	3.20	1.80
Cloro Libre	(mg/L-Cl ₂)	0.60	2.00	0.00	0.80	1.30	1.10
Cloro Combinado	(mg/L-Cl ₂)	0.30	1.10	1.10	1.10	1.90	0.70
Dureza Total	(mg/L-CaCO ₃)	528.0	520.0	532.0	536.0	516.0	472.0
Cloruros	(mg/L-Cl)	396.3	382.8	400.8	328.7	355.8	360.3
Indice de Saturación de Langelier		-0.23	-0.18	0.11	-0.17	0.34	-0.15
PISCINA:		3			4		
HORA:		10:50 a.m	10:30 a.m	11:30 a.m	10:30 a.m	11:00 a.m	10:00 a.m
FECHA:		7/7/2010	21/07/2010	04/08/2010	08/07/2010	22/07/2010	05/08/2010
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Alcalinidad	(mg/L-CaCO ₃)	150.0	140.0	140.0	24.0	34.0	36.0
Cloro Total	(mg/L-Cl ₂)	1.50	1.60	1.40	1.00	2.30	3.00
Cloro Libre	(mg/L-Cl ₂)	0.30	0.90	0.80	0.50	2.00	2.50
Cloro Combinado	(mg/L-Cl ₂)	1.20	0.70	0.60	0.50	0.30	0.50
Dureza Total	(mg/L-CaCO ₃)	544.0	624.0	624.0	640.0	664.0	660.0
Cloruros	(mg/L-Cl)	779.1	797.1	788.1	301.7	301.7	337.7
Indice de Saturación de Langelier		0.85	0.99	1.14	-1.23	-0.42	-1.06
PISCINA:		5			6		
HORA:		5:40 p.m	5:00 p.m	3:05 p.m	12:00 m	3:30 p.m	11:00 a.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Alcalinidad	(mg/L-CaCO ₃)	46.0	32.0	32.0	124.0	136.0	150.0
Cloro Total	(mg/L-Cl ₂)	0.50	0.50	0.50	1.80	1.20	3.10
Cloro Libre	(mg/L-Cl ₂)	0.00	0.00	0.00	0.90	0.50	2.80
Cloro Combinado	(mg/L-Cl ₂)	0.50	0.50	0.50	0.90	0.70	0.30
Dureza Total	(mg/L-CaCO ₃)	280.0	144.0	112.0	244.0	160.0	140.0
Cloruros	(mg/L-Cl)	85.6	85.6	85.6	225.2	180.1	189.1
Indice de Saturación de Langelier		-0.97	-1.58	-1.67	0.25	0.23	0.18
PISCINA:		7			8		
HORA:		1:00 p.m	3:45 p.m	11:50 a.m	2:25 p.m	2:10 p.m	3:10 p.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Alcalinidad	(mg/L-CaCO ₃)	54.0	34.0	44.0	136.0	138.0	126.0
Cloro Total	(mg/L-Cl ₂)	3.50	2.20	2.50	2.30	0.50	2.20
Cloro Libre	(mg/L-Cl ₂)	3.50	1.60	2.20	1.30	0.00	1.80
Cloro Combinado	(mg/L-Cl ₂)	0.00	0.60	0.30	1.00	0.50	0.40
Dureza Total	(mg/L-CaCO ₃)	160.0	120.0	148.0	104.0	132.0	120.0
Cloruros	(mg/L-Cl)	40.5	40.5	27.0	157.6	157.6	157.6
Indice de Saturación de Langelier		-1.15	-1.41	-1.02	0.30	0.13	-0.12

Tabla 18. Resultados de parámetros químicos (continuación)

PISCINA:		9			10		
HORA:		12:15 m	3:55 p.m	4:30 p.m	1:05 p.m	4:30 p.m	3:10 p.m
FECHA:		18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Alcalinidad	(mg/L- CaCO_3)	112.0	94.0	76.0	108.0	108.0	116.0
Cloro Total	(mg/L- Cl_2)	0.30	0.60	3.80	3.30	3.40	3.00
Cloro Libre	(mg/L- Cl_2)	0.00	0.30	3.40	2.70	2.90	2.60
Cloro Combinado	(mg/L- Cl_2)	0.30	0.30	0.40	0.60	0.50	0.40
Dureza Total	(mg/L- CaCO_3)	64.0	112.0	160.0	112.0	112.0	140.0
Cloruros	(mg/L- Cl^-)	54.0	54.0	67.5	153.1	153.1	166.6
Indice de Saturación de Langelier		0.22	-0.51	-0.56	-0.20	-0.31	0.05

Alcalinidad

En la Figura 28 se muestran las piscinas que cumplen con el valor límite de alcalinidad, de 140 mg/L CaCO_3 . Se observa que dos de los muestreos de las piscinas 3 y 6 no cumplen con lo exigido.

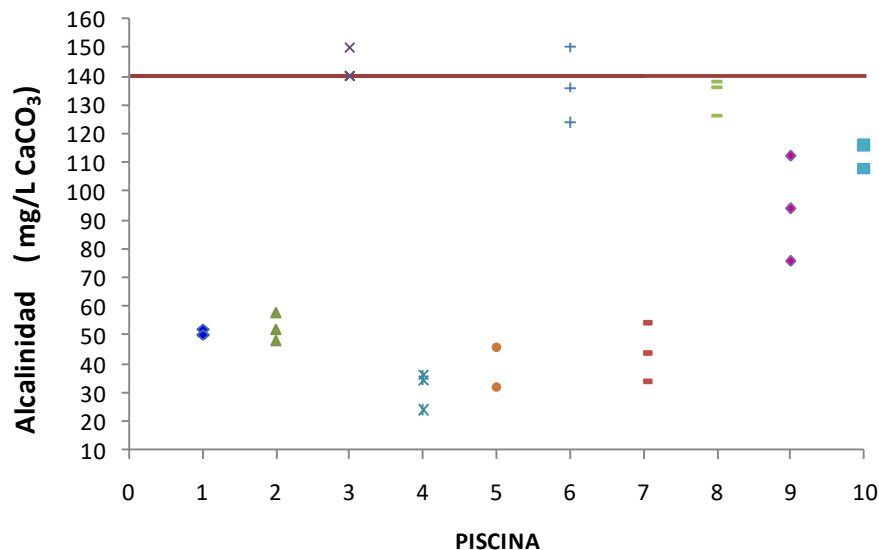


Figura 28. Resultados de alcalinidad

En la Figura 29, se muestra la probabilidad de ocurrencia de la alcalinidad, con un valor promedio de 83 mg/L CaCO_3 y con una desviación estándar de 44 mg/L CaCO_3 . El límite establecido de 140 mg/L se cumple con un 92% de probabilidad.

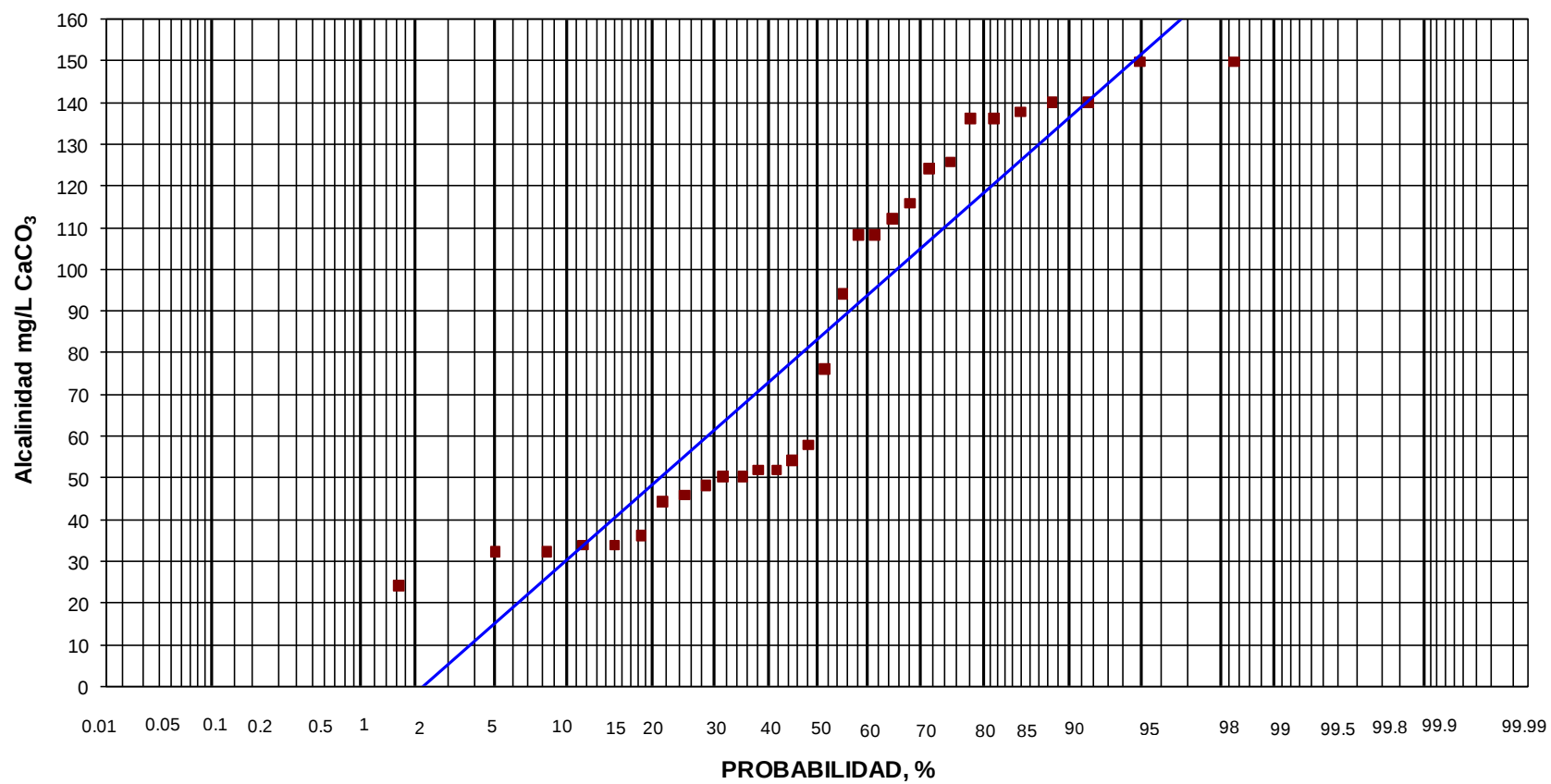


Figura 29. Probabilidad de ocurrencia de alcalinidad

Cloro libre

En la Figura 30 se muestran los resultados de cloro libre. Se observa que la mayoría de las piscinas no cumplen el rango de cloro libre de 1,0 a 3,0 mg/L.

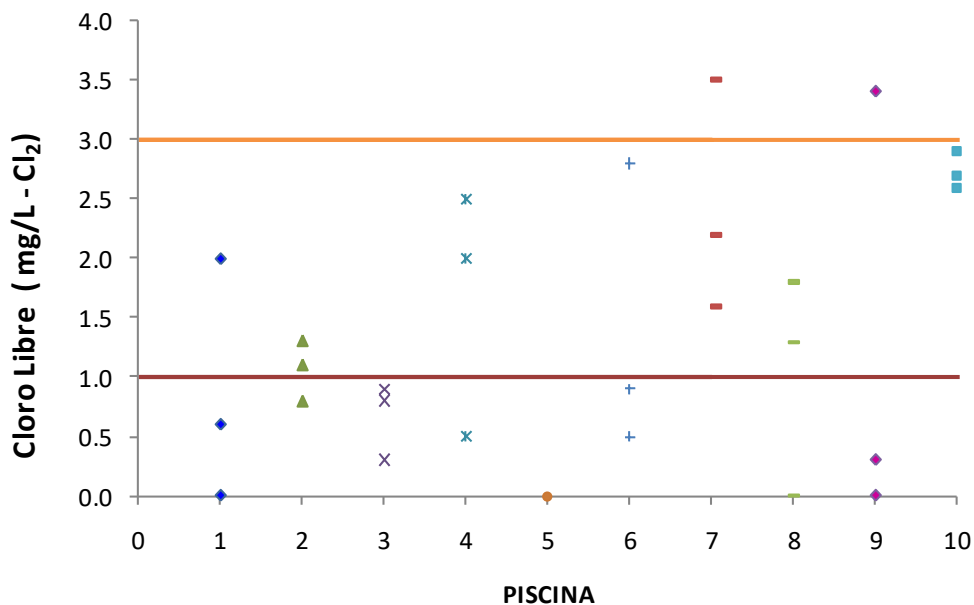


Figura 30. Resultados del parámetro de cloro libre

En la Figura 31, se muestra la frecuencia de ocurrencia de cloro libre con un valor promedio de 1,3 mg/L-Cl₂ y con una desviación estándar de 1,1 mg/L-Cl₂. El límite establecido de 1 a 3 mg/L-Cl₂, se cumple con una probabilidad del 54%.

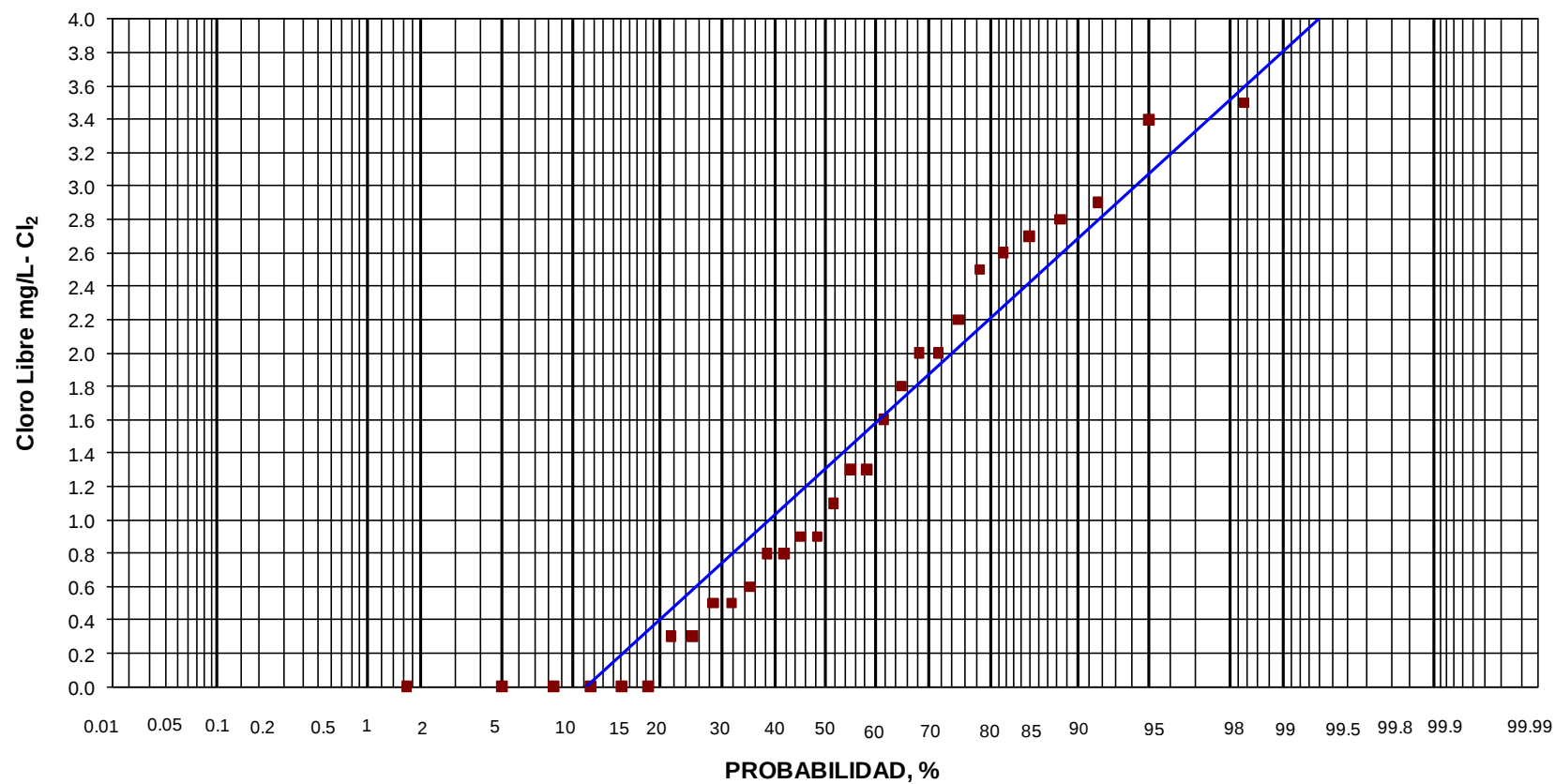


Figura 31. Probabilidad de ocurrencia de cloro libre

Cloro combinado

En la Figura 32 se muestran los resultados de cloro combinado. Se observa que la mayoría de las piscinas no cumplen el rango de cloro combinado de máximo 0,3 mg/L-Cl₂.

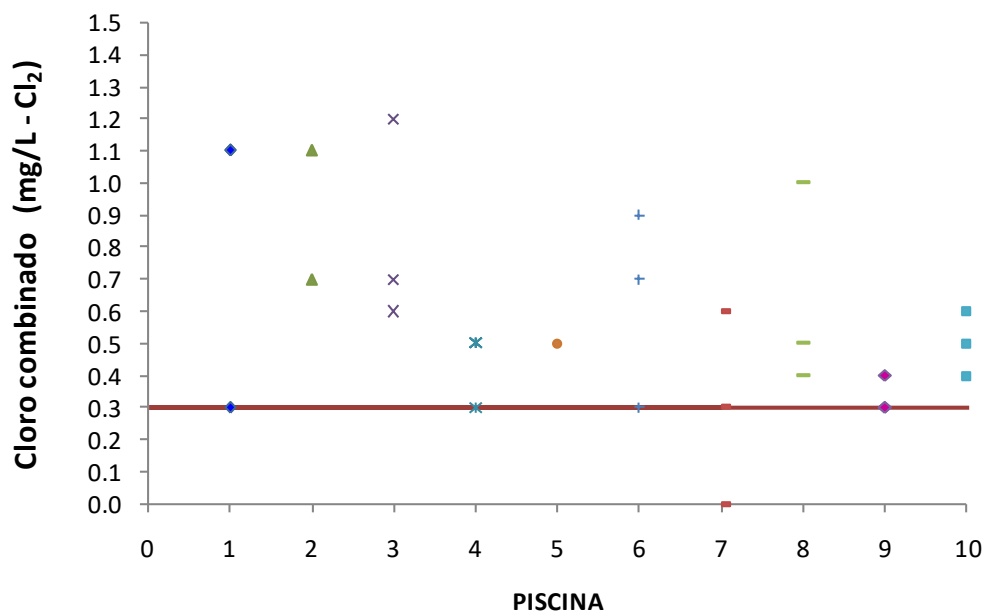


Figura 32. Resultados de cloro combinado

En la Figura 33, se muestra la distribución de probabilidad para el cloro combinado con un valor promedio de 0,62 mg/L-Cl₂ y con una desviación estándar de 0,38 mg/L-Cl₂. El límite establecido de 0,3 mg/L-Cl₂ se excede con una probabilidad del 80%.

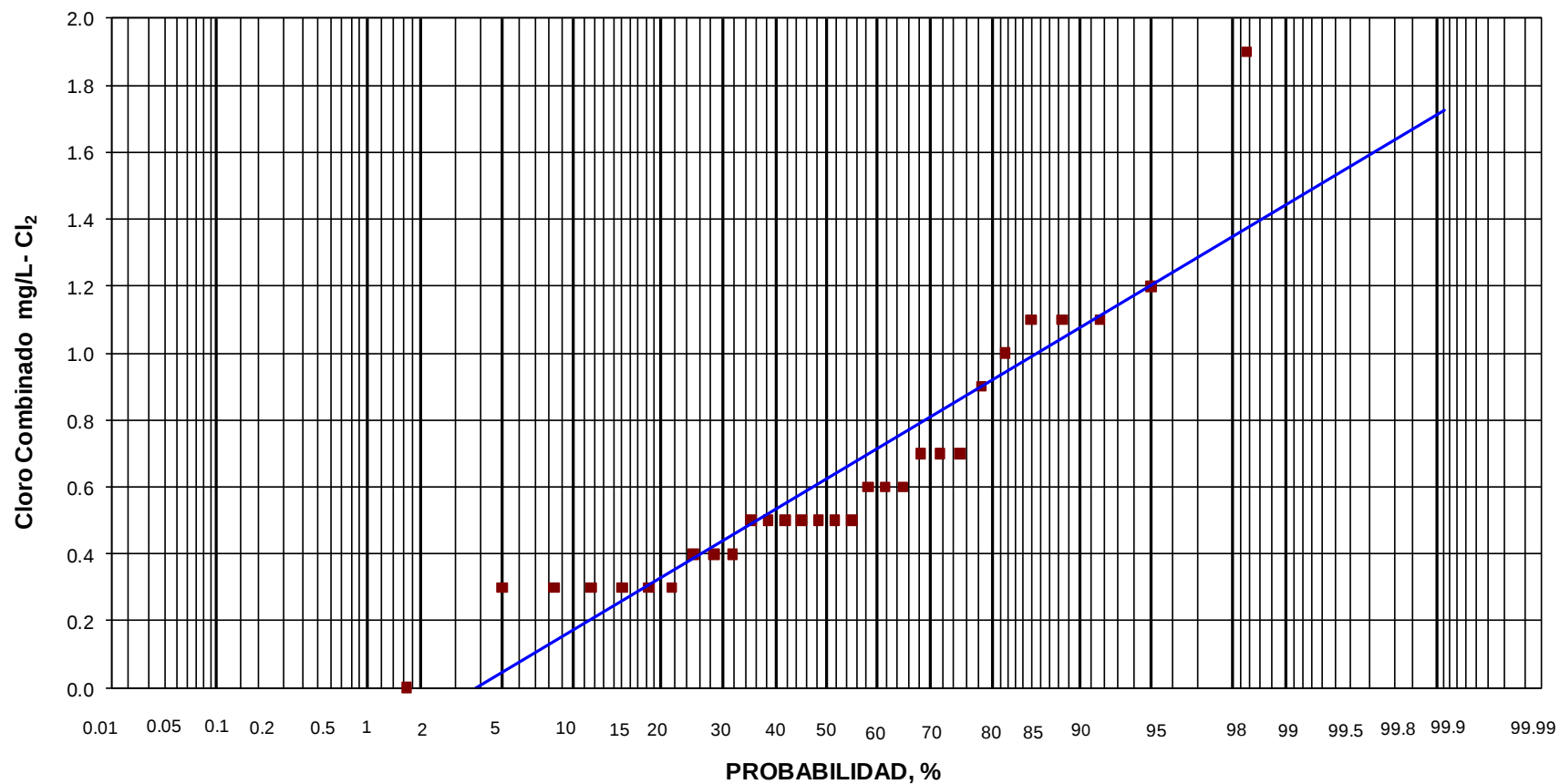


Figura 33. Probabilidad de ocurrencia de cloro combinado

Dureza

En la Figura 34 se muestran los resultados de dureza. Se observa que las piscinas 1, 2, 3 y 4 no cumplen el límite exigido de 400 mg/L CaCO_3 por el uso de hipoclorito de calcio como desinfectante.

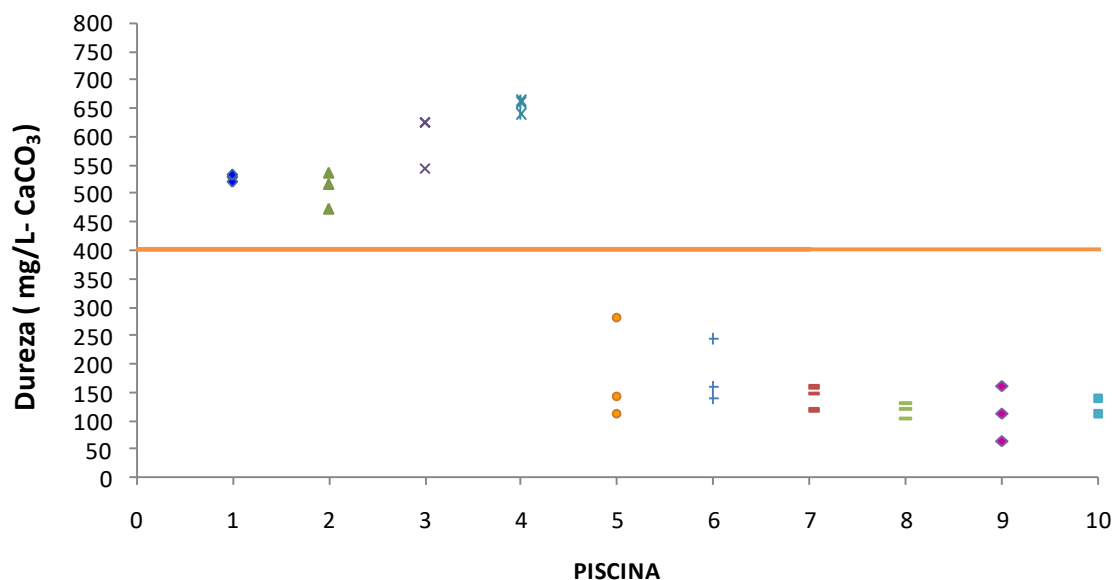


Figura 34. Resultados de dureza

En la Figura 35, se muestra la frecuencia de ocurrencia de la dureza con un valor promedio de 314 mg/L - CaCO_3 y una desviación estándar de 221 mg/L - CaCO_3 . El límite establecido se sobrepasa con una probabilidad del 30%.

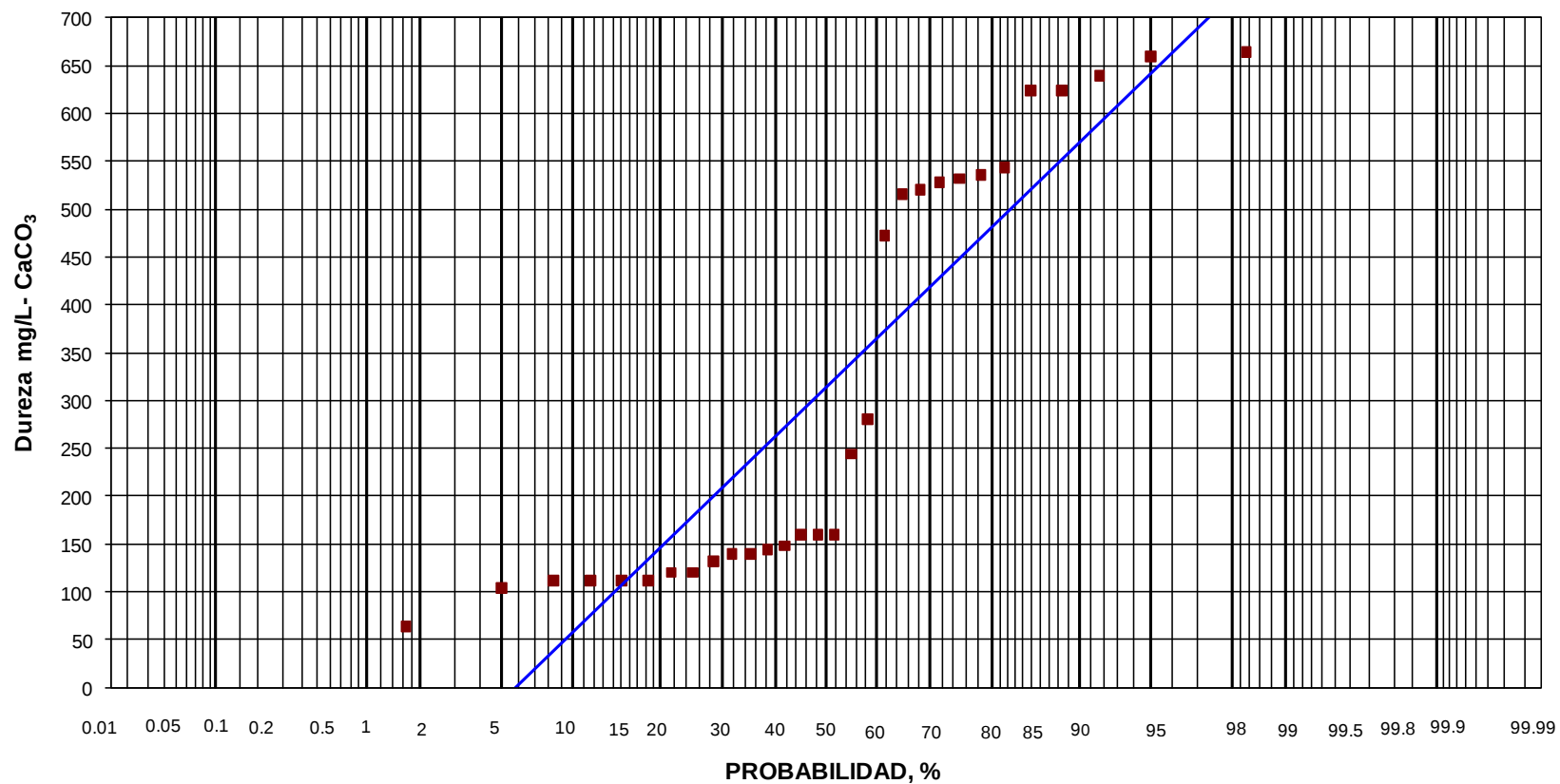


Figura 35. Probabilidad de ocurrencia de dureza

Cloruros

En la Figura 36 se muestran los resultados de cloruros. Se observa que la mayoría de los valores están por debajo de 400 mg/L-Cl⁻ excepto la piscina 3 en que los cloruros fueron del orden de los 800 mg/L- Cl⁻. En la normativa nacional no se exige un límite para cloruros. Medellín, Bogotá y Cali exigen un límite para el parámetro de cloruros, en Cali < 500 mg/L - Na Cl, Bogotá < 300 mg/L - Cl⁻ y en Medellín 250 mg/L- Cl⁻.

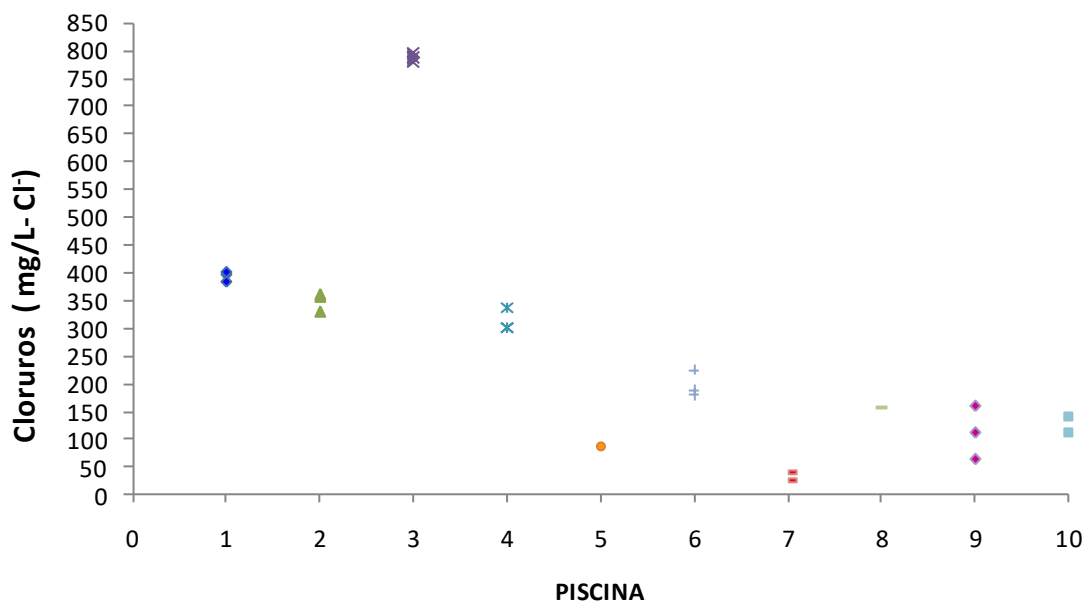


Figura 36. Resultados de cloruros

En la Figura 37, se muestra la probabilidad de ocurrencia de cloruros con un valor promedio de 253 mg/L- Cl⁻ y una desviación estándar de 216 mg/L- Cl⁻. En la totalidad de las piscinas se observaron siempre valores de cloruros inferiores a 1000 mg/L- Cl⁻, valor que se puede considerar aceptable para la mayoría de los casos ⁽³³⁾.

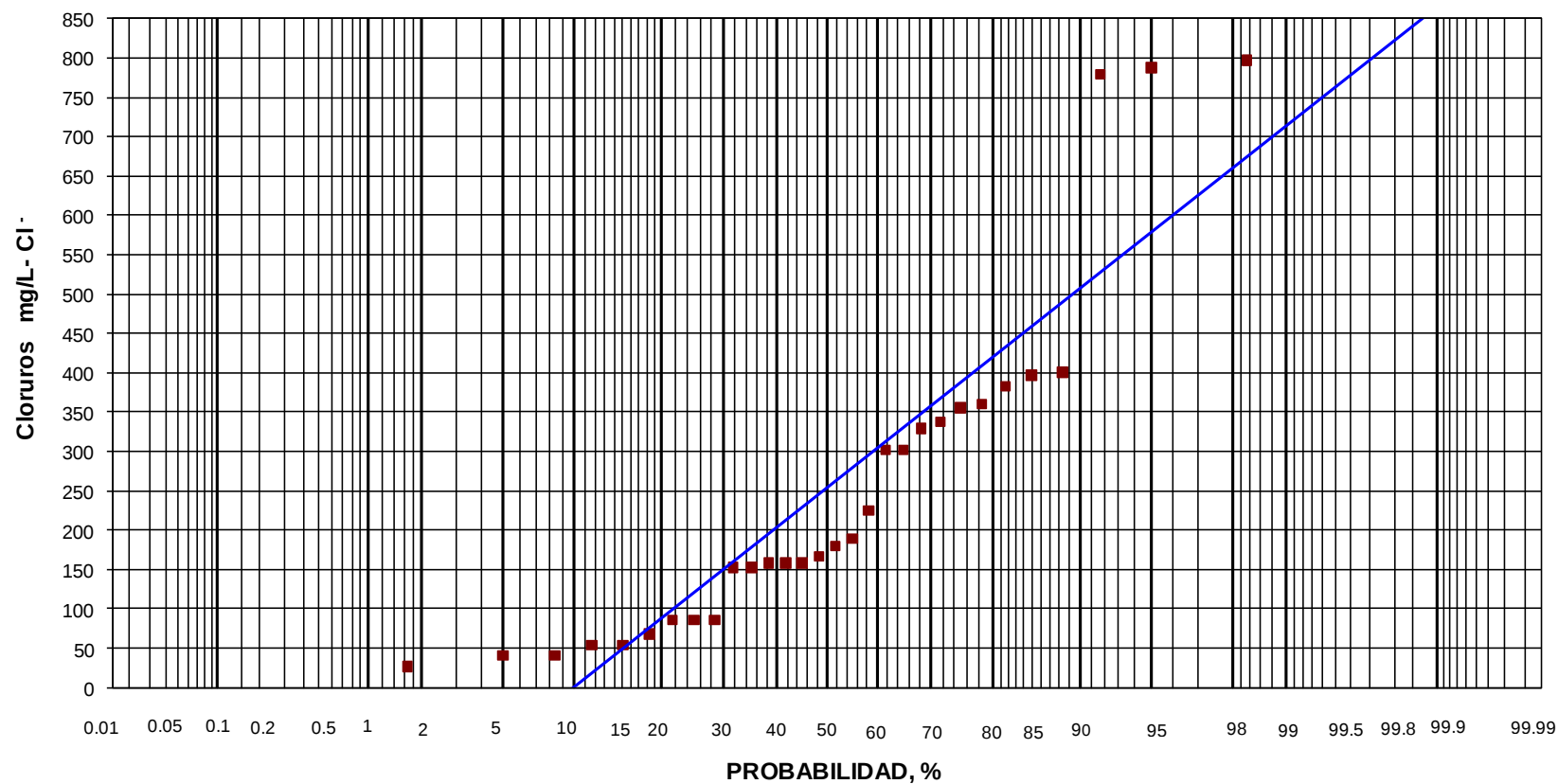


Figura 37. Probabilidad de ocurrencia de cloruros

Índice de saturación de Langelier

Con el fin de conocer las características corrosivas o incrustantes del agua de la piscina, se calcula el Índice de Saturación de Langelier (ISL), cuyo valor debe estar entre $-0,5$ y $+0,5$, a partir de la siguiente fórmula:

$$ISL = pH + CT + CD + CA - 12,1$$

Donde:

ISL = Índice de Saturación de Langelier.

pH = Valor del pH del agua.

CT = Coeficiente de temperatura del agua °C.

CD = Coeficiente de dureza total.

CA = Coeficiente de alcalinidad total.

12,1 = Constante correctora aplicable a piscinas y estructuras similares.

El valor de los coeficientes (CT, CD y CA) se determinaron a partir de la tabla 3 del artículo 8, de la resolución 1618 de 2010 donde se describe el procedimiento para el cálculo del ISL. En la figura 38, se muestran los resultados de ISL, donde se observa que la piscina 3 presenta agua con tendencia incrustante con un $ISL > 0,5$ y las piscinas 4,5,7 y 9 presentan agua con tendencias corrosivas con un $ISL < -0,5$. Las piscinas 1, 2, 6, 8 y 10 presentan agua totalmente balanceada con un ISL con un rango entre $+0.5$ y -0.5 .

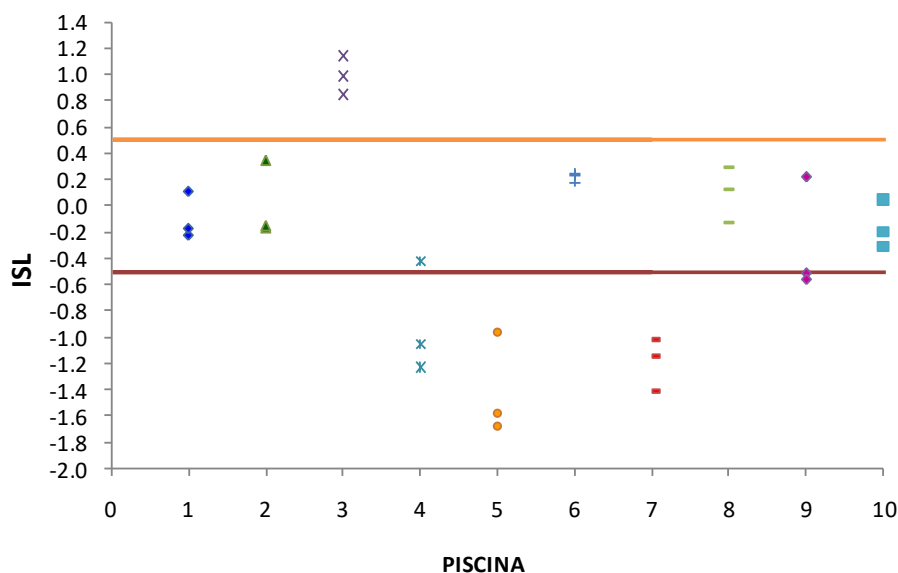


Figura 38. Resultados del ISL

5.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

En la tabla 19, se muestra la frecuencia de medida de heterótrofos (mesófilos aerobios), coliformes fecales, pseudomona aeruginosa, hongos y levaduras. Se observa que los operarios de las piscinas 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 no realizan muestreos con la frecuencia requerida.

Tabla 19. Frecuencia de medida microbiológica

Parámetro	Respuesta	Piscina										Resolución 1618 de 2010
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Heterótrofos o mesofilos aerobios (UFC /cm ³)	Frecuencia/mes	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 muestra al mes
Coliformes Fecales (UFC /100 cm ³)	Frecuencia/mes	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1 muestra al mes
Pseudomona Aeruginosa (UFC /100 cm ³)	Frecuencia/mes	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1 muestra al mes
Hongos y levaduras (UFC /100 cm ²)	Frecuencia/mes	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	No aplica

En la tabla 20 se muestran los límites exigidos de parámetros microbiológicos. Se observa que la mayoría de los operarios encuestados no tienen conocimiento de los límites exigidos por la Resolución 1618 de 2010.

Tabla 20. Conocimiento de límites microbiológicos

Parámetro	Piscina										Resolución 1618 de 2010
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Heterótrofos o mesofilos aerobios (UFC /cm ³)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<200
Coliformes fecales (UFC /100 cm ³)	Ausencia	0	< 1	0	-	-	-	-	-	-	0
Pseudomona aeruginosa (UFC /100 cm ³)	Ausencia	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Hongos y levaduras (UFC /100 cm ²)	20UFC/25 cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No aplica

En la Tabla 21 se incluyen los resultados de los análisis microbiológicos.

Tabla 21. Resultados de análisis microbiológicos

PISCINA:		1			2		
HORA:		10:20 a.m	11:00 a.m	9:00 a.m	10:20 a.m	12:35 m	10:20 a.m
FECHA:		29/06/2010	14/07/2010	28/07/2010	01/07/2010	15/07/2010	29/07/2010
ANÁLISIS MICROBILÓGICOS	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<i>Coliformes totales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	20.0	1.0	0.0	3.0
<i>Coliformes fecales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mesofilos aerobios</i>	UFC/mL	0.0	<1	130.0	< 1	0.0	35.0
PISCINA:		3			4		
HORA:		10:50 a.m	10:30 a.m	11:30 a.m	10:30 a.m	11:00 a.m	10:00 a.m
FECHA:		7/7/2010	21/07/2010	04/08/2010	08/07/2010	22/07/2010	05/08/2010
ANÁLISIS MICROBILÓGICOS	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<i>Coliformes totales</i>	UFC/100mL	16.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
<i>Coliformes fecales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mesofilos aerobios</i>	UFC/mL	<2	<2	<1	<1	<1	<1
PISCINA:		5			6		
HORA:		5:40 p.m	5:00 p.m	3:05 p.m	12:00 m	3:30 p.m	11:00 a.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010
ANÁLISIS MICROBILÓGICOS	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<i>Coliformes totales</i>	UFC/100mL	1.0	24.0	8.0	2.0	270.0	0.0
<i>Coliformes fecales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mesofilos Aerobios</i>	UFC/mL	<1	<1	<3	<1	<3	3.0
PISCINA:		7			8		
HORA:		1:00 p.m	3:45 p.m	11:50 a.m	2:25 p.m	2:10 p.m	3:10 p.m
FECHA:		7/5/2010	18/07/2010	8/1/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
ANÁLISIS MICROBILÓGICOS	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<i>Coliformes totales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	260.0	0.0
<i>Coliformes fecales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
<i>Mesofilos aerobios</i>	UFC/mL	<1	<4	<1	<1	12.0	5.0
PISCINA:		9			10		
HORA:		12:15 m	3:55 p.m	4:30 p.m	1:05 p.m	4:30 p.m	3:10 p.m
FECHA:		18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010	18/07/2010	01/08/2010	16/08/2010
ANÁLISIS MICROBILÓGICOS	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<i>Coliformes totales</i>	UFC/100mL	48.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Coliformes fecales</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	UFC/100mL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mesofilos aerobios</i>	UFC/mL	<4	7.0	2.0	0.0	9.0	5.0

Coliformes totales

En la Tabla 21 y en la Figura 39 se presentan los resultados de coliformes totales. En la Resolución 1618 de 2010 no se exige límite para este parámetro, pero de acuerdo con otras normativas colombianas, el valor exigido es de 0 UFC/100mL. Se observa que de los 3 muestreos realizados en cada una de las piscinas, solamente las piscinas 7 y 10 no presentan coliformes totales.

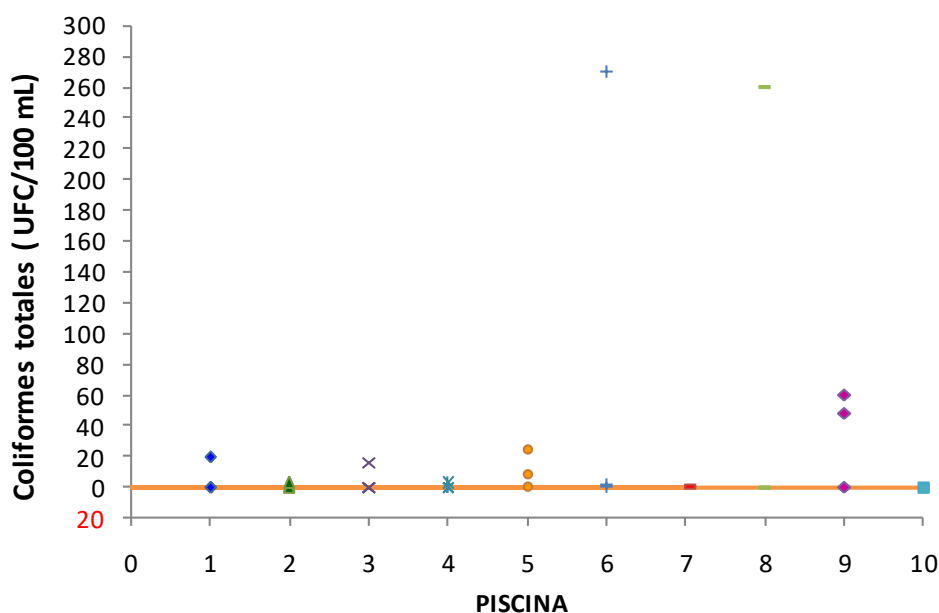


Figura 39. Resultados de coliformes totales

Coliformes fecales

En la Tabla 21 y en la Figura 40 se muestran los resultados de coliformes fecales. Solamente una de las muestras de la piscina 8, mostro un resultado positivo de 4 UFC/100 mL.

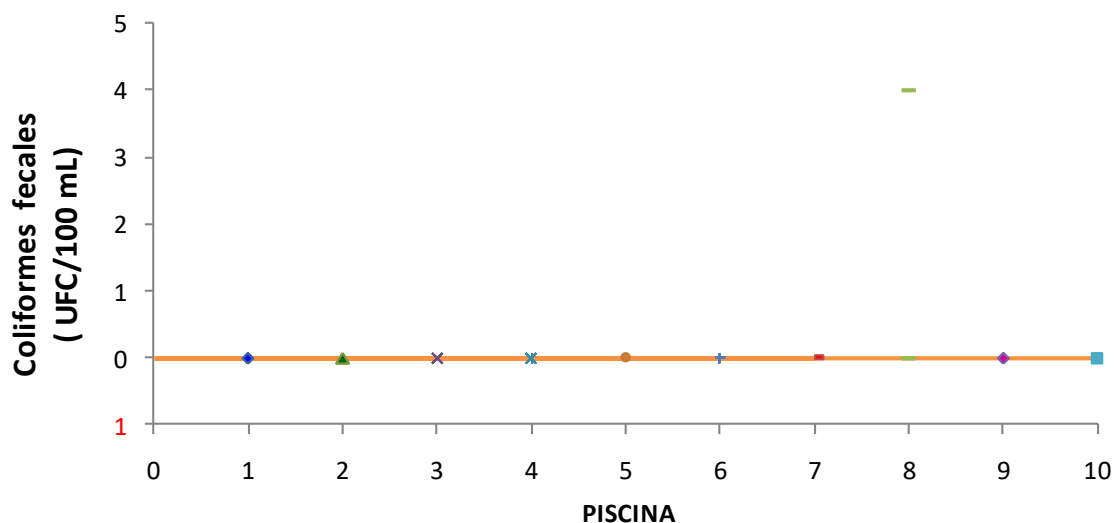


Figura 40. Resultados de coliformes fecales

Pseudomona aeruginosa

En la Tabla 21 y en la Figura 41 se muestran los resultados de pseudomona aeruginosa. Solamente uno de los muestreos de la piscina 8 dio un resultado positivo de 3 UFC/100 mL.

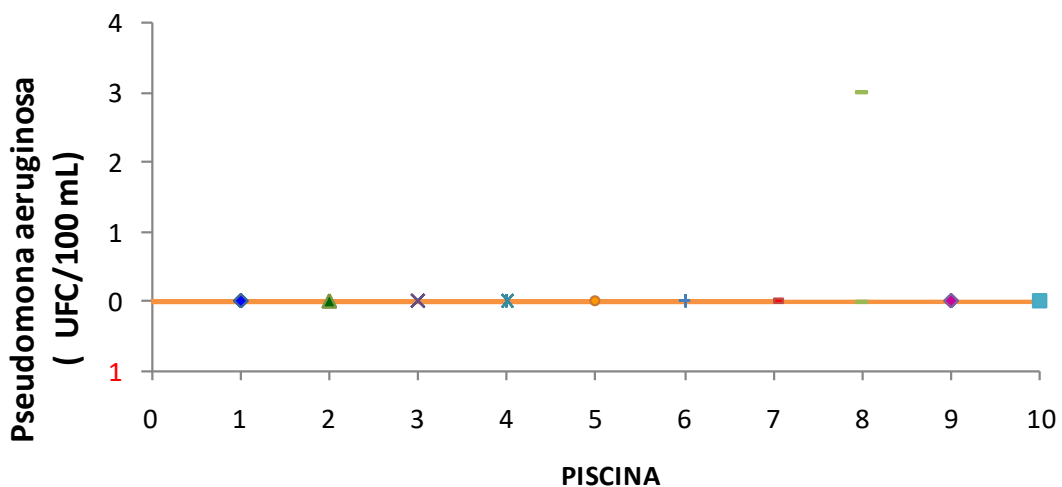


Figura 41. Resultados de pseudomona aeruginosa

Mesófilos aerobios

En la Tabla 21 y en la Figura 42 se presentan los resultados de mesófilos aerobios. Se observa que todos los conteos realizados satisfacen el límite establecido por la Resolución 1618 de 2010.

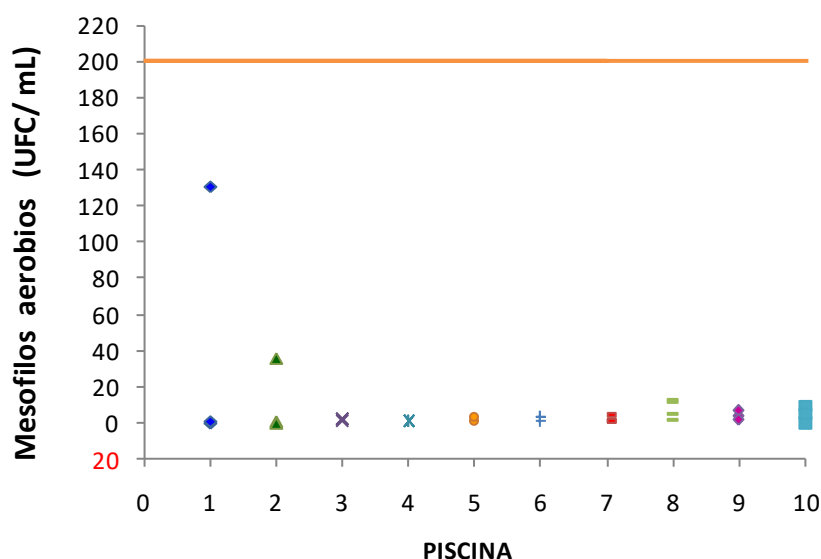


Figura 42. Resultados de mesófilos aerobios

5.7 CORRELACIÓN ENTRE CLORO LIBRE Y PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

La correlación entre cloro libre con parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales y pseudomona aeruginosa) para muestras que no satisfacen lo establecido en la Resolución 1618 de 2010, se muestra en la Tabla 22 y en la Figura 43. Esta correlación se realiza debido a que si no se realiza una buena desinfección a la piscina, conlleva a que los bañistas estén expuestos a contraer enfermedades al no tener una dosis óptima de cloro para que mate hongos y demás microorganismos.

Tabla 22. Correlación entre CL, CT, CF y PA para muestras que no satisfacen la norma

PISCINA	1	2		3	4	5			6		8	9	
MUESTRA	3	1	3	1	1	1	2	3	1	2	1	1	2
Cloro Libre (CL), mg/L	0,0	0,8	1,1	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	1,3	0,0	0,3
Coliformes Totales (CT), UFC/ mL	0,2	0,01	0,03	0,16	0,03	0,01	0,24	0,08	0,02	2,7	0,0	0,48	0,6
Coliformes Fecales (CF), UFC/100 mL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0
Pseudomona Aeruginosa (PA), UFC/100 mL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0

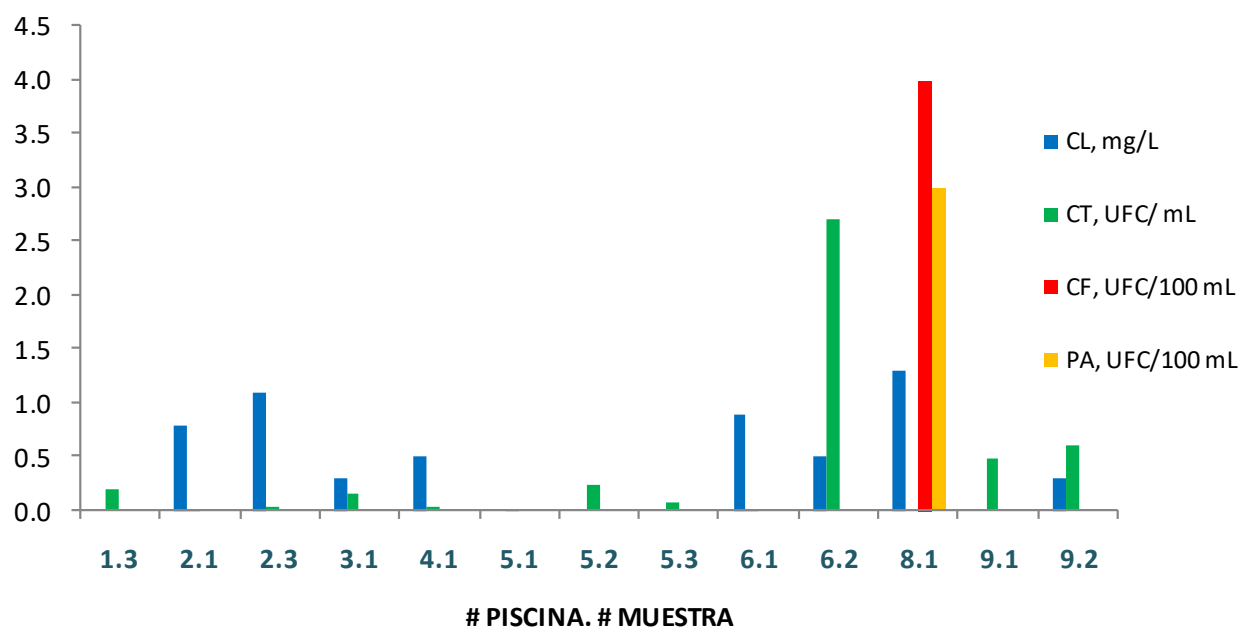


Figura 43. Correlación entre CL, CT, CF y PA para muestras que no satisfacen la norma

Como se observa en la tabla 22 y en la figura 43, las muestras con resultados de coliformes fecales y pseudomona aeruginosa inaceptables corresponden a piscinas con residuales de cloro libre inferiores a 1,5 mg/L - Cl₂.

5.8 REGISTRO SANITARIO

La Resolución 1618 de 2010 establece “*Los responsables de piscinas y estructuras similares de uso colectivo deben registrar los resultados de todos los análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, que realizaron de acuerdo con la frecuencia señalada en el presente artículo, en el libro o registro el cual debe estar vigente y disponible para la autoridad sanitaria competente, en el momento de la inspección sanitaria a la piscina y estructura similar y publicar mensualmente en un lugar visible y legible al público, los resultados analíticos efectuados al agua contenida en cada estanque*”.

Tabla 23. Registro sanitario

Respuesta	Piscina									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Libro de Registro sanitario	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No	Si

Los resultados de la tabla 23 indican que el 60% de las piscinas no tienen libro de registro sanitario.

5.9 RECIRCULACIÓN DEL AGUA

En la tabla 24, se muestra el periodo de recirculación de agua que realizan los operarios en cada una de las piscinas que operan, el cual no está reglamentado en la normativa Nacional de Piscinas, aunque comparándolo con otras normas como la de Bogotá y normas Españolas, estos periodos de recirculación satisfacen el rango convencional de 4 a 8 horas, exceptuando la piscina 7.

Tabla 24. Periodo de recirculación de agua

Respuesta	Piscina									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Periodo de recirculación	8	6	4	8	8	4	15	8	8	8

5.10 TRATAMIENTO DEL AGUA DE PISCINA

- **Coagulación**

En la Tabla 25 se muestran los coagulantes utilizados en cada una de las piscinas para realizar la coagulación. Se usa principalmente sulfato de aluminio. La piscina 2 no utiliza coagulantes sino que realiza renovación continua del agua.

- **Filtración**

Todas las piscinas utilizan filtro de arena de diferentes diámetros con mantenimiento anual.

Tabla 25. Coagulantes utilizados

PISCINA	COAGULANTE	PISCINA	COAGULANTE
1	Sulfato de aluminio granulado Tipo A	6	Clarit plus, Alkalos de Asequimicos S.A
2	No utilizan, realizan renovación de agua	7	Clarit plus de Asequimicos S.A
3	Clarit plus, Alkalos de Asequimicos S.A	8	Clarit plus de Asequimicos S.A
4	Sulfato de aluminio granulado Tipo A	9	Clarit plus, Alkalos y aveces Alkalin - chock de Asequimicos S.A
5	Clarit plus	10	Clarit plus, Alkalos de Asequimicos S.A

- **Desinfección**

Los químicos utilizados para desinfección, se muestran en la Tabla 26; los más utilizados son Pulsar Plus Briquettes- Hipoclorito de calcio al 65% y cloro estabilizado al 91%.

Tabla 26. Desinfectantes utilizados

PISCINA	DESINFECTANTE	PISCINA	DESINFECTANTE
1	Pulsar Plus Briquettes- Hipoclorito de calcio 65%	6	Cloro Estabilizado 91% (cloridex 91)
2	Pulsar Plus Briquettes- Hipoclorito de calcio 65%	7	Cloro Estabilizado 91% (cloridex 91)
3	Pulsar Plus Briquettes- Hipoclorito de calcio 65% y Cloro estabilizado 91% (cloridex 91)	8	Cloro Estabilizado 91% (cloridex 91)
4	Pulsar Plus Briquettes- Hipoclorito de calcio 65%	9	Cloro Estabilizado 91% (cloridex 91)
5	Hipoclorito de calcio granulado - Clin Clor 70%	10	Cloro Estabilizado 91% (cloridex 91)

5.11 MANTENIMIENTO DEL AGUA DE PISCINA

En la tabla 27 se muestra el procedimiento utilizado para mantenimiento por cada uno de los operarios de las piscinas. Semanalmente realizan el siguiente procedimiento:

- Limpiar el filtro y la trampa de cabello.
- Medir el pH y cloro residual.
- Ajustar el pH si es necesario.
- Lavado de paredes y bordes.
- Aplicar el coagulante.
- Dejar de recircular el agua y dejar sedimentar por doce horas.
- Recoger lentamente con una aspiradora el material sedimentado, botando el agua al drenaje.
- Una vez el agua este cristalina y transparente, se ajusta el pH y se mide.
- Aplicar el cloro y controlarlo.

Tabla 27. Procedimiento de mantenimiento

Piscina 1	Instalar manguera de aspiración, Análisis de pH y cloro. Aplicación de sulfato Tipo A, los domingos cada 15 días por 14 horas. Al día siguiente (Lunes), se realiza lavado de paredes, piso y el agua se pasa al filtro para limpiar el agua. Los días que no se realiza coagulación, solo se aspira, se lavan bordes y se desinfecta.
Piscina 2	A mitad de semana se lava el filtro y fin de semana se agrega agua nueva. La desinfección se realiza el fin de semana el día domingo donde se adiciona 4 o 5 kilos de cloro, ácido muriático para bajar el pH y lavar bordes. Esto se realiza los domingos después de las 8 o 9 de la noche.
Piscina 3	Toma de parámetros de pH y cloro, aspirado de la piscina, limpieza de bordes, lavado de filtros, trampa de cabellos, estabilización de pH y Cloro. Para la coagulación se realiza con Clarit Plus, el cual se deja sedimentar por 12 horas, luego se aspira, pero botando al drenaje el agua sedimentada y luego si se aplica el cloro estabilizado.
Piscina 4	La piscina se aspira tres veces por semana, se limpian paredes y piso con sabrás, se pasa al filtro y se realiza la desinfección. Cuando el agua está muy turbia se aplica sulfato de aluminio por 12 horas por la noche, luego se aspira y se va al drenaje el agua sedimentada y luego se pasa el agua al filtro y por último se realiza la desinfección. Cada 6 meses se renueva el agua.
Piscina 5	Se abren las llaves del cuarto de máquinas, se pone el agua para reciclar, se realiza retrolavado, enjuague y aspirado, se cierra la llave, se desnata. Los químicos se aplican a las 6 p.m hasta las 7 a.m, esto se realiza una vez por semana con clarit según el número de bañistas. La desinfección se realiza diariamente.
Piscina 6	Se realiza aspirado, toma de pH, recirculación, desnatado y filtrado. Aplicación de cloro y Alkalos. Mantenimiento y restregado de paredes 1 vez por semana.
Piscina 7	Se aplica cloro estabilizado en la noche y al otro día se aspira, luego se limpia con la nasa las hojas y mosquitos que caen, luego se lava el filtro se pone a recircular y enseguida se pasa a filtrado y se deja trabajando hasta las 8 o 9 p.m.
Piscina 8	Aspirar la piscina, lavado de filtros, quitar sobrenadantes, toma de pH y aplicación de químicos (cloro).
Piscina 9	A diario se miden parámetros, en la tarde se adicionan los químicos uno por uno, recirculando el agua después de aplicar cada uno, de acuerdo a lo que indiquen los parámetros (pH y cloro). Cuando se realiza la floculación se deja por 12 horas, al otro día se aspira y se miden parámetros nuevamente. El agua de floculación no se pasa al filtro, se aspira y el agua faltante de la piscina se completa con manguera.
Piscina 10	Aspirado total, retrolavado, desnatado, recolección de partículas flotantes en el agua, restregar paredes de la piscina, lavado de bordes, estas últimas actividades se realizan en horas de la tarde, medición de químicos y aplicación.

5.12 CARACTERÍSTICAS DE LAS PISCINAS

- **Adultos**

En la tabla 28, se muestran las características de cada una de las piscinas para adultos: longitud, ancho, profundidad y número máximo de bañistas.

Tabla 28. Características de las piscinas para adultos

Características	Piscina 1	Piscina 2	Piscina 3	Piscina 4	Piscina 5
Ancho (m)	12	12	21	12,5	10
Longitud (m)	25	25	25	25	20
Profundidad media (m)	1,10 a 1,80	1,20 a 1,45	2,1	1,30 a 1,50	0,85-1,6
Máximo # de bañistas	70	60	70	30	50
Características	Piscina 6	Piscina 7	Piscina 8	Piscina 9	Piscina 10
Ancho (m)	8	11,5	circular	9	9
Longitud (m)	15	6	circular	16	25
Profundidad media (m)	1,3	1,4	1,6 y 2,0	1,5	1,4
Máximo # de bañistas	50	50	80	30	50

A nivel nacional aún no existe reglamentación que regule las características de las piscinas, pero en Bogotá, Medellín y Cali, se exige una profundidad media para piscina de adultos y un factor de uso, como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29. Normativa de características de piscinas

CARACTERÍSTICAS	BOGOTÁ	MEDELLIN	CALI
	RESOLUCIÓN 2191 DE 1991	DECRETO 00398 DE MARZO 6 DE 2007	RESOLUCIÓN N° 4212.31.0041 DE 2006
Profundidad media (m)	1,60	1,50	1,60
Factor de uso	>1,4 m ² / persona	>2,0 m ² / persona	>= 1m ² por bañista

De acuerdo con la Tabla 30 y comparando con los valores de las características de las piscinas, se observa que las piscinas cumplen con el factor de uso no excediendo la carga de bañistas. Con respecto a la profundidad hay piscinas que presentan profundidades mayores a 1,60 m como las piscinas 1, 3 y 8.

Tabla 30. Máximo número de bañistas y profundidad media

Características	Piscina 1	Piscina 2	Piscina 3	Piscina 4	Piscina 5
Área (m ²)	300	300	525	312.5	200
Profundidad media (m)	1,10 a 1,80	1,20 a 1,45	2,10	1,30 a 1,50	0,85-1,6
Máximo # de bañistas	150 - 300	150 - 300	263 - 525	157 - 313	100 - 200
Características	Piscina 6	Piscina 7	Piscina 8	Piscina 9	Piscina 10
Área (m ²)	120	69	-	144	225
Profundidad media (m)	1,3	1,4	1,60 y 2,00	1,50	1,40
Máximo # de bañistas	60 - 120	35 - 69	-	72 - 144	113 - 225

- **Niños**

En la tabla 31, se muestran las características de cada una de las piscinas para niños.

Tabla 31. Características de las piscinas infantiles

Características	Piscina 1	Piscina 2	Piscina 3	Piscina 4	Piscina 5
Ancho (m)	Hexagonal	4	12,5	No hay	Lunar
Longitud (m)	Hexagonal	9	12,5	No hay	Lunar
Profundidad media (m)	0,7	0,6	0,9	No hay	0,5
Máximo # de bañistas	20	20	50	No hay	15
Características	Piscina 6	Piscina 7	Piscina 8	Piscina 9	Piscina 10
Ancho (m)	4	5	Circular	3	No hay
Longitud (m)	5	4	Circular	4,5	No hay
Profundidad media (m)	0,6	0,7	0,8	0,7	No hay
Máximo # de bañistas	15	30	10	15	No hay

En Medellín y Cali, se exige una profundidad media para piscinas infantiles y un factor de uso, como se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Normativa de características de las piscinas

CARACTERÍSTICAS	MEDELLIN	CALI
	DECRETO 00398 DE MARZO 6 DE 2007	RESOLUCIÓN N° 4212.31.0041 DE 2006
Profundidad media (m)	< 0,60	< 0,50
Factor de uso	>2,0 m ² / persona	>= 1m ² por bañista

De acuerdo con la tabla 33 y comparando con los valores de la tabla 31, se observa que las piscinas 9 y 7 no cumplen con el factor de uso, debido a que las áreas de estas piscinas, sobrepasan el número máximo de bañistas. Con respecto a la profundidad hay piscinas que presentan profundidades mayores a 0,60 m como las piscinas 1, 3, 7, 8 y 9.

Tabla 33. Máximo número de bañistas y profundidad media

Características	Piscina 1	Piscina 2	Piscina 3	Piscina 4	Piscina 5
Área (m ²)	Hexagonal	36	156,25	No hay	Lunar
Profundidad media (m)	0,7	0,6	0,9	No hay	0,5
Máximo # de bañistas	-	18 - 36	78 - 156	-	-
Características	Piscina 6	Piscina 7	Piscina 8	Piscina 9	Piscina 10
Área (m ²)	20	20	Circular	13,5	No hay
Profundidad media (m)	0,6	0,7	0,8	0,7	No hay
Máximo # de bañistas	10 - 20	10 - 20	-	7 - 13	-

Las 10 piscinas cuentan con ducha de preinmersión, sumidero en el fondo de la piscina, salida para la distribución y llenado con agua filtrada, conexión para la toma de agua para la limpieza de fondo, accesorios para la limpieza y barrido de fondo, equipo de filtrado y depuración del agua, desnatador, escaleras para el ingreso a la piscina e iluminación exceptuando la piscina 6 y 10. Sólo las piscinas 4, 6, 7, 8 y 9 no cuentan con lavapiés.

5.13 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PISCINA

• COSTO

El costo de operación y mantenimiento varía de una piscina a otra, siendo más costosas las piscinas de tierra fría como la 1, 2, 3 y 4, por tener calefacción. En la tabla 34, se muestran los costos de operación y mantenimiento de cada una de las piscinas.

Tabla 34. Costo mensual de operación y mantenimiento

Piscina	1	2	3	4	5
Costo mensual	\$3,000,000	\$12,500,000	\$10,000,000	\$6,000,000	\$1,500,000
Piscina	6	7	8	9	10
Costo mensual	\$500,000	\$1,200,000	\$1,500,000	\$1,000,000	\$1,500,000

• DOTACIÓN REQUERIDA

En la tabla 35 se muestran los elementos que requieren los piscineros para una buena operación de la piscina; predomina la falta de equipos para medir in situ la dureza, la alcalinidad y la turbiedad.

Tabla 35. Dotación requerida

PISCINA	ELEMENTOS FALTANTES	PISCINA	ELEMENTOS FALTANTES
1	Equipos para medir in situ calidad química del agua.	6	Accesorios
2	Equipos para medir alcalinidad, dureza y POR.	7	No responde
3	Ninguno	8	Equipo para medir alcalinidad.
4	Equipo para alcalinidad, dureza y turbiedad.	9	Elementos de seguridad del operario y equipo para medir alcalinidad y dureza.
5	Equipo para medir alcalinidad y dureza.	10	Equipos para medir in situ parámetros físicos y químicos.

• CAPACITACIONES

En la Tabla 36, se muestran las capacitaciones realizadas por cada uno de los operarios que operan las piscinas.

Tabla 36. Capacitaciones realizadas por los operarios

PISCINA	1	Tratamiento de aguas, manejo de químicos y calderas.
	2	Distribución de redes, tratamiento de agua, manipulación de químicos, mantenimiento de piscinas, etc.
	3	Manejo del agua de la piscina y productos.
	4	Manejo de químicos, mantenimiento de piscinas, dosificadores, manejo de equipos, alarmas, etc.
	5	Catálogos de proveedores de piscinas.
	6	Manejo de maquinaria, toma y control de pH, normas de seguridad de calidad del agua.
	7	Seminarios de Asequímicos en calidad del agua.
	8	Seminarios de Asequímicos S.A.
	9	Seminarios anuales por Asequímicos, mantenimiento de piscinas, aplicación de productos químicos, etc.
	10	Manejo de aguas en piscinas.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE USO DE PISCINAS

6.1 ENCUESTAS A BAÑISTAS

En total se realizaron 86 encuestas a jóvenes, adultos y niños bañistas de las piscinas. En la Tabla 37 se muestra el número de encuestas realizadas por sexo y edad.

Tabla 37. Encuestas a bañistas

Edad	Sexo	Piscina									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ADULTO	F	6	6	1	0	1	2	4	2	1	23
	M	4	5	1	1	0	1	3	1	0	16
JOVEN	F	0	2	3	0	0	3	2	0	1	11
	M	0	4	0	0	2	1	0	2	3	12
NIÑO	F	0	2	0	0	2	0	2	0	0	6
	M	2	0	7	0	1	1	0	3	4	18
Total		12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

Nota: En la piscina 10 no se presentaron bañistas durante el muestreo.

6.2 USO DE LA DUCHA

En la tabla 38 se muestran los resultados relativos a uso de la ducha y en la Figura 44 su distribución porcentual. Se observa que la mayoría de los bañistas tienen la cultura de ducharse antes de ingresar a la piscina. En las piscinas 2, 5, 6 y 7 el uso de la ducha es inferior al 100%.

Tabla 38. Uso de la ducha

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	12	18	12	1	5	3	9	8	9	77
No	0	1	0	0	1	5	2	0	0	9
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

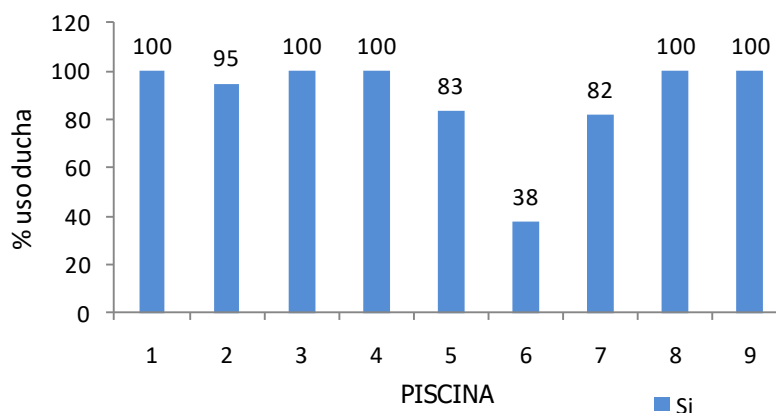


Figura 44. Distribución porcentual del uso de la ducha

6.3 USO DE LAVAPIÉS

En la

Tabla **39** se muestran los resultados pertinentes al uso de lavapiés y en la Figura 45 su distribución porcentual. Las piscinas 4, 6, 7, 8 y 9 no cuentan con lavapiés, en esta última lo estaban construyendo. Solamente en la piscina 1 se usa apropiadamente el lavapiés.

Tabla 39. Uso de lavapiés

Respuesta	Piscina				Total
	1	2	3	5	
Si	12	4	9	0	25
No	0	15	3	6	24
Total	12	19	12	6	49

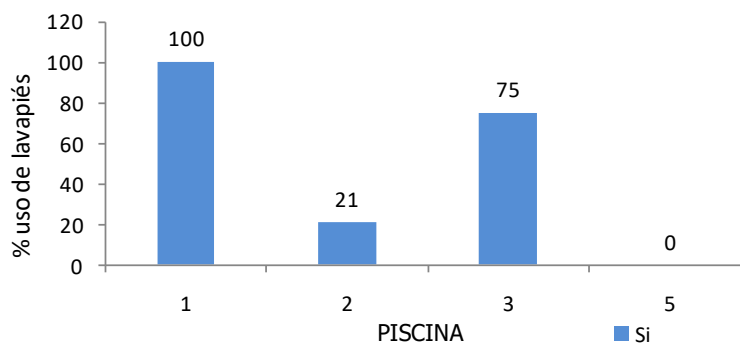


Figura 45. Distribución porcentual del uso de lavapiés

6.4 INGRESO CON CALZADO DE CALLE

En la Tabla 40 se muestra la ocurrencia de ingreso con calzado de calle y en la Figura 46 su distribución porcentual. Se observa que en las piscinas 5, 7 y 9 existe la mala práctica de ingresar con calzado de calle.

Tabla 40. Ingreso con calzado de calle

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	0	0	0	0	2	0	2	0	1	5
No	12	19	12	1	4	8	9	8	8	81
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

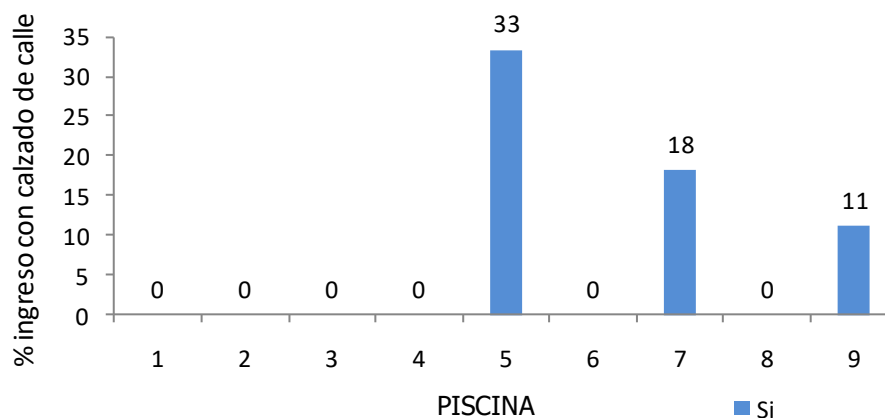


Figura 46. Distribución porcentual de ingreso con calzado de calle

6.5 USO DE SANDALIAS O CHANCLETAS EN EL ANDÉN DE LA PISCINA

En la Tabla 41 se muestran los resultados pertinentes al uso de sandalias o chancletas en el andén de la piscina y en la Figura 47 su distribución porcentual. Del total de la muestra solo el 30% de los encuestados usa sandalias o chancletas en el andén de la piscina. Se considera recomendable usarlas en el andén de la piscina para evitar contraer hongos en la piel.

Tabla 41. Uso de sandalias o chancletas en el andén de la piscina

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	1	14	5	1	1	0	2	1	1	26
No	11	5	7	0	5	8	9	7	8	60
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

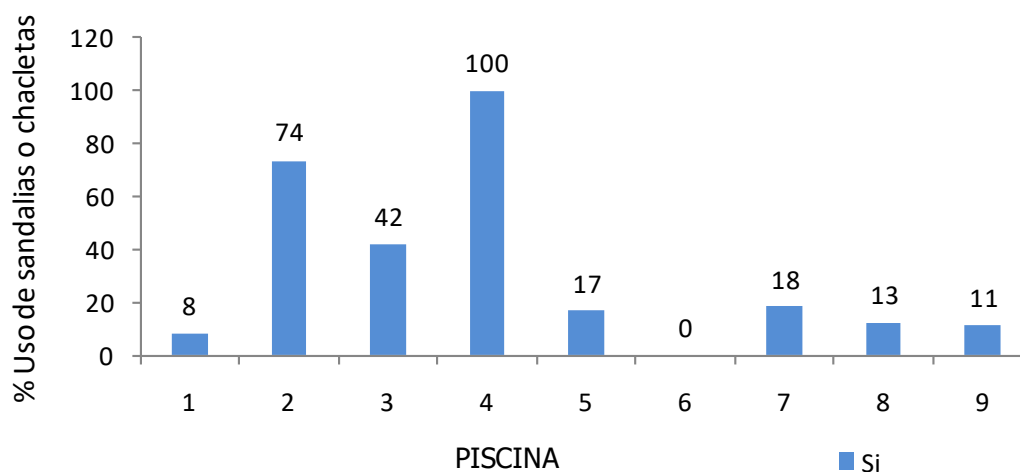


Figura 47. Distribución porcentual del uso de sandalias o chancletas

6.6 USO DE GORRO DE BAÑO

En la Tabla 42 se muestran los resultados del uso de gorro de baño y en la Figura 48 su distribución porcentual. En las piscinas 1, 2, 3 y 4 los bañistas utilizan siempre gorro de baño debido a que en estas piscinas se lleva un control riguroso de su uso. En las piscinas 5, 6, 7, 8 y 9 no se exige ni se usa adecuadamente el gorro de baño.

Tabla 42. Uso de gorro de baño

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	12	19	12	1	0	1	1	0	0	46
No	0	0	0	0	6	7	10	8	9	40
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

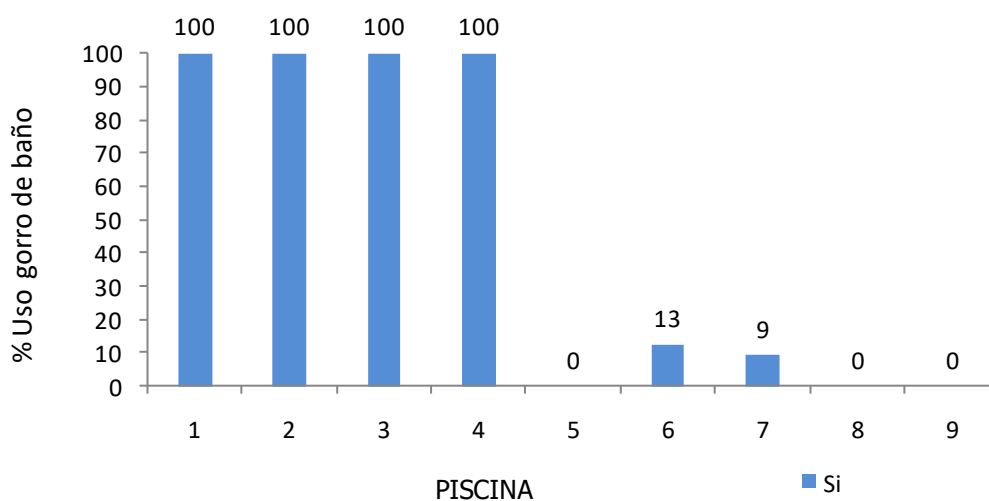


Figura 48. Distribución porcentual del uso de gorro de baño

6.7 INGRESO DE ALIMENTOS O BEBIDAS A LA PISCINA

En la Tabla 43 se muestran los resultados observados de ingreso de alimentos o bebidas a la piscina y en la Figura 49 su distribución porcentual. En las piscinas 1, 3, 5, 6, 8 y 9 se ingresa con alimentos o bebidas, práctica que no es recomendable.

Tabla 43. Ingreso de alimentos o bebidas a la piscina

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	1	0	1	0	1	2	0	2	1	8
No	11	19	11	1	5	6	11	6	8	78
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

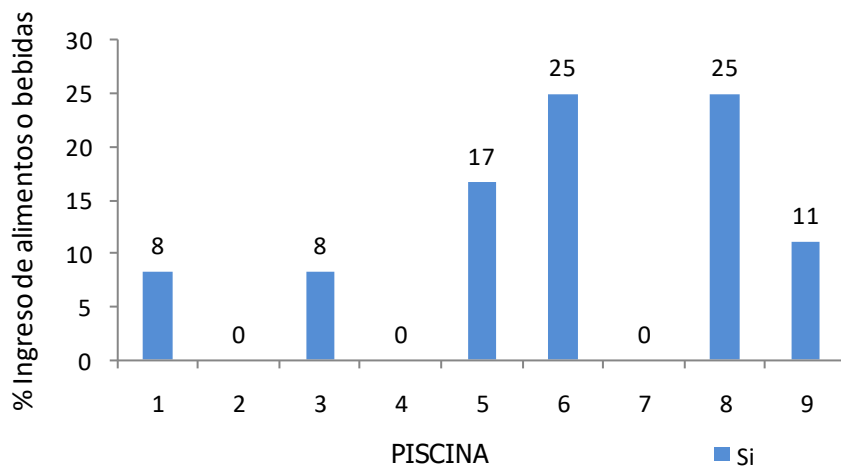


Figura 49. Distribución porcentual del ingreso de alimentos o bebidas

6.8 USO DE ACEITES, CREMAS O BRONCEADORES

En la Tabla 44 se muestran los resultados de uso de aceites, cremas o bronceadores y en la Figura 50 su distribución porcentual. Se observa que en las piscinas 2, 3, 4, 7 y 9 no usan aceites, cremas o bronceadores.

En las piscinas 1, 5, 6 y 8 se hace uso de aceites, cremas o bronceadores. Aunque la norma no prohíbe el uso de aceites, cremas o bronceadores; es recomendable desestimular su uso.

Tabla 44. Uso de aceites, cremas o bronceadores

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	2	0	0	0	3	2	0	2	0	10
No	10	19	12	1	3	6	11	6	9	76
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

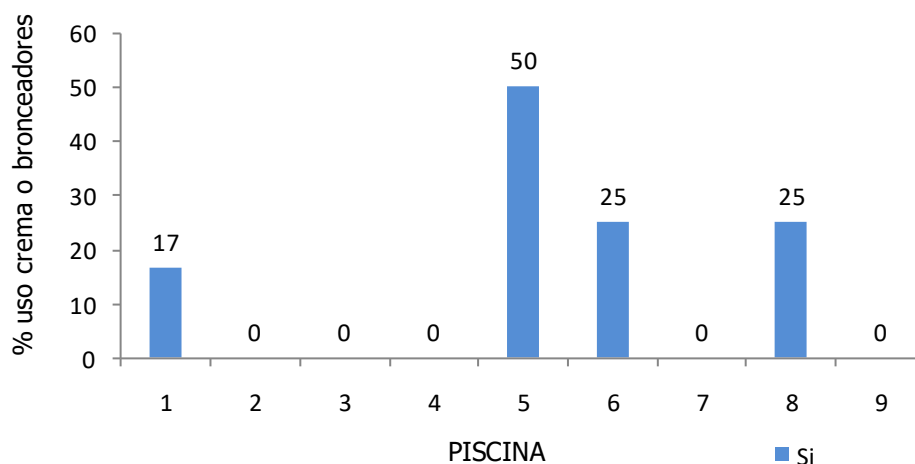


Figura 50. Distribución porcentual del uso de aceites, cremas o bronceadores

6.9 PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS

En la Tabla 45 se muestran los resultados del ingreso a piscinas con enfermedades infectocontagiosas y en la Figura 51 su distribución porcentual. Se observa que los bañistas de la piscina 1, 3, 4, 6 y 8 no ingresarían a la piscina si les diagnostican una enfermedad infectocontagiosa. Por el contrario usuarios de las piscinas 2, 5, 7 y 9 aceptarían el ingreso a la piscina con enfermedades infectocontagiosas.

Tabla 45. Ingreso a la piscina con enfermedad infectocontagiosa

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	0	1	0	0	2	0	1	0	1	5
No	12	18	12	1	4	8	10	8	8	81
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

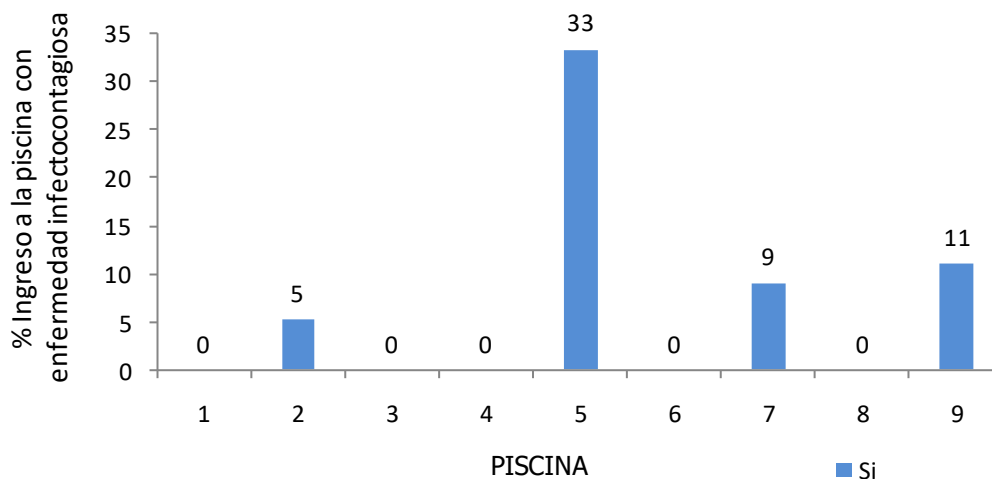


Figura 51. Distribución porcentual de ingreso a la piscina con enfermedades infectocontagiosas

6.10 USO DE TRAJE DE BAÑO ADECUADO

En la Tabla 466 se muestran los resultados correspondientes y en la Figura 52 su distribución porcentual. Se observa que en las piscinas 1, 2, 3 y 4 el 100% de los bañistas encuestados utilizan traje de baño adecuado, debido a que existe un reglamento interno riguroso de su uso. En las piscinas 5, 6, 7, 8, 9 y 10, no exigen el uso de traje de baño adecuado.

Tabla 46. Uso de traje de baño adecuado

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	12	19	12	1	2	4	5	5	3	63
No	0	0	0	0	4	4	6	3	6	23
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

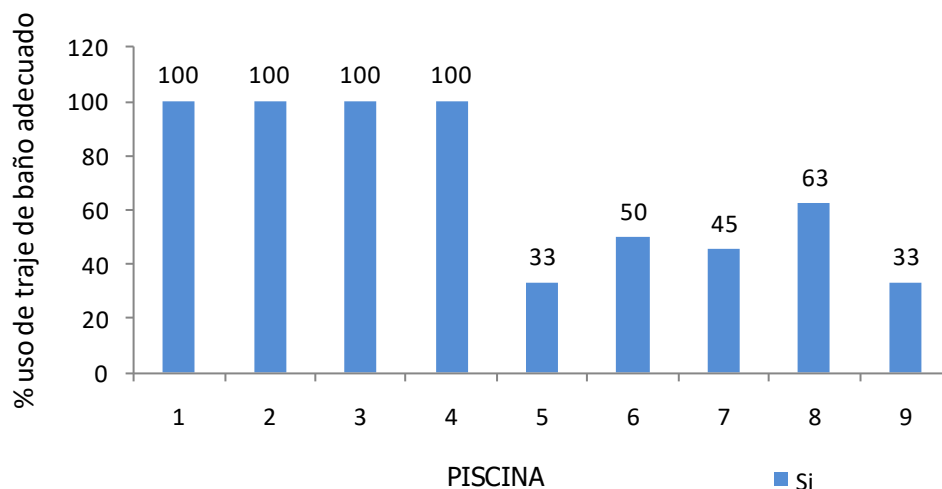


Figura 522. Distribución porcentual de uso de traje de baño adecuado

6.11 LAVADO DE ELEMENTOS PARA ENTRETENIMIENTO

En la Tabla 47 se muestran los resultados del lavado de elementos para entretenimiento y en la Figura 53 su distribución porcentual. Se observa que las piscinas 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 9, algunos bañistas hacen lavado de los elementos para entretenimiento.

Tabla 47. Lavado de elementos para entretenimiento

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	8	8	6	0	1	1	1	1	2	28
No	2	4	5	0	5	7	10	7	6	46
No usa	2	7	1	1	0	0	0	0	1	12
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

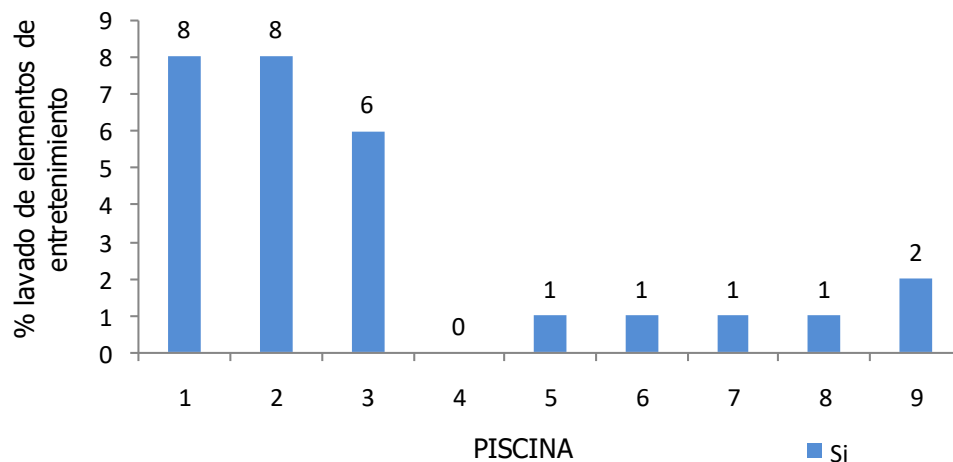


Figura 53. Distribución porcentual del lavado de elementos para entretenimiento

6.12 USO DE LA PISCINA PARA NECESIDADES FISIOLÓGICAS

En la Tabla 48 y en la Figura 54 se muestran los resultados correspondientes. Solamente en las piscinas 1, 2, 4, 5 y 9 los usuarios tienen la cultura de salir de la piscina para realizar sus necesidades fisiológicas.

Tabla 48. Uso de la piscina para necesidades fisiológicas

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	0	0	1	0	0	2	2	2	0	7
No	12	19	11	1	6	6	9	6	9	79
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

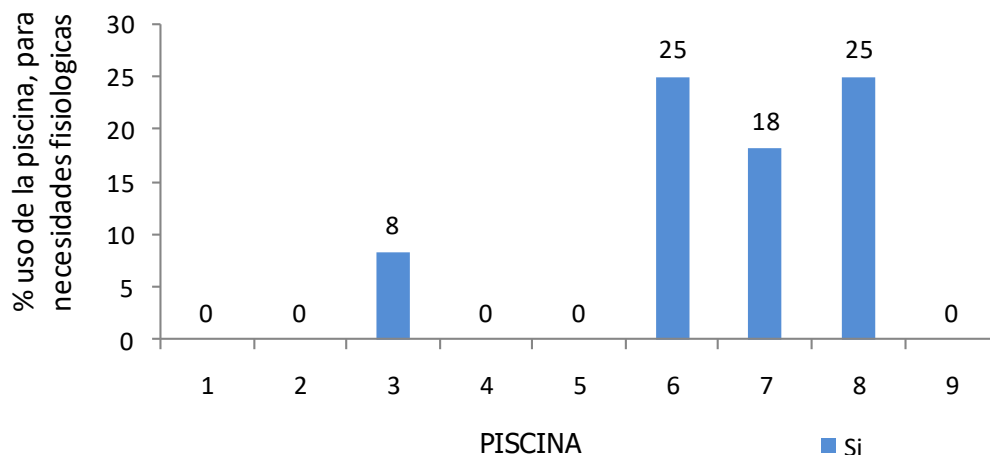


Figura 54. Distribución porcentual del uso de la piscina para necesidades fisiológicas

6.13 REUSO DE LA DUCHA

En la Tabla 49 y en la Figura 55 se incluyen los resultados del reuso de la ducha cada vez que el bañista sale del área de piscina. Se observa que en la mayoría de las piscinas los bañistas no tienen la cultura del reuso de la ducha.

Tabla 49. Reuso de la ducha

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	7	14	8	1	0	3	0	1	1	35
No	5	5	4	0	6	5	11	7	8	51
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

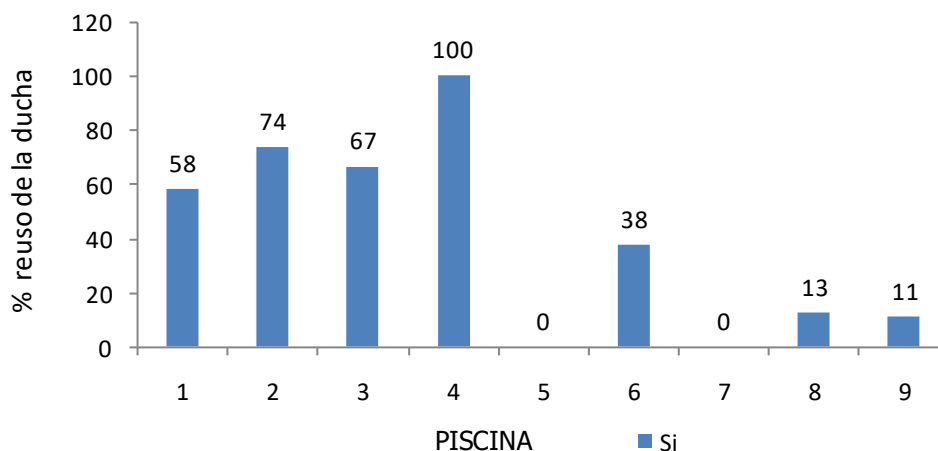


Figura 55. Distribución porcentual del reuso de la ducha

6.14 INCIDENCIA DE ENFERMEDADES

En la Tabla 50 se muestran los resultados de la encuesta sobre incidencia de enfermedades por el uso de piscina. Solamente 6 de los 86 encuestados, es decir, solo un 7% ha adquirido enfermedades por uso de piscina.

Tabla 50. Incidencia de enfermedades

Respuesta	Piscina									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Si	2	2	1	0	0	1	0	0	0	6
No	10	17	11	1	6	7	11	8	9	80
Total	12	19	12	1	6	8	11	8	9	86

En la tabla 51 se incluyen las enfermedades adquiridas por el uso de piscina.

Tabla 51. Enfermedades adquiridas en piscinas

Enfermedades	Número de bañistas
Hongos	1
Irritación de ojos	1
Conjuntivitis	2
Hongos en los pies y en la piel	1
Otitis	1
Total	6

6.15 CONDICIONES DE INGRESO

Las condiciones que usualmente exigen los bañistas para ingresar a una piscina, se resumen en la Tabla 52, donde los usuarios en cada una de las piscinas exigen que el agua sea clara y limpia.

Tabla 52. Condiciones de ingreso

PISCINA	CONDICIONES DE INGRESO
1	Agua clara, color y temperatura.
	Agua limpia, transparente y no verdosa.
	Agua tibia, no tenga turbiedad y clara.
	La utilización de gorro de baño.
	No esté muy llena.
	Que el agua este limpia y no tenga natas.
	Que la piscina tenga buen aspecto estético.
	Restringir el uso de bermudas para el ingreso de bañistas.
	Salvavidas.
2	Agua clara y fondo visible.
	Agua cristalina sin partículas.
	Agua limpia y mejorar las áreas alrededor de la piscina, que estén limpias.
	Agua previamente tratada.
	Agua tibia, limpia, transparente y condiciones higiénicas aceptables.
	Bordes limpios, agua clara y temperatura adecuada.
	Carriles para nadar.
	Que el agua sea visible y de color azul.
	Que no haya turbiedad en el agua.
	Transparente el agua, que no esté de color verdosa.

Tabla 52. Condiciones de ingreso (continuación)

PISCINA	CONDICIONES DE INGRESO
3	Agua azul y bordes limpios de la piscina.
	Agua clara y temperatura de 29 °C.
	Agua limpia y que tenga cloro.
	Agua tibia y de color azul claro.
	Temperatura del agua adecuada y agua limpia.
	Tibia y de color azul porque a veces aparece como amarilla.
4	Agua limpia y que tenga buena claridad y transparencia.
5	Este aseada y cumpla con los estándares de calidad.
	Que el agua este limpia y caliente y que tenga rodadero.
	Que el agua este limpia y no tenga mucho cloro.
6	Agua clara.
	Aseada y marcas para ver si este honda.
	La limpieza y no haya muchos bañistas
	La piscina no esté tan honda.
	No esté sucia y no tenga tanto cloro.
	El usuario se duche primero y vaya al baño.
7	Ducharse antes de meterse a la piscina
	Que el agua este limpia y no esté turbia
	Que esté limpio y no haya tanta gente
8	Agua tibia, de color azul y fondo visible.
	Color azul y no tenga mucho cloro.
	El agua esté buena, no tenga mal olor como las piscinas termales.
	Esté limpia e higiénica.
	Tenga agua tibia y muy limpia
9	Este limpia y no esté sucia.
	Limpieza de la piscina
	Salir adecuadamente para ir al baño
	Tibia, color azul y limpia.

7 CONCLUSIONES

Este trabajo permitió caracterizar parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de piscinas de uso público, donde se analizó y evaluó el cumplimiento de los parámetros exigidos en la Resolución 1618 de 2010.

En todas las piscinas los operarios realizan por lo menos una vez al día una inspección visual del color del agua, cumpliendo con la frecuencia mínima establecida en la Resolución 1618 de 2010. En 9 de las 10 piscinas se controla **material flotante** por lo menos una vez al día cumpliendo con la frecuencia mínima establecida en la Resolución Nacional. Con respecto a **transparencia y olor**, los operarios cumplen con lo exigido en la Resolución Nacional.

En las encuestas realizadas a operarios se evidenció la falta de conocimiento de los límites de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional.

De acuerdo a las encuestas realizadas a operarios, se evidenció que algunas piscinas no cuentan con los elementos necesarios para realizar las lecturas de parámetros in situ de alcalinidad, dureza, turbiedad y Potencial de Oxidación – Reducción (ORP).

El 80% del total de las muestras cumple con lo establecido en la Resolución 1618 de 2010, de tener un color aceptable en las piscinas.

El 73% del total de las muestras cumple con lo establecido en la Resolución 1618 de 2010, de tener una transparencia con fondo visible.

El 100% del total de las muestras, cumple con lo establecido en la Resolución 1618 de 2010, de tener un olor aceptable.

El 97% del total de las muestras, cumple con lo establecido en la Resolución 1618 de 2010, de tener ausente material flotante.

Con una frecuencia del 20% los valores medidos de p H son inferiores a 7,0 y con una frecuencia del 10% son superiores a 8,0. Sólo un 70% de los valores de pH cumplen con la Resolución 1618 de 2010.

La temperatura para las piscinas climatizadas varía de 28 a 33 °C y en las piscinas al aire libre de 20 °C a 23 °C.

Con el 98% de probabilidad los valores medidos de conductividad cumplen con lo exigido en la Resolución 1618 de 2010 de 2400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las piscinas muestreadas cumplen con el límite establecido de turbiedad de 2 UNT con una probabilidad del 95%.

El límite establecido de 140 mg/L para alcalinidad, se cumple con un 92% de probabilidad en las piscinas muestreadas.

Con una probabilidad del 54%, las piscinas cumplen el límite establecido de 1 a 3 mg/L- Cl_2 .

El límite establecido de 0,3 mg/L- Cl_2 de cloro combinado, se excede con una probabilidad del 80%, indicando que la mayoría de las piscinas no cumplen con el valor exigido.

En la Figura 34 se muestran los resultados de dureza. Se observa que las piscinas 1, 2, 3 y 4 no cumplen el límite exigido de 400 mg/L CaCO_3 por el uso de hipoclorito de calcio como desinfectante.

El límite establecido de dureza de 400 mg/L CaCO_3 se sobrepasa con una probabilidad del 30%, correspondiente a piscinas que utilizan como desinfectante hipoclorito de calcio que aportan al agua iones de calcio causantes de la dureza en el agua.

En la totalidad de las piscinas se observaron siempre valores de cloruros inferiores a 1000 mg/L- Cl^- , valor que se puede considerar aceptable para la mayoría de los casos ⁽³³⁾.

La piscina 3 presenta agua con tendencia incrustante con un $\text{ISL} > 0,5$ y las piscinas 4, 5, 7 y 9 presentan agua con tendencias corrosivas con un $\text{ISL} < -0,5$. Las piscinas 1, 2, 6, 8 y 10 presentan agua totalmente balanceada con un ISL con un rango entre +0.5 y -0.5.

Las piscinas 4, 5 y 7, presentaron valores de pH por debajo de 7.0 ocasionando que el agua sea corrosiva, como lo evidencia el cálculo del índice de saturación de Langelier (ISL) cuyos valores fueron < 0 .

En las visitas y en las encuestas realizadas a las diferentes piscinas del Municipio de Pacho se evidencio que no se lleva registro del análisis del agua por parte de sus operarios.

Solamente una de las muestras de la piscina 8, mostro un resultado positivo de 4 UFC/100 mL de coliformes fecales.

Solamente uno de los muestreos de la piscina 8 dio un resultado positivo de 3 UFC/100 mL de pseudomona aeruginosa, organismo patógeno causante de otitis. Todos los conteos realizados de mesofilos aerobios satisfacen el límite establecido por la Resolución 1618 de 2010.

Las muestras con resultados de coliformes fecales y pseudomona aeruginosa inaceptables corresponden a piscinas con residuales de cloro libre inferiores a 1,5 mg/L - Cl_2 .

El 60% de las piscinas no tienen libro de registro sanitario.

Los químicos más utilizados para desinfección de las piscinas son Pulsar Plus Briquettes- Hipoclorito de calcio al 65% y cloro estabilizado al 91%.

Se evidencio la falta de equipos en las piscinas para medir in situ dureza, alcalinidad, conductividad y turbiedad.

Las 10 piscinas de estudio cuentan con ducha de preinmersión, sumidero en el fondo de la piscina, salida para la distribución y llenado con agua filtrada, conexión para la toma de agua para la limpieza de fondo, accesorios para la limpieza y barrido de fondo, equipo de filtrado y depuración del agua, desnatador, escaleras para el ingreso a la piscina e iluminación, exceptuando la piscina 6 y 10. Sólo las piscinas 4, 6, 7, 8 y 9 no cuentan con lavapiés.

Se observa que la mayoría de los bañistas tienen la cultura de ducharse antes de ingresar a la piscina. En las piscinas 2, 5, 6 y 7 el uso de la ducha es inferior al 100%.

Se observa que en las piscinas 5, 7 y 9 existe la mala práctica de ingresar con calzado de calle.

Del total de la muestra solo el 30% de los encuestados usa sandalias o chancletas en el andén de la piscina. Se considera recomendable usarlas en el andén de la piscina para evitar contraer hongos en la piel.

En las piscinas 1, 2, 3 y 4 los bañistas utilizan siempre gorro de baño debido a que en estas piscinas se lleva un control riguroso de su uso. En las piscinas 5, 6, 7, 8 y 9 no se exige ni se usa adecuadamente el gorro de baño.

En las piscinas 1, 3, 5, 6, 8 y 9 se ingresa con alimentos o bebidas, práctica que no es recomendable.

En las piscinas 1, 5, 6 y 8 se hace uso de aceites, cremas o bronceadores. Aunque la norma no prohíbe el uso de aceites, cremas o bronceadores; es recomendable desestimular su uso.

Se observa que en las piscinas 1, 2, 3 y 4 el 100% de los bañistas encuestados utilizan traje de baño adecuado, debido a que existe un reglamento interno riguroso de su uso. En las piscinas 5, 6, 7, 8, 9 y 10, no exigen el uso de traje de baño adecuado.

Solamente en las piscinas 1, 2, 4, 5 y 9 los usuarios tienen la cultura de salir de la piscina para realizar sus necesidades fisiológicas.

Se observa que en la mayoría de las piscinas los bañistas no tienen la cultura del reuso de la ducha.

Solamente 6 de los 86 encuestados, es decir, solo un 7% ha adquirido enfermedades por uso de piscina, como hongos, irritación de los ojos, conjuntivitis, hongos en los pies y en la piel y otitis.

Las condiciones que usualmente exigen los bañistas para ingresar a una piscina es que el agua sea clara y limpia.

8 RECOMENDACIONES

Exigir a los operadores de piscinas el uso del libro de registro sanitario.

Exigir el conocimiento de la norma a los operadores de piscinas.

Exigir a los administradores de piscinas realizar los ensayos físico - químicos y microbiológicos, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 1618 de 2010.

Exigir a los usuarios el uso de traje de baño adecuado y apropiado, uso de calzado específico para piscinas, como sandalias o chancletas, uso de gorro de baño, uso de duchas antes de ingresar a la piscina para eliminar gérmenes y partículas, uso de lavapiés al ingreso de la piscina, no ingresar alimentos o bebidas en el área de piscina, prohibir el acceso a personas que presenten heridas, laceraciones o infecciones de la piel, prohibir el ingreso de animales, prohibir la entrada a la zona de baño con ropa o calzado de calle, prohibir arrojar desperdicios o basuras en la piscina y no sobrepasar el aforo de usuarios máximo para evitar deterioro en la calidad del agua que puedan ocasionar enfermedades con infecciones dérmicas, de mucosas y gástricas.

Como aporte a las recomendaciones se diseñó una Guía para el Manejo y Control de la Calidad del Agua en Piscinas de Uso Público, para brindar a operadores y bañistas una herramienta adecuada para la operación, mantenimiento y uso de la piscina de acuerdo a lo exigido en la normativa nacional. (Ver numeral 9).

9 GUIA PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PISCINAS DE USO PÚBLICO

La Guía para el Manejo y Control de la Calidad del Agua en Piscinas de Uso Público, está compuesta por:

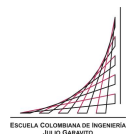
Requisitos de control: Donde se describe principalmente el tratamiento del agua, mantenimiento de la piscina, requerimientos para el control de la calidad del agua, cálculo del índice de saturación de Langelier, laboratorios de agua, equipos para análisis, requerimientos que se deben tener en cuenta para llevar el registro en el libro de registro sanitario, cálculo del índice de riesgo del agua- IRAPI y medidas correctoras cuando se presentan problemas en el tratamiento del agua.

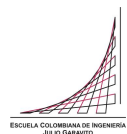
Requisitos de uso: Se describe los requisitos de uso que deben tener los bañistas al ingreso de la piscina.

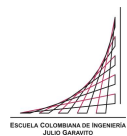
Requisitos de construcción: Se describen los principales requerimientos para la construcción de una piscina, con base a normativa nacional e internacional.

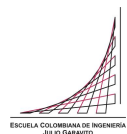
Fichas: técnica como de control de agua, diseñada como apoyo para llevar el libro de registro sanitario.

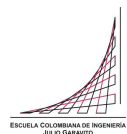
A continuación se presenta el diseño de la guía.

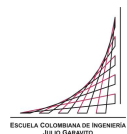


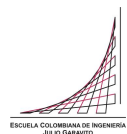


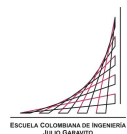


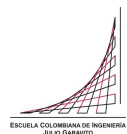


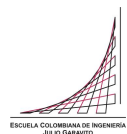












BIBLIOGRAFÍA

- (1) ACODAL., Curso de Operación y Mantenimiento de Piscinas, 23 - 24, julio de 2009, Cali - Colombia.
- (2) Alcaldía de Medellín Colombia - Secretaría de Salud., Decreto 1589 de septiembre 18 de 2007 por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 00398 de marzo 6 de 2007 que reglamentó la vigilancia y el control de las piscinas de uso público y de uso restringido y creó el programa de vigilancia y control de piscinas, p.p. 1 – 13, Disponible en internet: <http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/anexos/img/pdf/DECRETO%201589%20DE%202007.pdf>.
- (3) Almeida, Valeria y Nunes, Marly., Presence of Aeromonas trota in Aquatic Environment, Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Vol. 90(4) 449, julio – agosto, 1995, Disponible en internet: [http://www.scielo.br/pdf/mioc/v90n4/vol90\(f4\)_019.pdf](http://www.scielo.br/pdf/mioc/v90n4/vol90(f4)_019.pdf).
- (4) APHA, AWWA, WEF., Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 st edition, American Public Health Association, Washington, DC., 2005.
- (5) Aquacheck., Glosario, Disponible en internet: <http://www.aquacheck.com/spanish/glossary.asp>.
- (6) Asequimicos S.A., Manual para el Cuidado del Agua de su Piscina, Sexta edición, p.p 19.
- (7) Bayona Moncada, Hernando., Operación y Manejo de Piscinas, Editorial Lemoine, Bogotá – Colombia.
- (8) Bayona Moncada, Hernando., Piscinas, Editorial de Cafam, Bogotá – Colombia, 1993.

- (9) Blanes, Octavio., Manual de Instalación de Piscinas, 2ª ed, Barcelona-España, Ediciones Ceac S.A., 1984.
- (10) Congreso de Colombia., Ley 1209 de julio 14 de 2008 por medio de la cual se establecen normas de seguridad en piscinas, Bogotá, 2008, Disponible en internet: <http://www.mcadmon.com/Ley7.htm>.
- (11) Consejo de Salud de España., Decreto 23 de febrero 23 de 1999 por el que se aprueba el reglamento sanitario de las piscinas de uso colectivo, Comunidad Autónoma de Andalucía, 1999, Disponible en internet: <http://www.mcadmon.com/Ley7.htm>.
- (12) Consejo de Salud y Servicios Sanitarios de España., Decreto 26 de abril 3 de 2003 por el que se aprueba el reglamento técnico sanitario de piscinas de uso colectivo, Comunidad Autónoma de Asturias, 2003, Disponible en internet: <http://www.atagua.es/documentacion.pdf>.
- (13) Consejo de Sanidad de España., Decreto 72 de julio 24 de 2008 por el que se aprueba el reglamento sanitario de piscinas de uso colectivo. Comunidad Autónoma de Cantabria, 2008, Disponible en internet: <http://www.msc.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/piscinas/pdf/CantabriaDecretoPisc2009.pdf>.
- (14) Consejería de Sanidad, Bienestar Social y Trabajo de España., Decreto 50 de mayo 19 de 1993 por el que se regulan las condiciones higiénico – sanitarias de las piscinas de uso público, Aragón, 1993, Disponible en internet: <http://www.deportedigital.galeon.com/legislacion/regpisaragon.htm>.
- (15) Consejería de Sanidad y Seguridad Social de España., Decreto 53 de mayo 18 de 1995 por el que se aprueban las condiciones higiénico -sanitarias de las piscinas de los establecimientos de alojamientos turísticos y de las de uso colectivo en general, Comunidad Autónoma de Isla Baleares, 1995, Disponible en internet: http://www.cief.es/consellPortal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_424_1.pdf.

- (16) Consejería de Sanidad de España., Decreto 119 de 2 de Septiembre de 2010, que modifica parcialmente el Decreto 212 de 15 de noviembre de 2005, por el que se aprueba el reglamento sanitario de piscinas de uso colectivo, Comunidad Autónoma de Islas Canarias, 2005, Disponible en internet: <http://sid.usal.es/idocs/F3/LYN8499/3-8499.pdf>.
- (17) Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de España., Decreto 80 de mayo 14 de 1998 por el cual se regulan las condiciones higiénico sanitarias de piscinas de uso colectivo, Comunidad de Madrid, 1998, Disponible en internet: http://www.enformate.org/imagenes/cursos/Piscinas-de-la-Comunidad-de-Madrid-D-80-1998_71.pdf.
- (18) Department of Environmental Health de Australia., Pool operators' handbook, Virginia, 2008, Disponible en internet: http://www.health.vic.gov.au/environment/downloads/pool_operators.pdf.
- (19) Department of State Health Services de Estados Unidos., Standards for Public Swimming Pools & Spas, Texas, 2005, Disponible en internet: <http://www.co.grayson.tx.us/Health%20Department/Pool-Operator-Handbook.pdf>.
- (20) DIN 19643., Preparación y Desinfección de la Natación y las Piscinas de Baño, Treatment of water of swimming-pools and baths, Alemania, 1997.
- (21) Equipo de Expertos 2100. Manual Práctico de Mantenimiento de Piscinas: Cómo Conservarlas Limpias, Higiénicas y Funcionales, Editorial de Vecchi, S.A., Barcelona – España, 1990.
- (22) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación., Presentación de Tesis, Trabajos de Grado y Otros Trabajos de Investigación, NTC 1486. Sexta actualización, Bogotá D.C., ICONTEC, 2008, p.p.1-34.

- (23) Manual de Mantenimiento para Encargados de Piscinas., Disponible en internet: http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1162312277801&language=es&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA_pintarContenidoFinal&vest=1156826985663.
- (24) MILLIPORE., Análisis Microbiológico, Edición 2005, Madrid- España.
- (25) Ministerio de Protección Social de Colombia., Resolución 1618 de mayo 7 de 2010 por la cual se reglamenta parcialmente el Decreto 2171 de 2009, Bogotá, D.C., p.p. 1 – 15, Disponible en internet: <http://www.scribd.com/doc/31557093/Resolucion-1618-de-mayo-7-de-2010>.
- (26) Ministerio de la Protección Social de Colombia., Decreto número 2171 de junio 10 de 2009 por medio del cual se señalan medidas aplicables a las piscinas y estructuras similares de uso colectivo y de propiedad privada unihabitacional y se dictan otras disposiciones, Bogotá, D.C., 2009.
- (27) Ministerio de Salud de Chile., Decreto 209 de julio 5 de 2002 por el cual se aprueba el reglamento de piscinas de uso público, 2002, Disponible en internet: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=217014>.
- (28) Muñoz Victor, Reyes Hernan, Toche Paola y Otros. Aislamiento de Amebas de Vida Libre en Piscinas Públicas de Santiago de Chile, Parasitol Latinoam 58, 2003, Disponible en internet: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-77122003000300003&script=sci_arttext.
- (29) Otalora Acosta, Martha Lucía, Nieto Gaviría, Fanny Yaneth, Agudelo Méndez y Zaira Liliana., Programa de Vigilancia y Control de la Piscina del Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, Revista Aquichan, Universidad de la Sabana, 2005, p.p 138 – 147, Disponible en internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=74150114>.

- (30) Presidente de la República de Colombia., Decreto 1594 de junio 26 de 1984 por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI - parte III - libro II y el título III de la parte III - libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C., 1984, p.p 15 – 16, Disponible en internet: <http://www.fenavi.org/fenavi/admin/uploaded/file/Decreto-1594-1984.pdf>.

- (31) Presidencia de la República y Ministerio de Salud de Perú., Decreto Supremo N° 007 de marzo 31 de 2003, Reglamento sanitario de piscinas, 2003, Disponible en internet: http://www.muniplibre.gob.pe/DS_007-2003%20PISCINAS.pdf.

- (32) Ramos Cusa, Juan., Piscinas, 14º ed, Ediciones CEAC S.A., Barcelona – España, 1974.

- (33) Romero Rojas, Jairo Alberto., Calidad del Agua, 2º ed, Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, 2002.

- (34) Secretaría Distrital de Salud de Bogotá Colombia., Resolución 2191 de octubre 4 de 1991 por la cual se reglamenta la vigilancia y el control de piscinas, Bogotá, D.C., 1991, p.p.1-27, Disponible en internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=29632>.

- (35) Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali - Colombia., Resolución N° 4212.31.0041 de marzo 2 de 2006 por medio del cual se establecen las normas y disposiciones sanitarias para la vigilancia y control de aguas y establecimientos de uso recreativo, Municipio de Santiago de Cali, 2006, p.p. 1-21, Disponible en internet: http://calisaludable.cali.gov.co/files_pub/RES_4212310041.pdf.

- (36) Senado y Cámara de Diputados de Argentina., Proyecto Ley 114-D-2007, Piscinas de uso público, regulación y cumplimiento de las normas sanitarias: definiciones, requisitos para habilitación y sanciones, 2007, Disponible en internet: <http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=Si&numexp=2114-D-2007>.

- (37) Tamminen, Terry., The Ultimate Guide to Pool Maintenance, 3º ed, McGraw – Hill, United States of America, 2007.

- (38) The Health Districts Act de Canada., The Swimming Pool Regulations de abril de 1999, Regina, Saskatchewan. Disponible en internet: <http://www.qp.gov.sk.ca/documents/English/Regulations/Regulations/P37-1R7.pdf>.

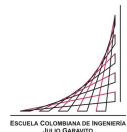
- (39) Water Science & Technology., Volumen 60, Número 12 – 2009, IWA Publishing, ISSN 0273 – 1223, p.p 3101.

- (40) World Health Organization, (WHO 2006)., Guidelines for safe recreational water environments, Volume 2: Swimming pools and similar environments, 2006, Disponible en internet: <http://www.who.int/watersanitationhealth/bathing/bathing2/en/>

ANEXOS

- Anexo 1.** Normas de diseño y construcción de piscinas de uso público.
- Anexo 2.** Normas de calidad del agua en piscinas de uso público.
- Anexo 3.** Formato encuesta a operarios de piscinas.
- Anexo 4.** Encuesta a operarios de piscinas.
- Anexo 5.** Formato encuesta a bañistas de piscinas.
- Anexo 6.** Encuesta a bañistas de piscinas.
- Anexo 7.** Registro fotográfico.

Los anexos del 3 al 7 se incluyen en el CD incorporado con este informe.



ANEXO 1

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS DE USO PÚBLICO