



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La travesía natatoria al Lago San Pablo, se ha venido desarrollando desde el año de 1940 en forma regular, pero sin lineamientos científicos que regulen la participación de nadadores, ya que esta competencia tiene una particularidad especial. La prueba se ejecuta en aguas frías a diferencia de la mayoría de competencias en el País. Cabe recalcar que del total general, el 75% de competencias mundiales en aguas abiertas se realizan en aguas con temperaturas bajas.

Es importante también mencionar la inexistencia de estudios realizados durante el desarrollo del cruce al Lago San Pablo, especialmente en los aspectos fundamentales a considerar con el fin de mejorar el nivel deportivo y técnico de nuestros deportistas en los campos tales como: nutrición, preparación física, preparación psicológica, entrenamiento deportivo especializado, dirección técnica y recuperación.

En la actualidad la preparación y el entrenamiento de los nadadores de aguas abiertas es muy compleja, debido a que se debe tomar en cuenta, las condiciones ambientales del entorno donde se va a realizar la competencia y enlazarlos con la planificación, entrenamiento y acondicionamiento de los deportistas.

Un manejo insipiente o erróneo de todo este engranaje, no solo que puede disminuir la eficiencia de la preparación del nadador, sino que



también puede evocar degeneraciones o trastornos fisiológicos en los diferentes sistemas del organismo y con la probabilidad de transformarse en una lesión traumática con graves repercusiones posteriores.

La realización de las competencias en esta especialidad en distintas regiones del mundo, plantea al nadador la necesidad de adaptarse a grandes cargas de entrenamiento y competición, por sobre todo en condiciones de bajas temperaturas. El frío del agua es el principal factor externo que puede producir serias complicaciones al organismo del nadador como la hipotermia, dolor de cabeza agudo, desorientación, estrés y mareo. Lo que conlleva a malos resultados y en algunos casos al abandono de la competencia.

Se debe destacar el hecho de que una disminución de la temperatura corporal interna produce una reducción sustancial del consumo máximo de oxígeno (VO_2), del ritmo y frecuencia cardiaca, del rendimiento eficiente en el trabajo y naturalmente la reducción de la capacidad de ejecución del ejercicio físico.

Por ejemplo en un nadador bien entrenado, durante la disminución de la temperatura interna en un grado centígrado ($1^{\circ}C$); el VO_2 máx. Le disminuye en un 5 o 6 %, la frecuencia cardiaca lo hace en 8 contracciones por minuto y la capacidad para el trabajo, durante la ejecución de trabajos continuos de carácter aeróbico disminuye en un 20%¹.

Conviene prestar especial atención a la pérdida de calor durante la estancia dentro del agua, que es aproximadamente cuatro veces más elevada que el aire a la misma temperatura. Este fenómeno que está

¹ PLATANOV, Vladimir, "Entrenamiento en condiciones extremas" Pág. 133



condicionado por la elevada conductividad térmica del agua. Por eso, el enfriamiento durante una larga estancia en el agua fría aumenta notablemente.

Aquí es importante remarcar “Que durante la disminución de la temperatura corporal a mas de 34,5^o C, el hipotálamo paulatinamente pierde las capacidades termo reguladoras del organismo, llegando a la perdida total de conciencia cuando la disminución de la temperatura corporal alcanza los 30^o C².

Por lo anteriormente expuesto se hace necesario plantear una seria investigación para determinar propuestas que vayan en beneficio de esta especialidad deportiva y más aún en precautelar la salud e integridad de los nadadores a través de una seria dirección de la preparación y entrenamiento deportivo, especialmente para disminuir los efectos psicológicos negativos que producen la baja temperatura del agua del Lago San Pablo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“La temperatura del agua **incide** en el rendimiento deportivo de los nadadores durante la travesía internacional del Cruce al Lago San Pablo”

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de este trabajo de investigación radica en poder contribuir como un aporte al conocimiento científico en lo relacionado a los efectos-causa que se producen en el organismo de los

² PLATANOV, Vladimir, “Entrenamiento en condiciones extremas” Pág. 136



competidores durante el desarrollo de pruebas natatorias en aguas abiertas donde el factor decisivo es la temperatura del agua.

Realizar un análisis de todos y cada uno de los efectos fisiológicos que se producen en el organismo humano de un deportista sin sea cual fuese la disciplina deportiva que este practica, es de gran valía para todos quienes nos encontramos inmersos en el mundo de la Cultura Física, pues no solamente se contribuye al incremento de conocimientos que permitan mejorar el rendimiento deportivo, sino que también permitirá disminuir los riesgos antes, durante y después de la práctica deportiva, ya sea esta en competencia o por afición.

En la actualidad, hablar de ciencia y deporte es comprender fácilmente ¿El porqué de los grandes logros en las competencias nacionales e internacionales? Poner al servicio de entrenadores y promotores deportivos una amplia gama de conocimientos científicos asegura que en muy poco tiempo sus jóvenes atletas ejecuten proezas deportivas que hace tan solo unos cuantos años atrás se hubiesen creído imposibles de ejecutar, con el menor riesgo de daños fisiológicos y mentales posibles.

Muchos son los logros en el medallero nacional e internacional que en la última década se han logrado alcanzar con las jóvenes figuras ecuatorianas, pero esto no es producto del azar o peor aún coincidencias cronológicas. Al contrario hoy en día el deporte en nuestro país se lo maneja con respaldos científicos y en manos de personas idóneas preparadas profesionalmente.

Este preámbulo ratifica que el valuar del presente trabajo, sin lugar a dudas permitirá aportar a la colectividad deportiva con datos estadísticos para ser empleados como parámetros comparativos



individuales o colectivos, para contribuir en el mejoramiento cualitativo y cuantitativo del status deportivo de los nadadores ecuatorianos en aguas abiertas.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General:

- Establecer el nivel de incidencia de la temperatura del agua en el rendimiento deportivo de los nadadores del Club “El Batán” de la ciudad de Quito durante la travesía natatoria al Lago San Pablo.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Determinar si la temperatura del agua en el Lago San Pablo producen efectos fisiológicos en el organismo de los nadadores después de la competencia deportiva.
- Determinar si la temperatura del agua en el Lago San Pablo incide en el rendimiento deportivo en los competidores.

1.5. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cómo afecta la temperatura del agua en el rendimiento deportivo de los nadadores en una prueba a realizarse en aguas abiertas?
- ¿La temperatura del agua del Lago San Pablo afecta en el rendimiento deportivo de los nadadores del Club “El Batán” durante la travesía natatoria?



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. LA TEMPERATURA DEL AGUA EN EL LAGO SAN PABLO

2.1.1. Análisis del elemento químico llamado “AGUA”

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de oxígeno que unidos entre sí forman una molécula de agua, H_2O , la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en un 69% corresponde al agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos

Resulta difícil de comprender que esa sustancia que forma gran parte de nuestro cuerpo (75% de nuestro peso total), sea considerada "poco común" por los científicos.

Considerada en forma simple como una combinación de los elementos químicos Hidrógeno y Oxígeno, este elemento tiene una



estructura molecular similar a la de otras sustancias formadas por Hidrógeno pero con elementos de la familia del oxígeno, como son: Teluro, Selenio y Azufre.

Estas sustancias son denominadas "Hidruros" y algunas de ellas, disueltas en agua dan origen a los "Hidrácidos" como por ejemplo el "Ácido Sulfhídrico".

Si relacionamos estas sustancias con sus puntos de ebullición y fusión, podemos obtener las siguientes conclusiones. La más pesada de las cuatro, H_2Te , entra en ebullición a $-4^\circ C$ y se congela a $-5^\circ C$. Un poco más liviana, H_2Se hierve a $-42^\circ C$ y congela a $-64^\circ C$. Y finalmente H_2S , más liviana todavía, presenta valores más bajos: hierve a $-61^\circ C$ y congela a $-82^\circ C$.

Considerando que el por su estructura molecular es un hidruro más, y el más liviano de la serie, debería presentar un punto de congelación de aproximadamente $-100^\circ C$ y un punto de ebullición de $-80^\circ C$. De ser así a una temperatura "más caliente" que $80^\circ C$ bajo cero como son cualquiera de las que tenemos en el planeta, el agua se presentaría sólo como gas. Y si los seres vivos estamos constituidos en más de nuestras dos terceras partes del organismo por agua, si existiésemos, seríamos gaseosos, algo así como fantasmas.

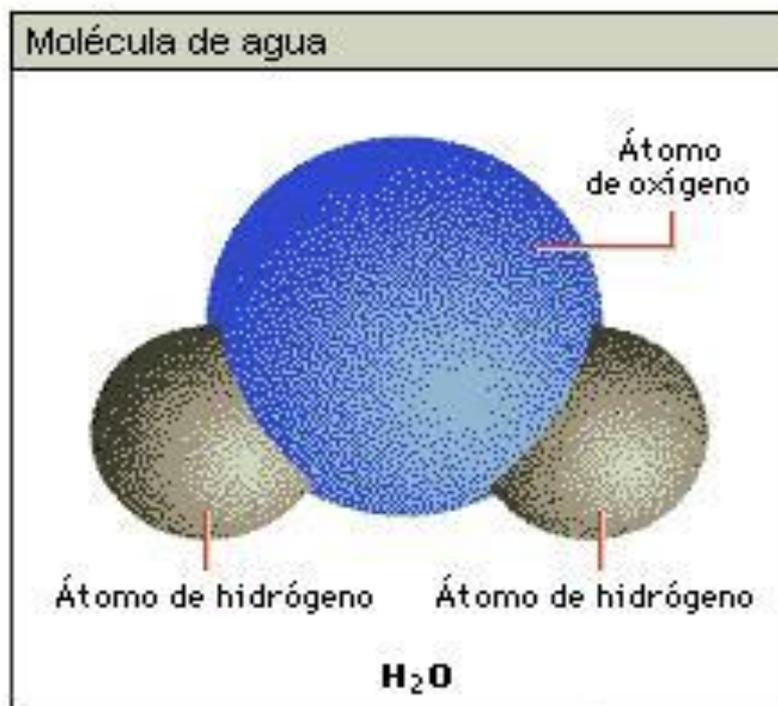
Pero por suerte sabemos que esto no es así, que a nivel del mar, el agua congela a $0^\circ C$ e hierve a $100^\circ C$. Además podemos señalar que el agua es la única sustancia que en las condiciones naturales de presión y temperatura del planeta, se puede encontrar en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso.



2.1.1.1. Estructura molecular del agua

La molécula de agua está constituida por dos átomos de Hidrógeno unidos por enlaces covalentes a un átomo de Oxígeno. Cada enlace implica compartir dos electrones entre los átomos de hidrógeno, los que son aportados en número de uno por cada átomo.

Por lo tanto, los electrones puestos en juego en ambos enlaces covalentes son cuatro. Estos electrones enlazantes, se suelen representar por pares de puntos o trazos, de manera que la molécula de agua puede representarse por los símbolos de los elementos de unidos por trazos lineales: H-O-H.



Además existen en el átomo de oxígeno dos pares de electrones, que no participan en enlace, situados en un nivel de menor energía, o denominada última capa. Al considerar todos los 8 electrones



situados en la última capa del oxígeno, 2 pares enlazantes y 2 pares no enlazantes, la teoría de repulsión de pares electrónicos del Nivel de Valencia, predice la forma de la molécula de agua.

Esta teoría establece que los pares electrónicos del nivel de valencia, que corresponden a la última capa energética, se sitúan en el espacio de manera que entre ellos exista la mínima repulsión ocasionada por su carga negativa.

Si los cuatro pares fuesen de igual naturaleza se podría predecir una estructura tetraédrica regular para el agua, porque la mejor manera de acomodar cuatro cargas negativas en el espacio, para que exista entre ellas la mínima interacción, es situándolas en los vértices de un tetraedro, cuyos lados subtienen un ángulo de $109,5^\circ$.

Puesto que sólo dos pares de electrones son enlazantes, éstos están compartidos entre los núcleos de O e H y por lo tanto estos electrones están mas cerca a ambos núcleos. Los dos pares no enlazantes están sólo localizados sobre el átomo de O por lo que tienden a ocupar mayor espacio alrededor de este átomo y en consecuencia a restarle espacio a los pares enlazantes. Por lo tanto, el ángulo que subtende entre las dos uniones oxígeno-hidrógeno es $104,5^\circ$, lo que constituye un valor menor que el ángulo tetraédrico.

Si sólo se considera los núcleos de los átomos de la molécula de agua, esta especie debería tener una estructura plana, puesto que tres puntos, que no están en línea, definen un plano. Si ahora se considera a los electrones enlazantes y no enlazantes de la molécula de agua, su estructura es la de un tetraedro irregular.

Cabe deducir que si la molécula de agua no es lineal, tampoco será una especie apolar. Una molécula polar presenta dos polos o centros



de gravitación de carga negativa y positiva que resultan de la diferente concentración de electrones en el espacio. Aquel sitio donde exista una mayor concentración da origen a un centro donde gravita carga negativa y en el otro extremo de ese espacio gravitará, por consecuencia, carga positiva.

Al existir un dipolo en tal molécula, ésta puede atraer a sus vecinas por fuerzas de atracción entre cargas de diferente signo.

Estas fuerzas se denominan atracción dipolo-dipolo, las cuales son importantes en sustancias al estado líquido o sólido donde la cercanía molecular es muy grande.

2.1.1.2. Propiedades físicas de la molécula de agua

2.1.1.2.1. Propiedades misceláneas del agua

Su viscosidad es relativamente baja por lo cual puede fluir con gran facilidad sobre todo tipo de superficie. La relación de presión con la densidad no es de gran importancia. Por su constitución química permite disolver y neutralizar un gran número de sustancias químicas. Su temperatura depende en gran parte de su solubilidad. Y es un elemento de gran valía para la preservación de organismos vivientes.

2.1.1.2.2. Propiedades térmicas del agua

El comportamiento térmico del agua es único en varios aspectos, debiéndose esto principalmente a que las asociaciones intermoleculares que forma el agua son inusualmente fuertes.



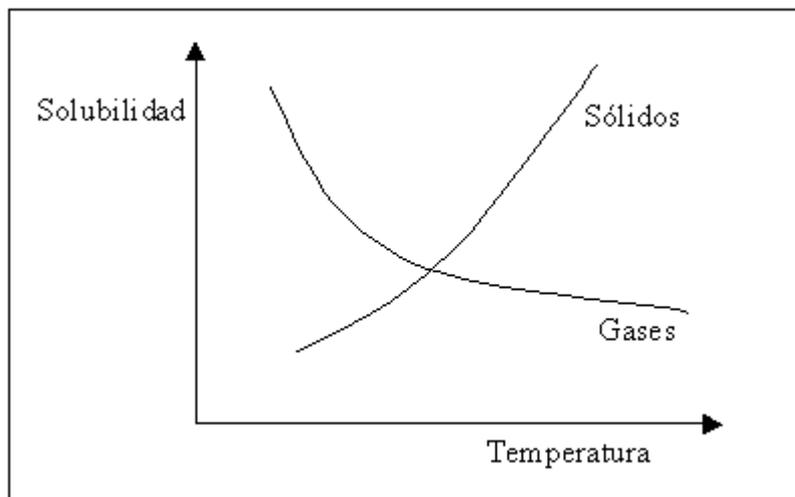
El agua tiene elevados puntos de ebullición y de fusión para ser una sustancia de peso molécula tan bajo.

El agua tiene una de las más altas capacidades caloríficas, lo que la transforma en un sumífero de calor, por consecuentemente, grandes masas de aguas tienen un efecto regulador de la temperatura ambiente.

El agua tiene un calor de vaporización alto (539 Cal/g a 100°C)

Calor requerido para aumentar 1 g a 100°C = 100 Calorías

Calor requerido para evaporar 1 g = 539 Calorías



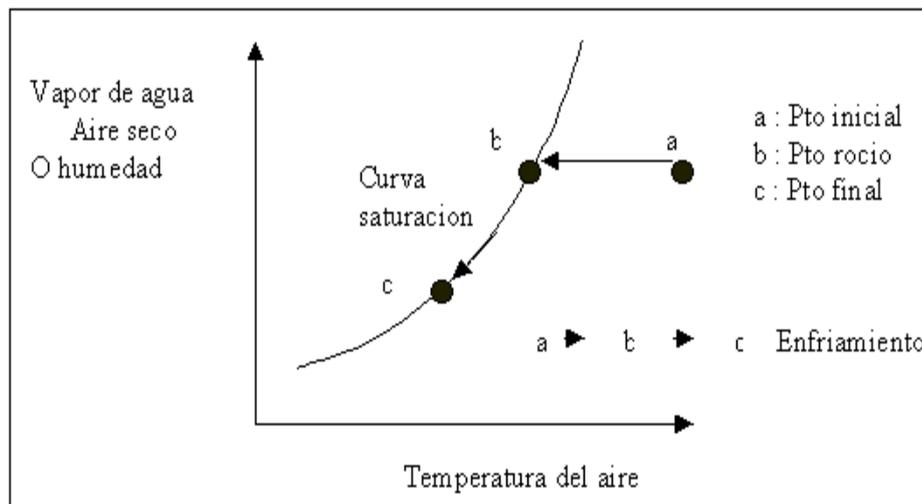
Estado	Cp (Cal/g, °c)
Liquido	1
Solido	0,5

Al condensarse, el vapor de agua entrega una gran cantidad de calor.

Esta entrega de calor disminuye el enfriamiento del aire en el punto de rocío, el aire es muy resistente a disminuciones de temperatura.

El calor de difusión del agua (79,71 Cal/g a 0° C) es una cifra común para sustancias similares.

La conductividad térmica del agua (capacidad para conducir calor) supera a la de todas las otras sustancias líquidas naturales, exceptuando el mercurio.



* Comportamiento de una masa de aire al enfriarse
a→b Enfriamiento sin condensación
b→c Condensación de una cierta cantidad de vapor de agua.

2.1.1.2.3. Estratificación térmica en un lago

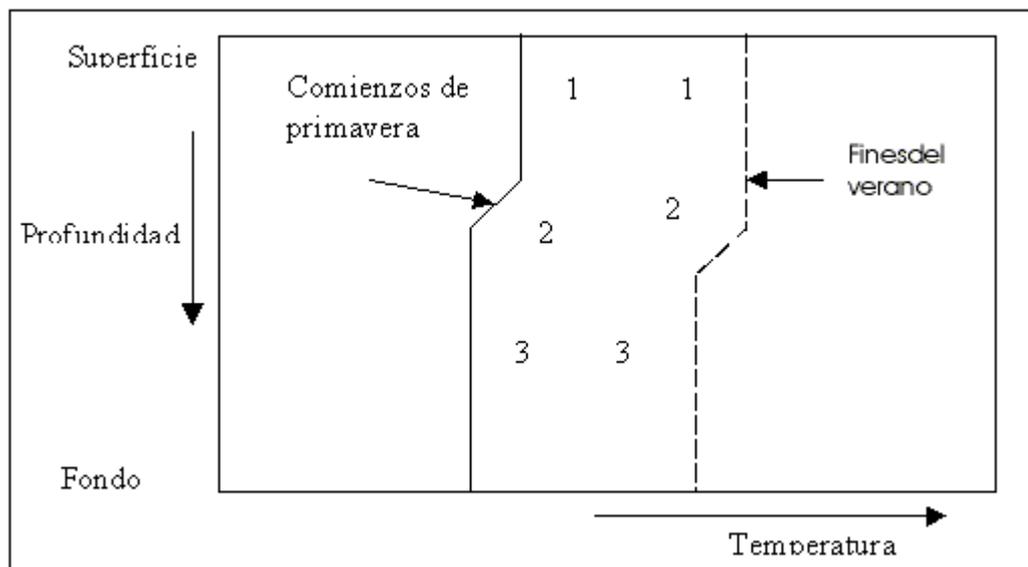
1.- Capa superficial o Epilimnion; en esta capa se sitúan las temperatura relativamente altas.



2.- Capa de transición o Mesolimnion; también denominada termoclina; en esta capa existe poca transferencia de materia disuelta en el ambiente acuático. Sus temperaturas promedio comienzan a bordear los 0° C.

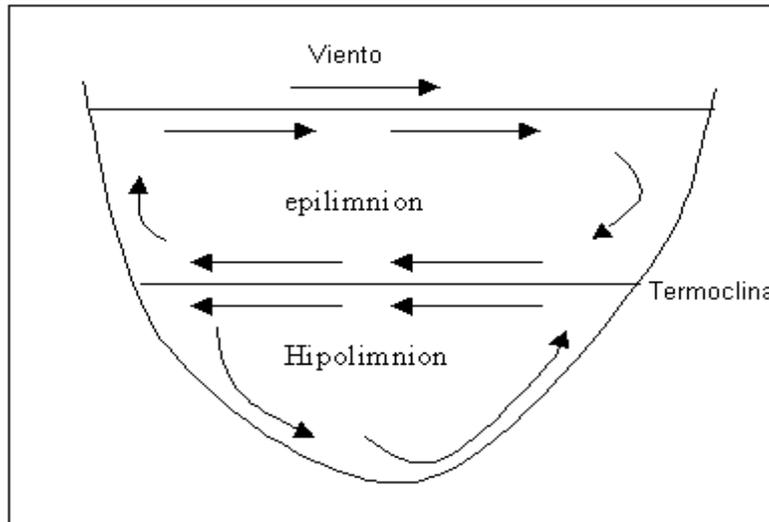
3.- Capa inferior o Hipolimnion; Es el fondo de entorno acuático propiamente dicho y es aquí donde se registran las temperaturas bajo 0° C.

El Hipolimnion y el Epilimnion están totalmente separados por diferencias de densidades.



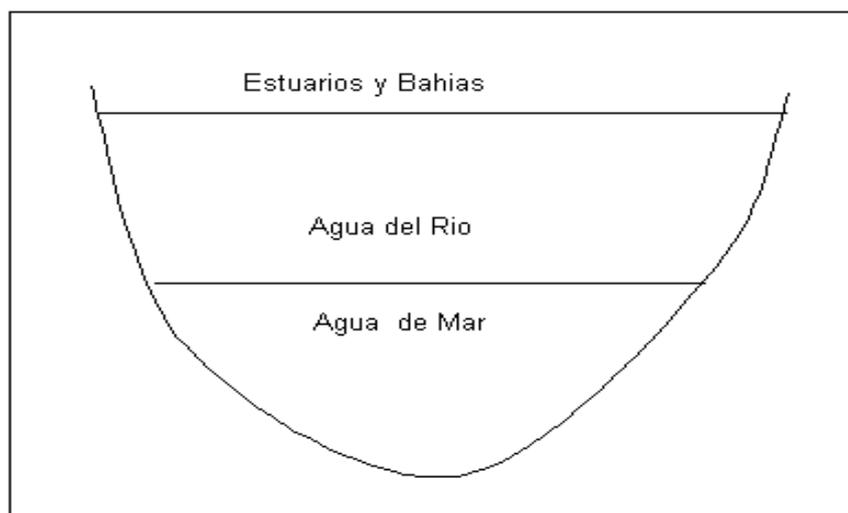
Un lago esta esencialmente separado en dos cuerpos de agua relativamente independientes, por ende la calidad del agua en las 2 secciones es diferente.

Uno de los factores importantes en la estratificación de un lago son las brisas superficiales causadas por efectos del viento existente en el entorno



* Influencia del viento en la estructura de un lago

Otra causa de la estratificación de las masas de agua es la cantidad de sales disueltas en su estructura. Las aguas salinas son más densas que las aguas dulces.





Esto da como resultado que los efectos de la temperatura en la viscosidad del agua son notorios en la relación con la temperatura superficial o en cada una de sus capas constitutivas.

La viscosidad del agua aumenta al disminuir la temperatura afectando directamente a la velocidad de sedimentación de las partículas. Motivo por el cual las aguas frías retienen sedimentos por periodos más largos que cursos de agua más calientes, lo directamente reduce la visibilidad de los lechos acuáticos.

2.1.2. LA TEMPERATURA DEL AGUA

2.1.2.1. Temperatura

La temperatura, es la propiedad de los sistemas que determina si están o no en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el grado relativo de caliente o frío y de las variaciones de calor sobre un cuerpo.

La sensación de calor o frío al tocar una sustancia depende de su temperatura, de la capacidad de esta para conducir el calor y de otros factores.

Cuando se aporta calor a una sustancia, se eleva su temperatura, así los conceptos de temperatura y calor, aunque están relacionados, son diferentes.

La temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía producido por las diferencias de temperatura.



La temperatura es una de las variables básicas del tiempo y clima. Cuando preguntamos como está el tiempo afuera, casi siempre decimos algo sobre la temperatura, como hace frío o hace calor.

De nuestra experiencia diaria, sabemos que la temperatura varía en diferentes escalas de tiempo en un mismo lugar, en periodos estacionales, diarios, horarios, etc., y varía también en el espacio.

En meteorología, la temperatura se registra en las estaciones meteorológicas, de las que existen miles en todo el mundo. En estas estaciones se miden, por ejemplo, datos de temperatura a determinadas horas fijas, valores de temperaturas máximas y mínimas o se toman registros continuos en el tiempo, llamados termogramas.

Con estas mediciones se pueden hacer los cálculos estadísticos para descripciones climatológicas generales, tales como:

- Temperaturas medias diarias, mensuales, estacionales o anuales,
- Valores extremos (máximas y mínimas),
- Amplitudes térmicas, que es la diferencia entre el valor máximo y mínimo,
- Desviaciones estándar, etc.

Los valores medios de temperatura son útiles para hacer comparaciones diarias, mensuales, o anuales.

Es posible oír en los informes del tiempo frases como “marzo fue uno de los meses más cálidos de los últimos 30 años”, o algo por el estilo, resultado que se obtiene de comparar el régimen de temperaturas de un mes determinado, en este caso marzo, con los valores climáticos.



Para analizar la distribución de temperatura sobre grandes áreas, se usan las isotermas, que son curvas dibujadas sobre un mapa que unen los puntos de igual temperatura. El cambio de temperatura en una dirección determinada del espacio, se llama gradiente de temperatura y se puede obtener del mapa de isotermas.

Analizando los gradientes de temperatura en los mapas, se puede deducir que donde las isotermas están más juntas, el cambio de temperatura en la región considerada es grande, es decir el gradiente de temperatura es grande, y donde están más separadas, el cambio o gradiente es pequeño.

Cuando el calor penetra en una sustancia, también entra en ella energía. Esta energía puede ser usada para aumentar la velocidad del movimiento o mejor denominada energía cinética de sus moléculas, lo cual ocasionaría un aumento en la temperatura.

La temperatura es una cifra que está relacionada con la energía cinética promedio de las moléculas de una sustancia. A medida que se agrega más calor a una sustancia, la temperatura sube. Del mismo modo, una disminución en la temperatura corresponde a una pérdida de calor sistemático.

La temperatura es la propiedad que controla la transferencia de energía térmica de un sistema a otro. Esta transferencia de calor puede ocurrir mediante conducción, convección o radiación.

2.1.2.2. Factores que inciden en la temperatura de la superficie terrestre.

El principal factor que produce cambios de la temperatura en la superficie del planeta, es la variación en el ángulo de incidencia de los



rayos solares, que depende directamente de la latitud en la cual se ubique una determinada zona.

Este factor hace, por ejemplo, que las zonas tropicales sean cálidas y que la temperatura disminuya hacia los polos. Pero este no es el único factor, porque si no debiésemos esperar que todos los lugares ubicados en una misma latitud tengan idénticas temperaturas, y claramente este no es el caso. Por ejemplo, Quito (16° C) y Atacames (24° C), siendo que estos dos puntos se encuentran ubicados aproximadamente en la misma latitud, tienen diferentes distribuciones de temperatura.

Otros factores que influyen en la distribución de temperaturas de algún lugar determinado, y que analizaremos con algo más de detalle, son los siguientes:

a. Calentamiento diferencial de tierras y aguas.

Partiendo de la premisa que el aire es calentado desde la superficie terrestre y por lo tanto para entender las variaciones en la temperatura del aire es necesario conocer las variaciones en las propiedades del calentamiento de los diferentes tipos de superficie que se exponen al Sol: tierra, agua, bosques, arenas, hielo, etc.

Las diferentes superficies absorben y reflejan cantidades diferentes de radiación solar, que a su vez que se producen diferentes temperaturas en el aire sobre ellas. Pero el mayor contraste se da entre las superficies de tierra y agua.

Los suelos sólidos se calientan o se enfrían más rápidamente y con temperaturas más altas o más bajas que en las aguas, por lo tanto las



variaciones en la temperatura del aire son mayores sobre las superficies de terrestre que en la acuática.

También hay que considerar que el agua es muy móvil por lo que la temperatura en las superficies de agua aumenta y disminuye más lentamente que la temperatura de las superficies de los suelos. Cuando el agua se calienta, la convección distribuye el calor por el movimiento de grandes masas de agua.

Se pueden producir cambios diarios de temperaturas hasta profundidades de 10 metros bajo de la superficie y cambios anuales hasta profundidades entre 200 hasta 600 metros, en los océanos y los grandes lagos. Como resultado una capa de agua relativamente gruesa se calienta o se enfría moderadamente durante el verano o el invierno respectivamente.

b. Corrientes oceánicas.

Las corrientes superficiales son el símil oceánico de los vientos. En las superficies de aguas, se transfiere energía desde los movimientos del aire al agua por fricción. Por este efecto, los movimientos del aire inducen movimientos en la superficie de los océanos, llamados corrientes. Estas corrientes están estrechamente relacionadas con la circulación de la atmósfera, la cual a su vez regula el desigual calentamiento de la tierra.

Las corrientes oceánicas tienen un importante efecto sobre el clima. A Nivel global, la energía solar que llega es igual a la que pierde la superficie, pero esto no es así para latitudes individuales, ya que hay una ganancia de energía en latitudes tropicales y pérdida en latitudes altas. Así que los vientos y corrientes oceánicas tienden a igualar el



desbalance de calor, transportándolo desde las zonas de exceso a las de déficit. La corriente de Humboldt por ejemplo, transporta aire fresco desde latitudes subsolares hacia las cálidas latitudes mas bajas, regulando el clima y moderando los valores de temperatura en el verano.

c. Altura sobre el nivel del mar.

La temperatura disminuye 6.5° C por cada Km. en la troposfera, por lo tanto debería esperarse que los lugares más altos tengan menores temperaturas. Pero la disminución no es en esa cantidad, ya que la superficie también se calienta, haciendo que en las tierras altas la disminución de temperatura sea menor.

Además, con la altura también disminuye la presión y la densidad del aire, haciendo que las capas más altas de la troposfera tengan una menor absorción y reflexión de la radiación solar. Esto aumenta la intensidad de la radiación solar que llega a las tierras altas, produciendo un rápido y más intenso calentamiento durante el día, pero en la noche la menor cantidad de partículas atmosféricas hacen que la radiación terrestre escape al espacio con más facilidad, produciendo una mayor disminución de temperatura durante la noche.

Por lo tanto los lugares más altos generalmente tienen una mayor amplitud diaria de temperatura que las tierras más bajas. Este contraste es notorio en ciudades como Quito ubicada a 2800 metros sobre el nivel del mar en la cordillera de Los Andes, comparada con Esmeraldas ubicada en la costa del Pacífico, aproximadamente a la misma latitud al norte del territorio ecuatoriano.



d. Posición geográfica.

Las regiones costeras sienten el efecto moderador del mar. Cuando el viento sopla desde el mar hacia la costa, las regiones costeras tienen regímenes de temperatura con amplitudes diarias y anuales menores que las regiones continentales a la misma latitud.

Por ejemplo en la región costanera, por efecto del viento desde el mar hacia el continente, se regulan las temperaturas del aire tal que se tienen veranos más frescos e inviernos más cálidos que en regiones interiores.

Si el viento sopla desde el continente hacia el mar en zonas costeras el efecto no es notorio ya que el aire se mueve sobre una superficie común.

e. Cobertura nubosa y albedo.

Las observaciones de satélites revelan que casi la mitad del planeta está cubierto de nubes en cualquier instante, entonces la cobertura nubosa tiene un efecto sobre la distribución de temperatura de un determinado lugar.

Las nubes pueden tener un alto albedo y reflejar una gran cantidad de radiación solar incidente, esto reduce la cantidad de radiación solar que llega a la superficie, disminuyendo la temperatura de las capas bajas durante el día.

En la noche el efecto es opuesto, porque las nubes absorben la radiación terrestre y la reemiten a la superficie, manteniendo una



cantidad de calor cerca de superficie, aumentando la temperatura respecto a noches despejadas.

El efecto de la cubierta de nubes es reducir la amplitud diaria de temperatura de un lugar, disminuyendo los máximos en el día y aumentando los mínimos en la noche.

2.1.2.3. La temperatura y los efectos en el agua.

La temperatura es mucho más que una medida, es uno de los factores que determinan que una sustancia sea líquida, sólida o gaseosa. Los procesos de condensación y evaporación ocurren a índices variables en el aire que los rodea, dependiendo de la temperatura.

El ciclo del agua está dominado por estos dos procesos. Cuando cae lluvia de las nubes, es porque el índice de condensación supera al de evaporación. A medida que desciende la temperatura, el índice de evaporación baja y la condensación aumenta. Cuando el aire se satura, el vapor normalmente se condensa, creando gotas que toman la forma de nubes, neblina, niebla o rocío.

El punto de rocío o la temperatura de punto de rocío, es la temperatura a la cual una muestra de aire debe ser enfriada manteniéndose constante el cociente de mezcla y la presión barométrica para lograr la saturación de vapor de agua. Cuando esta temperatura está por debajo de 0° Celsius, se le llama a veces el punto de solidificación o congelamiento.

El punto de saturación cambia con la temperatura, porque el aire cálido tiene la capacidad de contener más vapor de agua que el aire frío. Como se podrá notar, esta temperatura expresa de un modo indirecto algo sobre la humedad. Si la temperatura del punto de rocío



está cercana a la temperatura del aire, la humedad relativa es alta, y si el punto de rocío está muy por debajo de la temperatura del aire, la humedad relativa es baja.

La humedad relativa y el punto de rocío son dos parámetros que describen la cantidad de vapor de agua en la atmósfera. Sin embargo, el punto de rocío es un indicador sustancialmente mejor a los efectos de determinar el contenido real de agua en el aire. Como ya se ha dicho, la humedad relativa depende de la cantidad de humedad en el aire pero también de la temperatura del aire.

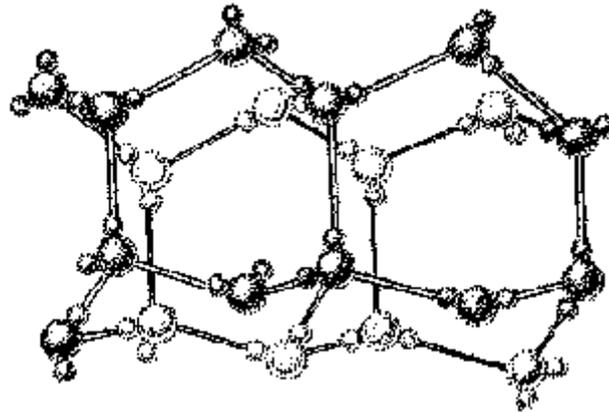
El punto de rocío, por otra parte, depende solamente de la cantidad de humedad en el aire. Es una buena manera de predecir la formación de nubes. Por ejemplo, cuando la diferencia entre la temperatura del aire y el punto de rocío disminuye, la probabilidad de formación de nubes aumenta.

2.1.2.4. La temperatura del agua es cosa de peso

Es importante señalar que el agua es un elemento que en estado sólido flota, y que el máximo valor de densidad es alcanzado a los 4° C, con obvias consecuencias para la vida orgánica.

A medida que el vapor de agua se enfría, se contrae como ocurre con todo cuerpo. En algún momento de la disminución de temperatura ocurre la condensación. Ya en estado líquido esta sigue contrayéndose, pero al llegar a 4° C comienza a dilatarse nuevamente, a pesar de que seguimos enfriando. A esta temperatura tiene el mínimo volumen y por ende mayor densidad.

Si sigue bajando la temperatura, la dilatación es paulatina y al ocurrir la congelación, es abrupta.



Estructura molecular del hielo

Esta abrupta dilatación provoca un descenso de la densidad del hielo, que lo hace más liviano que el agua líquida y con consecuencias nefastas que no están preparadas para resistir los efectos de la congelación. Pensemos en cómo "quemamos" la helada a un cultivo.

El sencillo hecho de que el hielo flote, hace que los cuerpos de agua (mares, lagos, lagunas) no se congelen desde abajo, lo que los convertiría en enormes bloques sólidos incapaces de albergar seres vivos. Generalmente hay una capa de hielo superficial, en la que es posible hacer el clásico orificio circular para recolección de agua o alimentos (pesca).

¿Qué pasa con el agua líquida? El hielo en descongelación está a 0° C, y a medida que aumenta la temperatura va pesando cada vez más, hasta los 4° C por lo que se va al fondo. Si la temperatura sigue subiendo, el agua se hace más liviana y entonces sube, generando un movimiento de mezcla de oxígeno y nutrientes, vital para todo cuerpo de agua.

Así se mezcla el agua del fondo con la de la superficie, en un lago, dependiendo de las distintas estaciones. Esto es lo que se denomina "ciclo estacional de un lago"



2.1.3. Análisis de las Aguas del Lago San Pablo

2.1.3.1. Descripción Geográfica del Lago San Pablo

El Lago de San Pablo se encuentra al sur de la provincia, junto al nudo de Mojanda y al pie del volcán Imbabura, a una altitud de 2.660 metros sobre el nivel del mar. Describe un óvalo irregular de 3.5 x 2.2 km., con un espejo de agua de aproximadamente 583 Has.

Aparentemente el lago ocupa una antigua cuenca cerrada y formada en el fondo de la Cordillera de los Andes por la elevación de la superficie irregular del piso del valle. La mayor parte el lago tiene profundidades de 30 m., sin embargo existen zonas poco profundas, especialmente en las zonas litorales. Su temperatura media es de 18oC.

Este recibe los afluentes de al menos ocho quebradas intermitentes y del río Itambí, el lago posee además orillas y plataformas agradadas que se adentran decenas de metros hacia el centro del mismo. El lago en los últimos años ha sufrido un descenso del nivel del orden de 1.0 m. Posee una salida conocida como el desaguadero a través del cual se deriva agua para el riego.

La cuenca hidrográfica que alimenta al lago es de forma aproximadamente redonda, con una superficie de 147.9 km² y una altitud media de 3.100 metros sobre el nivel del mar.

En el área directa de influencia de lago se asientan las parroquias rurales de San Pablo, Eugenio Espejo, Gonzáles Suárez y San Rafael pertenecientes al Cantón Otavalo, con una población total aproximada de 25.000 habitantes, cuya tasa de crecimiento demográfico se ha vuelto negativa en los últimos años, como consecuencia de la fuerte emigración debido en gran parte a la

saturación de los factores productivos. La zona cuenta con una altísima concentración de poblacional rural, probablemente de las mas altas de la región interandina del país. La principal actividad en la zona es la agricultura (30% de la PEA), seguida por la industria manufacturera (29%), luego se ubican los servicios (14%) y, el resto de las actividades son significativamente menores.



2.1.3.2. Análisis físico y químico de las aguas del Lago San Pablo

2.1.3.2.1. Antecedentes del estudio

El INAMHI, al ser el ente rector de las actividades hidro-meteorológicas en el País, considera importante realizar el estudio hidroquímico del agua en las diferentes cuencas hidrográficas lo que permitirá definir las variaciones físico-químicas del agua, para de esta manera coadyuvar a la conservación de los recursos hídricos superficiales, considerando que estas zonas constituyen un portal turístico por excelencia.



El conocimiento de la calidad y la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, son factores importantes para el bienestar y el progreso de un país, no solo dependen del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales disponibles, sino también en forma fundamental de la calidad físico-química.

Caracterizar cualitativamente y cuantitativamente la calidad físico-química de los ríos de la cuenca en estudio es suministrar la información hidro-química básica, de tal manera que se puedan ampliar los criterios en el manejo y preservación del recurso hídrico de la cuenca.

A fin de poder ejecutar un trabajo de investigación mas efectivo en el menor tiempo posible el INAMHI ha zonificado el territorio nacional creando estaciones hidrológicas donde de han obtenido las muestras de agua de acuerdo a las normas y técnicas vigentes.

La elección del punto de muestreo es una decisión muy importante al momento de la toma de las muestras, para esto se ha seguido las normas técnicas respectivas, seleccionando sitios en que el agua presentaba un flujo uniforme.

2.1.3.2.2. Metodología empleada en las fases de campo y laboratorio

En la fase de campo se han tomado muestras representativas y no alteradas, para lo cual el material a utilizarse ha sido sometido a un minucioso control lo que permitirá estar exento de contaminantes.

El tratamiento que se ha dado a los recipientes (frascos de polietileno) fue el de lavarlos con agua destilada y homogenizarlos con el agua del lugar de recolección, en los que posteriormente se toma las



muestras debidamente rotuladas, con identificación de la fuente, fecha y hora de muestreo y otros adicionales referentes al punto de muestreo.

Los parámetros que se analizaron en el campo son: Temperatura, Conductividad Eléctrica, Potencial Hidrógeno, Oxígeno Disuelto.

En la fase de Laboratorio se emplearon los siguientes materiales; Espectrofotómetro DR/2010, conductímetros, turbidímetros, potenciómetros, papel filtro y material fungible como Erlen Meyers, probetas, pipetas, celdas de boro-silicato etc. Complementados con reactivos tales como Tituladores, Indicadores químicos, etc.

Las técnicas de análisis empleadas para el efecto fueron las siguientes:

- Titulimétricos: neutralización de ácidos o bases ,
- Colorimétricos: caracterización de la intensidad luminosa con diferentes longitudes de onda, utilizando el espectrofotómetro Dr./2010 que emplea métodos adaptados desde estándares para la determinación de agua y agua residual aprobados por EPA, ASTM, ISO, HACH, USEPA.
- Determinación de parámetros como pH, conductividad, etc., mediante análisis directos con otros equipos de la casa HACH, como potenciómetros, conductímetros, turbidímetros.

Los parámetros analizados en el laboratorio fueron los siguientes:

- Alcalinidad Total en relación a la capacidad para neutralizar ácidos.
- Dureza Total de acuerdo a la cantidad de concentración de calcio más magnesio.



- Dureza Carbonatada con parámetros como el carbonato de calcio,
- Dureza al Calcio en relación a la concentración de carbonato de calcio.

Los datos correspondientes a los análisis físico-químicos han sido procesados y luego ingresados al Banco de datos Hidro-químicos del INAMHI, aquí se depuran, se selecciona los diferentes parámetros de estudio y se les trata estadísticamente: sacando los promedios, los valores mayores o menores, etc.

Se realiza el correspondiente análisis de los datos obtenidos en los laboratorios, seleccionando la información, y luego haciendo una comparación con la tabla de los límites del agua para los diferentes usos. Estos datos son analizados en base a programas específicos como el GWW o el SYSEAU y los resultados expresados gráficamente.

2.1.3.2.3. Análisis de resultados obtenidos en la estación Lago San Pablo

La estación “Lago San Pablo” se encuentra ubicada aproximadamente a 2 Km. al S-E de la ciudad de Otavalo. En la misma que se obtuvieron los siguientes resultados:

La temperatura del agua varía de 13° C a 21° C, con un promedio de 16,9° C.

El pH promedio del agua es de 7.8, con tendencia a la alcalinidad. La conductividad específica promedio es de 298 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una concentración de sólidos totales disueltos (STD) de 199 mg/l, que corresponde a una salinidad baja.



Los iones y cationes principales y los iones menores se encuentran dentro de los límites de calidad físico-química requeridos.

La contaminación debida al fosfato también está incrementándose paulatinamente, con un promedio de 0.6 mg/l.

El agua del lago tiene una dureza total promedio de 59 mg/l, es blanda. El tipo es, Bicarbonatada-Cálcica.

La clasificación para el riego, C2-S1, agua buena para cultivos con mediana tolerancia a las sales.

2.1.4. Aprovechamiento del agua en el Lago San Pablo

Los humedales del Lago San Pablo, son alimentados por escorrentía superficial o por inundación directa de ríos y quebradas, con alguna influencia de aguas subterráneas, especialmente durante las estaciones de lluvias.

El flujo del agua de la cuenca presenta una notoria variación estacional, lo cual produce fluctuaciones que mantienen la heterogeneidad ecológica y diversidad biológica de las áreas húmedas.

El lago se alimenta de tres vertientes; la principal proveniente del río Itambi cuyo caudal variable se mantiene durante todo el año. Las quebradas de la vertiente occidental como son la Tupitze, Cachimuel, San Miguel, Anaguaya, Chuchuquí y Pivarinsi, quebradas con grandes caudales invernales y secas en verano. Y por ultimo las quebradas Imbabura, Camuendo y Azaya de la vertiente Oriental de igual comportamiento.



Del lago sale el río Peguche del que se toman aguas para uso agrícola de las comunidades de la parte baja de Otavalo.

Con relación al Balance Hídrico del lago no existe una información consistente que permita establecer con exactitud las entradas y salidas de agua y la altura limnimétrica del lago. De la información proporcionada por los pobladores ribereños se desprende que el nivel ha descendido con relación a años anteriores, de ahí la existencia de sectores lacustres con presencia de totora totalmente sumergidos que pueden constituir un 60 a 70 por ciento (90 a 110 hectáreas), otros semi-sumergidos (30 a 40 hectáreas) y otros secos.

La cuenca del lago San Pablo de un área aproximada de 15.000 ha, los cuales han sufrido una profunda transformación por la influencia humana, de tal suerte que hoy pueden considerarse como uno de los ecosistemas más amenazados a nivel nacional, siendo de vital importancia su recuperación y conservación por el entorno paisajístico de singular belleza y de atracción turística de nacionales y extranjeros.

Además de contener una vegetación endémica, estos totorales poseen ensamblajes de plantas acuáticas únicos y son lugar de paso de aves migratorias de Norteamérica circunstancia que les confiere un rasgo ecológico muy particular.

Las orillas del Lago San Pablo, en su mayoría con crecimientos espontáneos de totora, han sufrido continuos cambios para destinar las tierras a la agricultura, la ganadería o la urbanización. Actualmente se observan plantaciones de flores, cultivos de frutilla, parcelas destinadas a ganadería, etc.



Un inventario a grosso modo de las formaciones vegetales y tipos de aprovechamiento que viven a expensas del agua e influyen directamente la calidad de la misma en el área circundante es el siguiente:

- 156 hectáreas de totorales.
- 42 hectáreas de plantaciones de flores
- 12 hectáreas de plantaciones de frutilla.

La laguna está rodeada por totora (*Scirpus* sp) que es utilizada por comunidades locales como Huaycopungo, en la elaboración de artesanías, para la realización de esteras que son el sinónimo de alfombras o tapices de piso, y que son utilizadas por las familias indígenas.

La laguna es un ecosistema que abarca algunas especies representativas como las garzas, patos, algunos anfibios y varias plantas acuáticas

2.1.4.1. La cuenca del Lago San Pablo y los cultivos de Totora.

La creación de nuevos totorales sumergidos como una actividad de mejoramiento de la producción es prácticamente inexistente o mínimo, que de ninguna manera ha logrado compensar las áreas naturales perdidas por procesos de eutroficación y sedimentación o por cambio de uso del suelo principalmente para uso habitacional o para cría de ganado.

Hoy por hoy se concentra el aprovechamiento de la Totora en el Ecuador básicamente en los lagos de la provincia de Imbabura, concretamente el de Yahuarcocha y San Pablo, en estas áreas de



influencia del cultivo de esta planta, dependen aproximadamente 3.000 familias³.

De allí la importancia de mejorar el aprovechamiento y utilización de esta fibra para generar un verdadero proceso de desarrollo sostenible con enfoque de equidad y participación comunitaria.

2.1.4.2. Turismo y deportes náuticos en el Lago San Pablo

La compra de artesanías es la principal motivación para visitar Otavalo, principalmente en extranjeros. Un 84% de los turistas llegan al cantón con la intención de adquirir la producción artesanal-textil. El 68% lo hace por la belleza paisajística y un 38% por los aspectos culturales.

El estudio efectuado por la Subdirección de Turismo, establece que los atractivos naturales más visitados son: Cascada de Peguche, el lago San Pablo, lagunas de Mojanda.

La ciudad de Otavalo es actualmente uno de los destinos turísticos más importantes del Ecuador. Es visitado en forma frecuente por turistas nacionales como extranjeros actualmente constituye el tercer destino turístico del país.

De acuerdo a información proporcionada por el Ministerio del ramo, de los 792.523 turistas que llegaron al país el año pasado, aproximadamente 240 mil arribaron al Valle del Amanecer

Esta diversidad cultural enmarcada en su enorme riqueza cultural, en la que pueblos provenientes de diferentes culturas étnicas como son los Kichwa- Otavalo y los Blanco- Mestizos mantienen su identidad,

³ <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos>



que es fortalecida por sus mitos, leyendas, costumbres y tradiciones milenarias recibidos en herencia de sus ancestros.

Esto a su vez se conjuga igualmente con una variedad de ecosistemas que encierran una diversidad biológica muy importante y representativa de la región andina, repartida entre montañas, lagunas, ríos, quebradas y vertientes, que vistos desde la cosmovisión local, tienen vida y energía particularizada.

El Lago de San Pablo, también conocida por las comunidades indígenas como Imbakucha, nombre original que significa Laguna de los Imbayas. Se encuentra ubicado a 4 Km. hacia el oeste de la ciudad de Otavalo esta ubicada en los desaguaderos del flanco sur-occidental del volcán Imbabura.

Ocupa una extensa hondonada formada por las faldas del cerro indicado y las elevaciones de Cusín y Mojanda constituyendo uno de los parajes andinos más vistosos y turísticos del Ecuador.

Este que es el lago más grande de la provincia de Imbabura, mide 3.950 m. de longitud oriente-occidente y 2.650 m. de norte a sur, alcanzando una profundidad máxima en el centro es de 48 m., factores que permiten desarrollar en su espejo superficial una gran variedad de actividades deportivas de carácter náutico.

2.1.4.2.1. Infraestructura y servicios turísticos

El promedio de estadía de los turistas en Otavalo es dos días (56%). Un 23% permanece tres días; 4%, cuatro días y un 14%, más de cuatro días. Un 76 por ciento de los visitantes son extranjeros.



Otavalo dispone de una adecuada infraestructura hotelera. En el sector urbano, son 37 los locales de alojamiento, 67 los de comidas y bebidas; 11 los de recreación, diversión y esparcimiento.

En el área rural, 15 hosterías, cabañas y hostales, ofertan sus servicios. El número de locales de comidas y bebidas, exclusivamente, es de tres. Dichas infraestructuras están ubicadas cerca de atractivos naturales.

Se cuenta con una carretera asfaltada que conecta Otavalo con el Lago San Pablo en un tiempo mínimo de 5 minutos, a lo largo de la cual se han establecido estaciones de servicio de combustibles con atención las 24 horas del día.

2.1.4.2.2. Deportes náuticos

Promover y masificar los deportes acuáticos en la serranía ecuatoriana constituye el reto para Tania Drewniok, quien sostiene que: "Lo más difícil es el miedo al frío. Una vez que se supera aquello, la gente se divierte mucho".

El lago San Pablo ha sido elegido como el escenario para promover el esquí acuático, las carreras en motos, los paseos en boya y u-tube, o las competencias en slalom, wekerboard y kneeboard y sobre todo la muy popular travesía natatoria con tintes internacionales.

"Son deportes de muy fácil aprendizaje y seguros", añade Tania. Y sus palabras se confirman cuando, en el agua, se desliza con enorme destreza y seguridad Martín, un niño de 6 años en su esquí. Y los más grandes también se divierten. María de los Ángeles (14 años) pasea en una moto acuática con su hermana Lucía (6 años), mientras, en la orilla, sus padres miran el paseo sin apremios.



El programa de promoción de los deportes acuáticos lo lleva adelante desde la hostería Cabañas del Lago, allí se dictan cursos los sábados o domingos para los deportistas aprendices, mientras que para los de nivel avanzado, en cambio, pueden ingresar a la pista de prácticas que se ha diseñado frente a las cabañas previo al pago del módico costo de \$5.

"El lago es ideal para estos deportes, porque no hay marea que puede provocar algún accidente. Es ideal inclusive para los veleros. Con esta actividad deportiva, el lugar tiene gran vida", continúa la directora del programa de promoción denominado Water in Action. (MCA)

2.1.4.3. Travesía natatoria del Lago San Pablo.

Uno de los principales eventos culturales de las Fiestas del Yamor⁴ en Otavalo, es la travesía natatoria al Lago San Pablo, competencia de Aguas abiertas que cada vez llama la atención de deportistas de varias provincias de Ecuador, para la edición prevista para el día de hoy se tiene sobre los 100 participantes divididos en 4 categorías.

La prueba natatoria en la laguna de San Pablo es un evento de gran magnitud deportiva en el país y de resonancia internacional, pero en los dos primeros años solo se interesaron por ella nadadores de Imbabura y Pichincha, solo a partir del tercer año se fueron integrando Guayas y Los Ríos y posteriormente otras provincias más. La prueba, la única que se efectúa en el país en aguas abiertas, tiene un recorrido de 3.800 metros desde Araque en el lado sur oriental de la laguna hasta el muelle del hotel Chicapan.

⁴ FIESTA DEL YAMOR: Actividad cultural que se desarrolla en la ciudad de Otavalo durante los primeros días del mes de septiembre de cada año, en la cual se prepara una bebida con siete tipos de maíz, en torno a la cual giran todos los festejos.

Travesía al Lago San Pablo

Si un deportista necesita auxilio, debe agitar la gorra

Meta
Muelle Viejo: califican los que llegan bajo 01h15m

Salida
Araque: la partida será a las 08:30

Lago San Pablo

Cruce de Este a Oeste
Recorrido 3 800 m
Temperatura promedio del agua, 13-15 °C

Eugenio Espejo

Vía a Ibarra

Panamericana Norte

González Suárez

San Pablo del Lago

Ganadores

Jaime Gordón, de Pichincha, ganó la primera travesía (1940)

Gregory Fuentes, de Guayas, triunfó en 11 ocasiones

Santiago Enderica, de Azuay, con 42m49s, ostenta el récord nacional

Premios

Ganador absoluto: \$900 y trofeo

\$200, \$100 y \$50 a los mejores otavaleños

Trofeos para los mejores equipos

Vía a Quito

Ibarra

Ecuador

Equipo de competencia para la Travesía

Tapones: si entra agua en los oídos provoca mareos

Pantaloneta o traje de baño tiene que ser de lycra

Protección corporal: capa de vaselina para articulaciones, pies, axilas y cuello

Gorras de protección que impiden el ingreso de aire y agua

Gorra de látex que sirve para aislar el frío de la cabeza

La Travesía es organizada por la Liga Deportiva Cantonal de Otavalo en coordinación con el Municipio de esa ciudad, Las normas de la Travesía admiten que cada equipo esté conformado por cuatro integrantes de un mismo club. Adicionalmente, los clubes pueden inscribir a varios equipos. El equipo ganador será el que complete los cuatro arribos primero que los demás grupos.



2.1.4.3.1. Breve reseña histórica de la competencia.

En 1940 el primer triunfador fue Jaime Gordón (Pichincha) con 16 años de edad; en 1941 Rubén Carbo (Pichincha) y, en 1942, Gilberto Abad (Los Ríos).

Hay un periodo de tiempo relativamente largo en el que la prueba no se realizó, volviendo a retomarse en el año 1953 organizada por la federación deportiva de Pichincha; ese año triunfa Pedro Pablo García (Guayas), y participa la primera mujer, Magdalena Garcés. En 1959 gana Víctor Hurtado Pinto, en 1966 es Julio Arellano (Guayas), y luego por dos años, 1967 y 1968 triunfa Iván Coronado (Pichincha), quien volverá a situarse en primer lugar en los años 1970, 1971 y 1972 respectivamente obteniendo el galardón por cinco ocasiones, seguido por Raúl Yépez (Pichincha) quién ostenta el título de ganador de la prueba por cuatro ocasiones, logrados en 1976, 1977, 1978 y 1981; luego Jeffrey Paz (Imbabura), campeón en dos oportunidades 1979 y 1980.

Vicente Grijalva (Guayas) triunfa en 1969; Maria Eugenia Espinosa y Alexandra Viteri, pertenecientes a los registros de Pichincha se coronan triunfadoras en 1973 y 1975 respectivamente. En el año de 1974 Luís Yépez (Pichincha) ostentaba el record, José con 49 minutos 50 segundos, tiempo que fue superado en 1984 por el nadador Luciano Játiva (Imbabura) con 49 minutos 42 segundos, marca que fue perfeccionada en 1986 por Javier Jara (Imbabura) con 47 minutos 5 segundos; quien en 1987 sería derrotado por Eduardo de la Torre (Pichincha).

También lograron vencer la dura prueba y obtener el primer puesto. Ramiro Jara (Imbabura) en 1982, Javier Sevilla (Pichincha) en 1983, y Juan Manuel Alfaro (Pichincha) en 1985.



Como un hecho singular se registra la participación de Jhonny Fernández, de 27 años de edad, un ecuatoriano discapacitado que realizó la travesía en 1983 y 1986 demostrando una inquebrantable voluntad de superación.

El último triunfador fue el cuencano Santiago Enderica quien tiene la marca de 42:49.

2.1. EI RENDIMIENTO DEPORTIVO EN LA NATACION

2.1.1. Rendimiento deportivo

2.1.1.1. Valoración del Rendimiento Deportivo.

Saber valor el Rendimiento Deportivo es muy importante para todo entrenador. Conocer datos concretos sobre la condición física de cada uno de sus atletas bajo su responsabilidad le ofrece la posibilidad de realizar una alta gama de Test y Evaluaciones de Rendimiento Físico para obtener parámetros de la condición física y así desarrollar un diagnóstico confiable que haga posible efectuar una planificación más específica y acorde a las necesidades de cada uno de los deportistas. De esta forma se podrá obtener con mayor rapidez y eficiencia la forma deportiva óptima del deportista.

En la actualidad la ciencia y la tecnología proporciona al deporte una gran cantidad de instrumentos específicos que permiten sintetizar el control del entrenamiento así como la evolución del deportista en relación con los objetivos tratados por el entrenador en relación a un periodo de entrenamiento o los resultados alcanzados en una competencia.



Cabe recalcar que al manejar el entrenamiento de un deportista no es solo necesario controlar el progreso deportivo del mismo, sino que también constituye de vital importancia controlar el estado de salud y así poder diagnosticar preventivamente alguna patología que pueda influir negativamente en el rendimiento del deportista.

Existen muchas buenas razones para evaluar a un deportista:

- Estudiar los efectos de un programa de entrenamiento.
- Motivar a un atleta a entrenar más.
- Dar a un atleta información objetiva.
- Hacer al atleta más consiente de los objetivos de su entrenamiento.
- Evaluar cuando un atleta esta en condiciones de competir.
- Planificar programas de entrenamiento de corto y mediano plazo.
- Identificar puntos fuertes y débiles en los deportistas.

2.2.1.2. Técnicas empleadas para el análisis del Rendimiento Deportivo.

Existen dos tipos de evaluaciones que permiten realizar un análisis concienzudo facilitando mantener un banco de datos individualizado por cada deportista optimizando los métodos que permiten evaluar el proceso de entrenamiento deportivo, y estas son físicas y medicas.

Las evaluaciones físicas pueden ser aplicadas a los deportistas en forma individual o grupal, mientras que las evaluaciones médicas pueden realizarse en forma completa o parcial, según sea la necesidad o determinación de entrenadores o deportistas.

Tipos de evaluaciones físicas:

- Test Ergo Jump (potencia muscular)
- Test de Cooper (VO₂ máx.)



- Test de velocidad (fotocélula)
- Test de 1000 m. (potencia aeróbica lineal)
- Test de Leger o YO YO (potencia aeróbica específica intermitente)
- Test de Flexibilidad

Tipos de evaluaciones médicas:

- Ergo espirometría
- Electrocardiograma
- Ecocardiograma
- Cine antropometría
- Clínico General
- Nutrición
- Psicológico

En los deportes de resistencia todo el conocimiento que nos lleve a controlar y dirigir el ritmo del entrenamiento en las distintas capacidades, siempre será bienvenido por los entrenadores que se dediquen a esta especialidad. En un deporte como la Natación, por lo tanto, también es muy necesario este conocimiento.

Normalmente este era obtenido por el test Básico o de Escalera, este se realizaba, como lo dice su nombre, en varios escalones de velocidad, con una comprobación del nivel de lactato alcanzado en cada uno de ellos.

Esto, como es natural, es mucho mas completo y exacto, pero por la escasez de recursos se tuvo la necesidad de utilizar la experiencia obtenida de este ultimo, ya que este se realizaba con bastante frecuencia, y al mismo tiempo, en cada escalón se realizaba un control del pulso, el cual, aunque no es, ni por mucho, tan exacto como el lactato, sin embargo, por la coincidencia del numero de



latidos (26) alcanzado en 10 segundos con los niveles de lactato (3), nos brindaba la posibilidad de tomar ese dato como partida para el desarrollo del test.

Tal es así que en varias ocasiones que se recibieron reactivos o cintas para la determinación del nivel de lactato, se realizaron comprobaciones de estas velocidades obtenidas en el nuevo test y la coincidencia con lo esperado fue magnífica, tanto en velocidades de Resistencia Básica I (RI) como la Resistencia Básica II (RII)⁵.

Lo cual fue una gran satisfacción, ya que se había conseguido un test que resolvía parte de lo analizados por el test de Escalera, ya que otros aspectos que nos daba como información el test Básico este no lo resolvía, como son la manifestación de los distintos aspectos comparativos entre lo aerobio y la anaerobio, aspecto este tan necesario para la correcta aplicación de las cargas subsiguientes, así como con respecto al pronóstico para la etapa⁶.

Entre las técnicas de evaluación física para nadadores podemos señalar los siguientes⁷:

- Test de 8 x 400 RI b (permite manejar las velocidades para el desarrollo de diferentes cualidades)
- Test de 1500 metros para Aeróbico Medio (permite determinar los tiempos de trabajo a utilizar en entrenamientos aeróbicos en diferentes distancias)

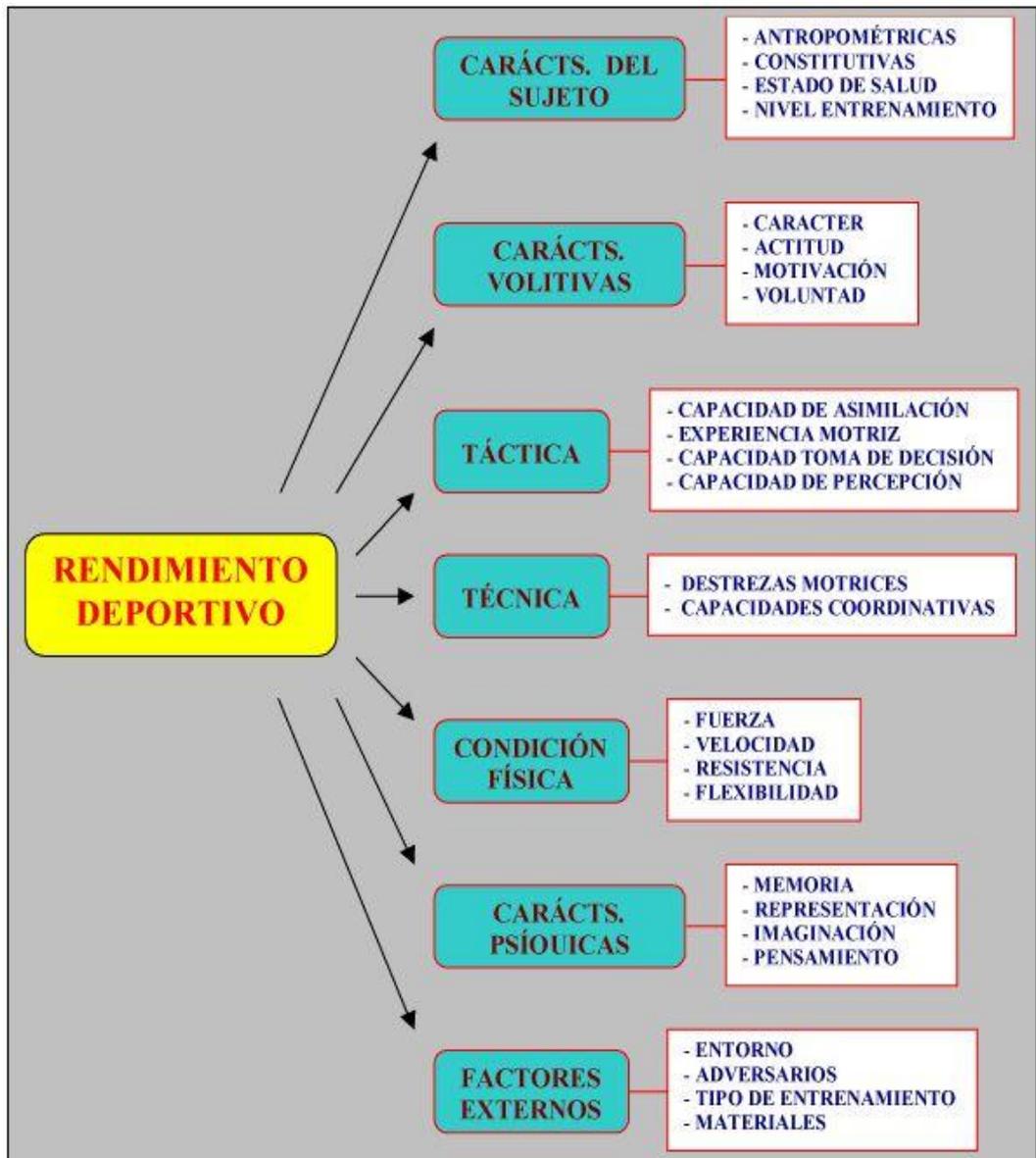
⁵ Guivert Valdez Corría. 1995. Test comprobatorio del nivel de las capacidades aerobias.

⁶ Guivert Valdez Corría. 1995. Test comprobatorio del nivel de las capacidades aerobias.

⁷ www.masnatacion.com

2.1.2. Factores que inciden en el rendimiento deportivo

Los factores que marcan el rendimiento deportivo se los puede dividir en 7 categorías (Morante, 1995).



De los factores de rendimiento expuestos en el esquema, para el desarrollo del presente trabajo analizaremos con mayor importancia los ligados a la condición física, tratando también la influencia de algunas características físicas de los sujetos evaluados.



"Solamente aquél que conozca los factores de rendimiento más importantes puede diseñar y llevar a cabo un entrenamiento de forma concreta y, por tanto, concentrarse en lo esencial" Wilfried Ehrler, Vicepresidente de la Unión Alemana de Triatlón (Ehrler, 1994)⁸.

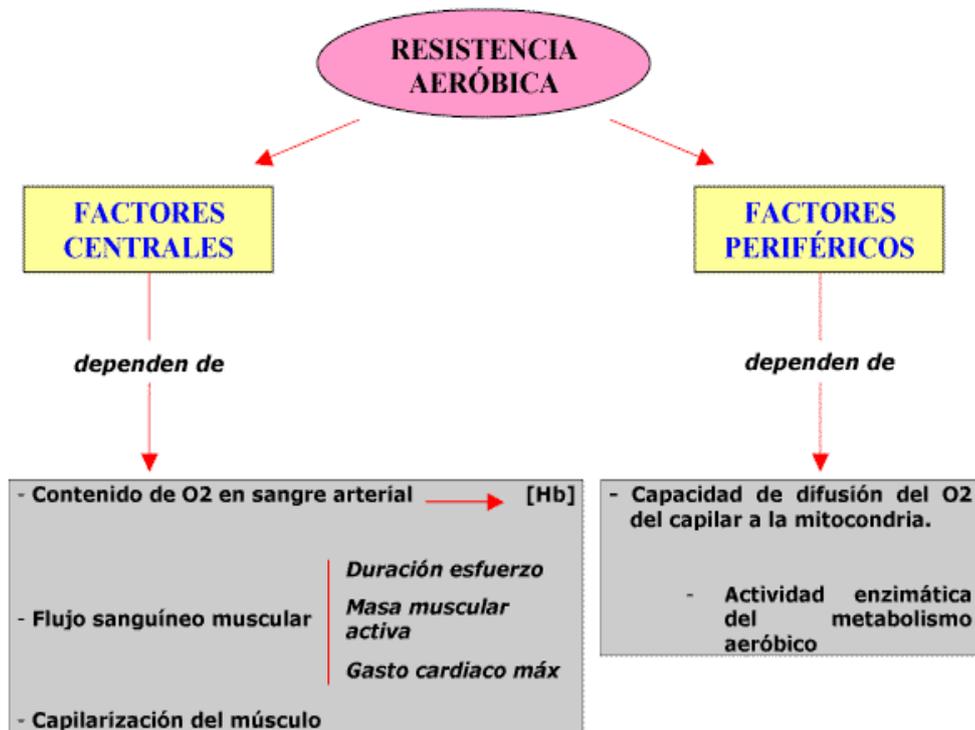
2.1.2.1. Factores de Rendimiento Deportivo respecto a la condición física

En primer lugar, dadas las características de esta disciplina, la capacidad de rendimiento del atleta va a estar determinada por la capacidad aeróbica del organismo. Esto quiere decir que el entrenamiento ha de procurar al deportista una gran capacidad aeróbica, promoviendo los cambios necesarios para permitir mantener una tasa metabólica aeróbica elevada durante el esfuerzo físico.

Partiendo de la base de que la resistencia aeróbica juega un papel fundamental, conviene conocer los factores que determinan esta capacidad: capacidad de suministro de oxígeno a la musculatura a los cuales llamaremos factores centrales y la capacidad de utilización de dicho oxígeno por parte de los músculos implicados a los cuales llamaremos factores periféricos.

A continuación resumiremos esquemáticamente el análisis que al respecto hacen Chavarren y Cols, en su publicación realizada en el año 1996.

⁸ <http://www.efdeportes.com/>



*Esquema de los factores relacionados con la resistencia aeróbica

De estos factores, se ha demostrado que con el entrenamiento se puede lograr un incremento en la densidad capilar del músculo, así como la actividad enzimática mitocondrial y el gasto cardíaco. Lo que trae consigo ligado un crecimiento relativo del tamaño del ventrículo izquierdo en lo referente a la cavidad, grosor o ambos a la vez.

Al hablar de natación en aguas abiertas es necesario clasificar el tipo de resistencia específica en función de la distancia recorrida.

	MODALIDAD		
	SPRINT (0,75/20/10)	OLÍMPICA (1,5/40/10)	LARGA (3,8/180/42)
DURACIÓN APROXIMADA	1 h	1h 50 min	8 h
RESISTENCIA ESPECÍFICA	R. LARGA DURACIÓN II	R. LARGA DURACIÓN III	R. LARGA DURACIÓN IV

Tabla. Duración aproximada de la prueba y Resistencia específica.



Según Gil Fraguas y Cols en su trabajo publicado en el año 2000, los factores decisivos que marcan el rendimiento en las tres modalidades (sprint, olímpico y largo), teniendo en cuenta que cada una conlleva un tipo distinto de resistencia específica son los siguientes:

- Elevación del VO₂ máx.
- Elevación del Umbral Anaeróbico.
- Mejora de la tolerancia a la acidez ante valores medios de lactato.
- Incremento de los depósitos de glucógeno muscular y hepático.
- Mejora de la oxidación de las grasas.
- Atención a la termorregulación y equilibrio acuático y electrolítico.
- Aporte continuo de alimentos y líquidos.
- Resistencia del tejido ligamentoso y tendinoso.

En la misma línea, Releer (1994)⁹ divide los factores de la natación de fondo en complejos y específicos. Y según este autor los factores que determinan el rendimiento serían:

- Capacidad aeróbica.
- Alta capacidad para el metabolismo de las grasas.
- Fuerza y resistencia para la musculatura de piernas y brazos.
- Capacidad de aguante psíquico y constancia en el esfuerzo (capacidades volitivas).

Si bien la resistencia aeróbica parece la capacidad más determinante, no podemos descuidar otras, que son también fundamentales para obtener un buen rendimiento en este deporte:

2.2.2.1.1 Fuerza- Resistencia

La natación en aguas abiertas constituye la recopilación de una sucesión de cargas repetitivas a lo largo de un periodo de tiempo

⁹ <http://www.efdeportes.com/>



relativamente largo, por lo tanto va a ser necesaria una resistencia específica para soportar esas acciones repetidas.

Según algunos profesionales de las ciencias deportivas mantienen que esta cualidad está casi al mismo nivel de importancia que la resistencia aeróbica. Hay investigaciones que demuestran que un entrenamiento conjunto de esta capacidad con la resistencia aeróbica puede retrasar notablemente la aparición de la fatiga, compitiendo al 80% del VO máx.

2.2.2.1.2. Resistencia Anaeróbica y Fuerza-Velocidad

Importantes para soportar los demarrajés, cambios de ritmo y sprints largos que se pueden dar en cualquiera tramo de la prueba de acuerdo al estipulado en la táctica a ser empleada durante la competencia.

2.2.2.1.3. Capacidad coordinativa

Es fundamental, puesto que es necesario dominar una técnica depurada de la disciplina tomando en cuenta que la natación en aguas abiertas requiere del desarrollo de cualidades distintas a las necesarias para el nado en piscina. Esto a la postre permite efectivizar y optimizar la economía del movimiento.

2.2.2.1.4. Capacidad de adaptación y orientación

Dado que en esta disciplina se combinan dos factores determinantes como son el entorno y las condiciones ambientales o atmosféricas, que no siempre son de comportamiento estandarizado, es importante saber adaptarse y orientarse a fin de poder obtener el máximo de provecho en relación a los otros competidores.



2.1.2.2. Factores de rendimiento respecto a las características antropométricas y constitutivas del sujeto.

2.2.2.2.1. Características de los nadadores de aguas abiertas.

La natación de aguas abiertas tiene muchos desafíos únicos los mismos que la separan de los otros deportes de resistencia, como la carrera de maratón o el ciclismo.

Las características de un nadador de aguas abiertas exitoso están poco claras. En un estudio realizado en un campamento de entrenamiento de una semana con la finalidad de determinar las características físicas y metabólicas de los nadadores de aguas abiertas de alto nivel se pudo obtener los siguientes datos.

En las evaluaciones antropométricas, metabólicas y de la química sanguínea a los atletas. Los nadadores tuvieron un pico de VO₂ de 5.51 ± 0.96 y 5.06 ± 0.57 ml.kg.min. para hombres y mujeres, respectivamente.

Su umbral láctico ocurrió a una velocidad igual al 88.75 % de la velocidad pico para los hombres y a un 93.75 % en las mujeres¹⁰.

Estos nadadores élite de aguas abiertas de fueron más pequeños y más livianos que los nadadores de competición de pileta. Ellos poseían alteraciones metabólicas que resultaron en un aumento del rendimiento en la distancia de nado.

Los entrenadores y técnicos deberían desarrollar programas de entrenamiento seco en el campo que mejoren la resistencia muscular de los atletas. Además, los programas deberían ser diseñados para

¹⁰ USA Swimming, International Center for Aquatic Research, Colorado Springs, Colorado 80109.



incrementar la velocidad en el umbral láctico como porcentaje de la velocidad pico de nado.

Otros estudios de igual manera coinciden en lo acotado anteriormente. Landers y Cols. compararon el nivel morfológico y de rendimiento 71 nadadores entre absolutos y júnior, todos ellos participantes de pruebas a nivel mundial en el año de 1997. Se tomaron 28 medidas antropométricas, que se resumieron en 4 parámetros: robustez, adiposidad, longitud de los segmentos y masa ósea. Aplicando ecuaciones de regresión se comprobó que la escasez de adiposidad es la característica más relacionada con el éxito global en la prueba¹¹.

La longitud de los segmentos mostró importancia como era de esperar, los atletas de categoría absoluta fueron significativamente más rápidos que los júnior.

Leake y Carter tras el estudio antropométrico de 16 mujeres nadadoras, concluyen que las medidas antropométricas no son un gran instrumento de predicción. Al comparar los valores obtenidos con los correspondientes a nadadoras de pileta, los autores indican que no existe una gran variación en el somatotipo¹².

En la misma línea, Sleivert y Rowlands, indican que los nadadores de aguas abiertas se asemejan más en talla y peso a los ciclistas y que en relación a los nadadores de pileta tienen menos altura y peso.

Estos autores también concluyen que un exceso de altura y peso suele ser perjudicial, sobretodo cuando el exceso de peso proviene de

¹¹ <http://www.efdeportes.com/>

¹² University of Connecticut, Department of Kinesiology, Storrs, Connecticut 06269.



una alto porcentaje de tejido graso, a pesar del beneficio teórico que esto tiene en la flotabilidad¹³.

2.2.2.2.2 Consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.)

El VO₂ máx. es la cantidad máxima de oxígeno que se puede absorber en un minuto.

Según Cundiff, el parámetro fundamental para rendir en la natación de largas distancias es el tiempo en que el deportista es capaz de mantener un consumo de oxígeno cercano a lo máximo. Cuanto mayor sea este tiempo, mayores posibilidades tendrá el nadador de triunfar en la prueba a realizarse.

Sleivert y Rowlands indican que el VO₂ máx. es un predictor del rendimiento en atletas de habilidades mixtas, debiendo guardar precaución al usarlo con grupos homogéneos en deportistas de alto nivel¹⁴.

Ballesteros indica que un nadador con un consumo de oxígeno inferior a 50 ml/kg/min difícilmente podrá desenvolverse bien en este deporte. Según este autor, estos atletas que participan en eventos de nivel internacional poseen consumos de oxígeno que rondan los 75 - 80 ml/kg/min¹⁵.

Como muestra de la importancia de este factor basta con echar un vistazo a los datos publicados por Laurensen y Cols. , que compararon el VO₂ máx. de deportistas de élite con el de jóvenes amateurs, siendo significativamente mayor el de los primeros.

¹³ <http://www.efdeportes.com/>

¹⁴ <http://www.efdeportes.com/>

¹⁵ Ibid



Varios son los estudios que analizan el VO₂ máx. de un deportista en relación a una determinada prueba, para lo cual se utilizan test específicos. Si comparamos estos valores con los de nadadores de piscina, ciclistas de ruta y corredores de maratón, se puede observar que no existen grandes diferencias, a pesar del volumen de entrenamiento que los nadadores de aguas abiertas aplican en cada entrenamiento.

En estudios realizados con nadadores de largas distancias se ha podido desprender que en un kilómetro de nado el VO₂ máx. relativo en aguas abiertas es de $r = -0,48$ en hombres y $r = -0,93$ en mujeres.

Si analizamos los resultados podemos indicar que la correlación entre el VO₂ máx. y el rendimiento en la natación en aguas abiertas parece depender de la distancia de la prueba, siendo mayor el consumo en pruebas relativamente cortas.

Un factor de gran importancia relacionado con el VO₂ máx., es la economía del movimiento, que muchos autores marcan como un factor determinante del rendimiento de un nadador. Sleivert y Rowlands, definen este parámetro como el costo en oxígeno de un ejercicio realizado a una velocidad estándar y predeterminada. Una buena economía de movimiento en natación, ciclismo, carrera u otros deportes de gran duración y baja intensidad permite al deportista reservar energía para posibles cambios de ritmo, ya sean al final o durante la prueba¹⁶.

2.2.2.2.3. Umbral Anaeróbico (UA)

El Umbral Anaeróbico se define como el nivel de intensidad del ejercicio más allá del cual, cualquier incremento en la misma producirá un incremento lineal en la concentración de ácido láctico.

¹⁶ Department of Health, Physical Education, and Recreation, Virginia Commonwealth University



Es fundamental, por tanto, conocer dicho umbral, pues nos marcará la intensidad de esfuerzo que puede ser mantenida sin que aparezca una progresiva acumulación de ácido láctico¹⁷.

El UA es un factor mejorable con el entrenamiento específico en cualquier disciplina deportiva y, si se cuantifica de manera adecuada, puede relacionarse con el rendimiento¹⁸.

El UA varía en los nadadores de élite, entre el 72-76% del VO₂ máx. siendo este valor similar al de los ciclistas de ruta o los maratonistas.

2.2.2.2.4. Concentración de lactato

Al realizar el análisis de las muestras tomadas varios nadadores masculinos a la llegada de una competencia de aguas abiertas, se obtuvo una concentración media de lactato de 7,2 mM/l. Como es lógico, los valores más altos de lactato se dan en los minutos siguientes a la llegada a meta¹⁹.

Es de suma importancia mantener un nivel de lactato bajo, por lo menos en las primeras fases de la competición, puesto que la duración de la prueba es larga y debe ahorrar el máximo de energía posible. Una buena tolerancia al ácido láctico es interesante en previsión de un posible sprint final que decida la competición.

Un concepto que está tomando fuerza en los últimos años es el de Máximo Lactato Sostenido (MLS), que representa la intensidad más

¹⁷ Chavaren Cabrero, J.; Dorado García, C.; López Calbet, J.A. (1996). Factores condicionantes del rendimiento y del entrenamiento. Pág. 29.

¹⁸ Sleivert, G.G.; Wenger, H.A. (1993). Physiological predictors of short-course triathlon performance. Med. Sci. Sports Exerc. Pág. 25

¹⁹ Bluche, P.F.; Callis, A.; Pagés, T.; Ibáñez, J. (1990). Análisis de algunos parámetros sanguíneos en la llegada de clase A. Apunts Medicina de L'Esport. Pág. 97-102



alta que puede ser mantenida sin un incremento progresivo en la concentración de ácido láctico.

No obstante, tal y como han demostrado algunos autores, los valores de concentración de lactato correspondientes al MLS excedían los 4mMol/l en que tradicionalmente se ha situado el UA, lo que indica que este valor teórico es irrelevante para estimar el MLS de forma individual, razón por la cual podemos sostener que el MLS depende del tipo de ejercicio²⁰.

2.2.2.2.5. Frecuencia cardiaca (FC)

La FC relativa al VO₂ máx. es un buen indicador de la carga de entrenamiento cuando se utilizan grandes masas musculares, como es en deportes como la natación de aguas abiertas o las carreras de fondo; sin embargo, la relación existente entre estos dos parámetros puede variar bajo determinadas situaciones (hidratación, altitud, temperatura...), factores que hay que tener en cuenta en la planificación del entrenamiento²¹.

Es muy frecuente encontrar frecuencias cardiacas significativamente menores en triatletas de élite al comparar con triatletas amateurs sin tomar en cuenta el parámetro de la edad.

2.2. EFECTOS DE LA TEMPERATURA DEL AGUA EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO

²⁰ Kohrt, W.M.; Morgan-Don, W.; Bates, B.; Skinner, J.S. (1987). Respuestas fisiológicas máximas en nadadores, corredores y ciclistas. Med. Sci. Sports Exerc. 19(1):51-5.

²¹ Millet, G.P.; Candau, R.B.; Barbier, B; Busso, T.; Rouillon, J.D.; Chatard, J.C. (2002). Modelling the transfers of training effects on performance in elite swimmers. Int. J. Sports Med. Pág. 55-63



2.2.1. Factores que inciden en el Rendimiento Deportivo de los nadadores en aguas abiertas

Un análisis exhaustivo de la disciplina deportiva puede ofrecer un mayor acercamiento a los factores que influyen en los deportistas permitiendo una efectiva orientación de cara al entrenamiento.

En relación al medio se debe tener en cuenta:

- La temperatura del agua: en algunos casos obliga a utilizar traje de neopreno, lo cual aumenta la flotabilidad y disminuye la resistencia del agua, en detrimento de la técnica, aunque algunos entrenadores sostienen que el uso del neopreno mejora el entorno al 7% en el rendimiento. También sostienen que se encontraron disminuciones en la acumulación de lactato y aumentos en la longitud de brazada. Aun así, estos autores comentan que las mejoras son más acusadas cuando la técnica de nado no es muy depurada.
- Las corrientes: pueden arrastrar y desviar de la trayectoria a los nadadores.
- Las olas: si son moderadas lo más que pueden hacer es modificar la técnica y molestar en el momento de la respiración. Si son más fuertes pueden causar mayores problemas, sobre todo en la fase de propulsión.
- Las turbulencias: impiden propulsarnos de manera eficaz, haciendo que se desplace más despacio. También modifican la posición corporal, incidiendo sobre la resistencia de avance.

En las pruebas de aguas abiertas esta permitido el “Drafting”, lo cual debe ser muy tenido en cuenta tanto en el entrenamiento como en la competición, puesto que nadar detrás de otro competidor reduce notablemente la resistencia frontal, con el ahorro de energía que ello conlleva.



Para algunos expertos como Erhler W. en su publicación del año 1994 sostiene que los factores específicos que inciden en el rendimiento de los nadadores son:

- Habilidades en la técnica de natación perfeccionada y estable durante la competición (especialmente en crol).
- Habilidades en la técnica natatoria que puedan emplearse de forma variable de acuerdo con la situación táctica del momento.
- Resistencia específica para la competición en el campo de la resistencia aeróbica.
- Fuerza resistencia bien desarrollada en la región de la cintura escapular y los brazos.

Las exigencias técnicas en la natación en aguas abiertas son altas, puesto que una buena técnica de nado favorecerá el avance y el ahorro de energía, durante toda la competencia. De ahí que una buena eficiencia energética (relación entre energía gastada y trabajo realizado) sea de vital importancia en las pruebas de distancias largas.

En este sentido, resulta muy interesante comparar la eficiencia de propulsión entre triatletas y nadadores, siendo mayor la de estos últimos, debido fundamentalmente a una mayor amplitud de brazada y velocidad de nado. Se ha determinado que los nadadores gastan menos energía en mover el agua hacia atrás.

El esfuerzo de un nadador recae fundamentalmente sobre los depósitos de glucógeno de la musculatura de los brazos, lo que hace que este segmento no tenga excesiva repercusión sobre los dos siguientes, donde los brazos no van a jugar un papel crucial.

En resumen, podemos decir que la natación en aguas abiertas se caracteriza por:



- Altas exigencias técnicas, por lo que el entrenamiento debe ser muy específico.
- Esfuerzo realizado principalmente por los brazos; se suele utilizar una cadencia de batido de piernas b2 (2 patadas por cada ciclo de brazos).
- Y por un consumo energético relativamente bajo en relación a otras disciplinas deportivas de larga duración²²

2.2.2. Efectos del agua en el cuerpo humano.

La natación es un deporte acuático en el cual participan prácticamente todos los grupos musculares del cuerpo. En este deporte se comprueba que el peso específico del cuerpo no difiere mucho del peso específico del agua, por lo tanto el peso del cuerpo sumergido en el agua se reduce a pocos kilogramos. Favorece la actividad del sistema cardio respiratorio muscular.

Permite mover el cuerpo en el agua con distintas técnicas favoreciendo la actividad físicas en todo tipo de personas, la posibilidad de ejecutar actividades acuáticas se ha incrementado notablemente en individuos obesos y en aquellos con problemas en la columna vertebral es decir aquellos que fuera del agua tienen dificultades para realizar actividad física ya que la misma le produce dolor o imposibilidad de ejecución.

Permite salir del estado de sedentarismo y sin un gran desgaste energético desarrollar una actividad que le va a producir placer, auto superación, confianza en si mismo y en el prójimo, en síntesis un bienestar bio-psico-social-motriz-fisiológico.

²² Toussaint, H.M. (1990). Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. Med. Sci. Sports Exerc. Pág. 409



Ejerce un efecto hidro-terapéutico porque permite desarrollar un tratamiento para el cuerpo de carácter preventivo a través de la estimulación de todo tipo, sobre enfermedades de carácter óseo, articular, muscular, motriz, etc. permitiendo un sentimiento total de bienestar. Este efecto se produce con el acondicionamiento adecuado del agua a las temperaturas moderadas del medio ambiente.

El cuerpo del ser humano posee temperaturas corporales que varían en las distintas partes del cuerpo y a demás que dichas temperaturas varían en los distintos hombres y en las distintas etapas de la vida. Es por ello que si sometemos a dos personas de distintas características de vida o iguales a una misma temperatura van a manifestarse de forma distinta una de la otra por todo lo mencionado anteriormente.

El agua puede ser aplicada a distintas temperaturas respecto a la del cuerpo. Es considerada muy fría de 4° a 18° C, fría de 18° a 24° C, tibia de 29° a 38° C, neutra de 35° a 38° C, caliente de 38° a 42° C. Pero debemos tener en cuenta que cuanto mayor sea la temperatura del agua mayor será la deshidratación del alumno por más mínima que sea su actividad.

Si buscamos una temperatura ideal para el desarrollo de una actividad acuática debemos optar por temperaturas entre 32 y 34 grados C en invierno y en verano estas temperaturas pueden mantenerse o bajar 2 grados. Fuera de estos valores se complicará el rendimiento del ser humano ya que no se logrará un clima agradable para la práctica de una determinada actividad.

También influye la temperatura ambiente ya que si esta no es acorde a la temperatura del agua generará el desagrado de la práctica de un deporte tan beneficioso como lo es la natación. Por ello la



temperatura ambiente ideal ha de encontrarse entre los 28° C y los 30° C.

Si alguna de las temperaturas fallara el deportista necesitará suplir esta deficiencia incrementando su calor corporal en base a movimientos más rápidos lo que le permitirá equilibrar la diferencia de temperaturas.

Debemos saber que el agua ejerce un efecto hidro-terapéutico sobre el cuerpo del ser humano en involución ya que las posibilidades de movilidad tienden a reducirse y el agua cálida permite mantener y en algunas oportunidades mejorar las capacidad físicas de ser humano.

2.3.3. Efectos del Frío en la Salud

El organismo mantiene su homeóstasis térmica en un ambiente frío mediante ciertos mecanismos que limitan las pérdidas de calor y aumentan la producción del mismo.

El primer mecanismo está relacionado con la vasoconstricción periférica, en especial de las extremidades, lo que resulta en una caída brusca de la temperatura cutánea. De esta manera se disminuye la pérdida de calor corporal hacia el ambiente. El mayor trabajo de este mecanismo de conservación de calor es el enfriamiento de las extremidades, de modo que si la actividad se restringe, los dedos y artejos pueden llegar muy rápidamente a temperaturas cercanas a la congelación. Antes de que esto se produzca, las manos y los dedos se hacen insensibles cuando su temperatura desciende por debajo de 15 °C, y aumenta la probabilidad de disfunciones y accidentes²³.

²³ Diolinda Ferreira. diolinda@cantv.net



En general, la sobrecarga por frío es proporcional al gradiente térmico entre la piel y el ambiente, ya que este gradiente determina la velocidad de pérdida de calor del cuerpo por radiación y convección.

La pérdida de calor a través del mecanismo de evaporación de la respiración no es significativa por temperaturas ambientales inferiores a los 15-20 °C.

Cuando la vasoconstricción deja de ser adecuada para mantener el balance calórico del organismo, el aumento del tono muscular y los estremecimientos se constituyen en importantes mecanismos para elevar la temperatura del cuerpo, al aumentar la producción de calor metabólico en una cantidad muchas veces superior a la del estado de reposo.

Además de los estremecimientos, la actividad física general aumenta el calor metabólico. Con vestimenta aislante apropiada para minimizar las pérdidas de calor, incluso a través de un gradiente térmico importante, puede mantenerse un microclima satisfactorio en el que sólo están expuestas al frío limitadas superficies del cuerpo (cara, dedos de las manos y pies) propensas al enfriamiento excesivo o a necrosis por frío.

Sin embargo, en caso de que las ropas se humedezcan, ya sea por contacto con el agua o debido a la sudoración durante el trabajo físico intenso, sus propiedades de aislamiento del frío se verán muy disminuidas²⁴.

2.3.3.1. Efectos Nocivos en el Ser Humano

La necrosis por frío se presenta cuando hay verdadera congelación de los tejidos con la consiguiente alteración de la estructura celular. En

²⁴ Ibid.



teoría la temperatura de congelación de la piel es -1°C ; sin embargo, con velocidades del viento crecientes, la pérdida de calor es mayor y la lesión por frío ocurrirá más rápidamente²⁵.

Una vez que se produce la congelación, avanza rápidamente. Por ejemplo, si la velocidad del viento alcanza 12,5 km. por hora, los tejidos expuestos se congelarán en aproximadamente un minuto a -10°C . Más aún, si la piel entra en contacto directo con objetos cuya temperatura superficial es inferior al punto de congelación, la necrosis por frío puede desarrollarse aun con temperaturas ambientales cálidas.

La primera señal de la lesión por frío es a menudo una sensación aguda de punzada, sin embargo, el frío mismo causa adormecimiento y anestesia de los tejidos, lo que puede permitir que se produzca congelación grave sin signos de malestar agudo que sirvan de alarma.

La necrosis por frío puede producir desde una lesión superficial con enrojecimiento de la piel, anestesia transitoria y flictenas superficiales, hasta congelación de tejidos profundos con isquemia persistente, trombosis, cianosis profunda y gangrena²⁶.

El pie de trincheras o pie de inmersión puede producirse por una exposición prolongada y continua al frío sin congelación, junto con humedad persistente o inmersión en el agua. Esta afección se debe a anoxia local tisular permanente y a frío moderado o intenso que causan lesiones en las paredes de los capilares. Hay edema, hormigueo, picazón y dolor intenso, seguidos de vesiculación, necrosis superficial de la piel y ulceración.

²⁵ Diolinda Ferreira. diolinda@cantv.net

²⁶ Ibid.



La hipotermia generalizada es una afección grave que resulta de la exposición prolongada al frío y de la pérdida de calor. Cuando un individuo se fatiga durante la actividad física es más propenso a perder calor y el mecanismo de vasoconstricción se deprime a medida que se acerca el agotamiento; se produce entonces vaso dilatación brusca con la resultante pérdida rápida de calor y el enfriamiento crítico subsecuente. Los sedantes y el alcohol aumentan el peligro de hipotermia.

Las anormalidades vasculares pueden ser precipitadas o agravadas por la exposición al frío, e incluyen sabañones, enfermedad de Raynaud, acrocianosis y trombo angeítis obliterante. Los trabajadores que padecen estas afecciones deben tomar precauciones especiales para evitar el enfriamiento. Algunas personas presentan reacciones de hipersensibilidad cuando se exponen al frío.

2.3.3.1.1. Valores Máximos Permitidos

Se han elaborado índices de estrés por frío para estimar la importancia de los ambientes fríos en el bienestar y la eficiencia del hombre. Los índices que relacionan los efectos aislantes del vestuario con las pérdidas de calor por difusión debidas al movimiento de aire frío son probablemente los más útiles en predecir el impacto de la exposición a ambientes exteriores fríos.

Las ocupaciones con riesgo de exposición incluyen: bomberos, nadadores deportivos en aguas frías, buzos, empacadores, fabricantes de hielo, pescadores, trabajadores de bodegas frigoríficas, trabajadores de cuartos de enfriamiento, trabajadores de gas licuado, trabajadores de hielo seco, trabajadores a la intemperie en clima frío, trabajadores de refrigeración.



2.3.4 Efectos de las bajas temperaturas del agua en nadadores de aguas abiertas.

Algunas de las maratónicas carreras de natación en aguas abiertas tropiezan con un severo obstáculo, que limita mucho la participación de los competidores: la baja temperatura del agua, condición que convierte a estas pruebas en verdaderas odiseas. Por ejemplo en Canadá, se disputan este tipo de competencias en la región de los lagos, donde el promedio de temperatura del agua oscila entre los 14 y 16 grados Celsius. Estas pruebas generalmente registran un récord de abandonos, siendo una de las causas más que frecuentes las hipotermias. Las estadísticas demuestran que más de la mitad de los nadadores no llegan a complementar el recorrido oficial.

¿Qué sucede cuando la temperatura corporal es menor de los 37° C?

- A los 35° comienzan los temblores, sobreviene la confusión y existe desorientación temporo-espacial.
- A los 32° existe semiinconsciencia y se presentan alucinaciones.
- A los 25° sobreviene una arritmia cardiaca que preludia la muerte.

Es aconsejable evitar al máximo no llegar a estos momentos críticos. Lamentablemente algunos nadadores se resisten al abandono y piden al guía o entrenador que no lo retiren del agua. Llegado el caso, debe ser inflexible y sacar del agua al deportista, aun en contra de su voluntad y si advierte en él un estado de hipotermia tomar urgentemente las medidas correspondientes, fundamentalmente la atención de los médicos cuanto antes.



Es muy importante impedir los cambios bruscos de temperatura como una ducha con agua caliente, esto podría exponer a la víctima a un verdadero estado de shock y muerte.

Renata Agandi, una brasileña de 23 años de edad, murió cuando intentaba cruzar el peligroso Canal de La Mancha en agosto de 1988. La causa de su deceso fue hipotermia.

Estos tristes desenlaces llevan a reflexionar hondamente sobre lo difícil de las pruebas en aguas abiertas donde las características son sus bajas temperaturas, el fuerte oleaje, los cambios de corriente y, en consecuencia, las lógicas variantes térmicas.²⁷

2.3.4.1 Hipotermia

Hablamos de hipotermia cuando la temperatura central es inferior a 35°C, o un cuadro clínico equivalente, por eso es importante reconocer la forma de presentación y los mecanismos de defensa que pone en alerta nuestro termostato: el hipotálamo²⁸.

Se reconocen tres tipos de hipotermia:

- Gradual o de exposición: por clima frío, viento intenso, ropa inadecuada o mojada.
- Aguda o de inmersión: la elevada Pérdida Térmica (PT) en el agua determina que los efectos de la hipotermia sean más rápidos e intensos.
- Silenciosa en realidad es una variante de la primera, y es la que se presenta en aquellos individuos que están expuestos muchas horas a la Pérdida Térmica en el agua, aún cuando

²⁷ Andrea Ausfet, y Claudio Plit. Revista Cuerpo & Mente en Deportes

²⁸ WWW.PARANAUTICOS.COM



tengan equipamiento adecuado: instructores, divemasters, surfistas, pescadores, alpinistas, etc.

Cambia la forma de presentación clínica ya que se muestra como un cuadro de agotamiento, cansancio fácil o depresión.

2.3.4.1.1. Clasificación y tratamiento de la hipotermia

Ante una diferencia entre temperatura registrada y cuadro clínico se impone este último.

La hipotermia leve corresponde a una temperatura central de 35°C a 32°C, se caracteriza por presentar muy baja temperatura corporal al tacto, piel pálida, palidez o cianosis en los dedos, temblor persistente, respiración entrecortada o superficial, lucida y molesta por la sensación de frío, pérdida de coordinación motora, cansancio, calambres, pulso débil. Puede tener múltiples micciones.

Se puede tratar en el lugar con: ropa seca y abrigada o bien bolsa de dormir, se puede aplicar una fuente de calor en la cabeza, cuello, tórax y axilas; pero no en las extremidades. Si no existió ingesta excesiva de agua están indicados los líquidos calientes y azucarados, sin cafeína ni alcohol.

Es útil una fuente de aire u oxígeno caliente y húmedo, si no usar algo a modo de bufanda, para que reinspire aire caliente. Se evitara fumar por el aporte de monóxido de carbono.

En la hipotermia moderada la temperatura central es de 32°C a 30°C, se presenta como el cuadro anterior a lo que hay que sumarle deterioro de los niveles de conciencia, no cumple órdenes simples, tiene dificultades para pararse, aparece ligera midriasis (dilatación de



las pupilas), visión borrosa, respiración superficial y el temblor no es constante. Pulso difícil de hallar.

Aparecen cambios en el electrocardiograma.

Requiere tratamiento médico. En los primeros auxilios se reducirán los movimientos al máximo, debe permanecer acostado ya que sentado empeora la hipotensión arterial y con los pies elevados reingresa sangre fría a la circulación general. Es esencial una fuente de aire u oxígeno caliente (aproximado a los 40°C) y húmeda. Ropa seca y es peligroso el uso de una fuente de calor.

No está indicado el uso de bufanda. Los líquidos administrados deben estar tibios y no calientes, por el riesgo de inducir una hipotensión arterial.

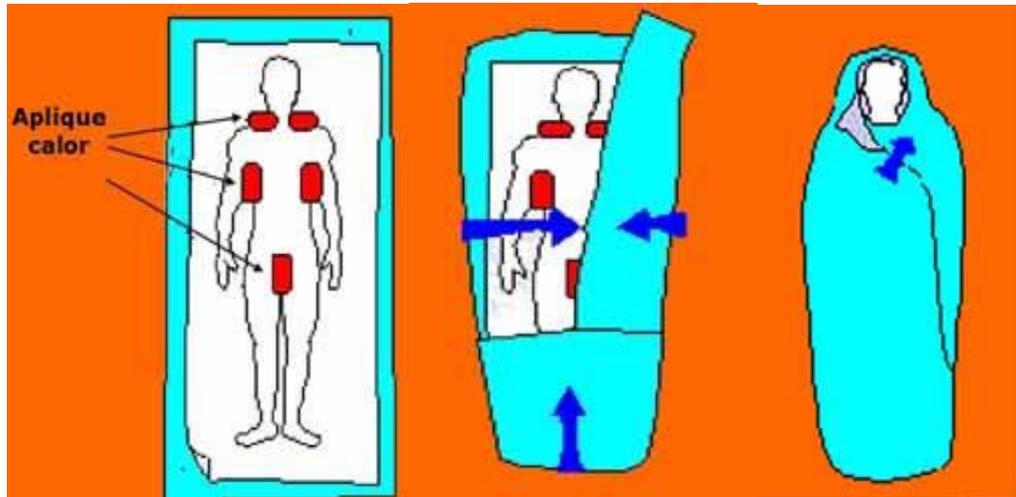
La hipotermia severa está acompañada de una temperatura central inferior a los 30°C.

Es una emergencia médica que deberá ser tratado en un centro de alta complejidad y puede requerir hemodiálisis, diálisis peritoneal y lavados gástricos, para obtener un aumento de la temperatura central. Se caracteriza por el progresivo deterioro de la conciencia hasta llegar al coma, no puede sentarse solo, desaparecen los temblores lo que empeora la hipotermia, y marcada midriasis. Aparecen cambios en el electroencefalograma.

Cuando la temperatura central es de 28°C el paro cardíaco es inminente. No se debe administrar ningún tipo de líquidos, solo oxígeno caliente (aproximado a los 40°C) y húmedo.

La rigidez muscular reemplaza al temblor, no tiene pulso palpable y una respiración superficial de 3 o 4 por minuto. Todo esto induce al

diagnostico erróneo de paro cardio-respiratorio, ayudado por el frío del propio auxiliador. Por eso se deberá auscultar los ruidos cardiacos y verificar la función respiratoria.



*Lugares donde se deben aplicar las fuentes de calor

2.3.4.1.2. Mecanismos de defensa y aumento de la producción de calor:

El primer mecanismo activado para disminuir la Pérdida Térmica es la vasoconstricción periférica, poniendo en ejecución el efecto “radiador” de nuestra piel, motivo por el cual toma un color pálido o blanquecino.

El siguiente paso es reducir el flujo de sangre en los sectores no vitales y habitualmente más expuestos a la Pérdida Térmica: pies, manos, orejas. Posteriormente se produce el pilo-erección (erección del pelo, o pelos de punta)) para aumentar la capa aislante de aire que nos rodea. Este mecanismo no nos sirve de mucho, pero es un resabio evolutivo de cuando teníamos mas pelo o bello corporal.

Luego se suprime el sudor, aunque se conservan los mecanismos de evaporación insensible.



De no alcanzar con estas medidas se activan los mecanismos que aumentan la producción de calor, tales como: el escalofrío, sea con temblor o por tiritar, lo que induce un aumento del metabolismo muscular. En segunda instancia se incrementan los niveles de adrenalina y noradrenalina, para aumentar todo el metabolismo celular.

De continuar la exposición al frío aumenta la producción de la hormona tiroidea, pero esto tarda algunas semanas y en realidad es un mecanismo de adaptación al clima frío.

Para decidir todos estos cambios el hipotálamo se vale de la temperatura a la que le llega la sangre, pero también de la información que le proveen los receptores en la piel. Si estuvimos expuestos a la hipotermia el hipotálamo queda sensibilizado, por lo que una nueva inmersión en agua fría desencadena el temblor y la tiritona antes que efectivamente haya descendido nuevamente la temperatura central.

2.3.4.1.2.1. Variantes de la Pérdida Térmica

La cabeza y el cuello debido a un tejido graso subcutáneo escaso y por tener una vasoconstricción muy limitada son responsables de más del 40% de la Pérdida Térmica cuando hace frío, lo que no es válido cuando hace calor.

Por lo tanto hay que acostumbrarse al uso del casco de neopreno, aunque en principio resulte incómodo. Los montañistas tienen un lema: "si se te enfrían los pies ponte la gorra", cosa que nosotros tendríamos que aprender.

Una intensa exposición solar previa, más si produjo enrojecimiento persistente o quemadura de primer grado, hará que perdamos el

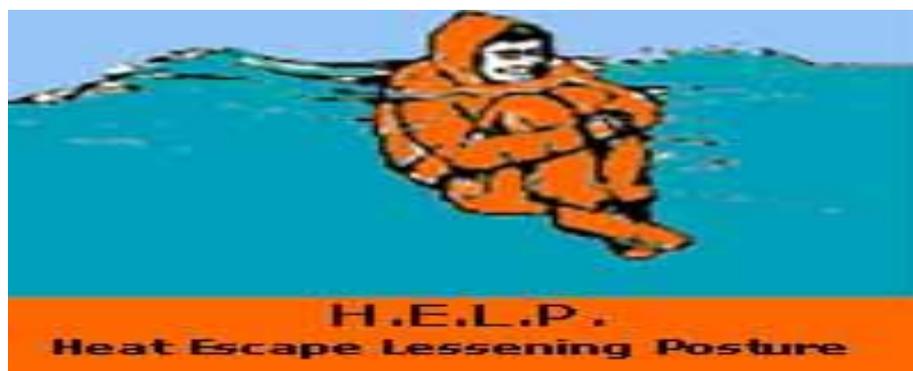


control sobre el efecto radiador. Aunque en los primeros momentos de la inmersión la sensación puede ser agradable la Pérdida Térmica será enorme, y las etapas hacia la hipotermia se sucederán más rápido. Algo parecido sucede en los que tienen gran superficie de piel afectada por eczemas, soriasis y angiomas.

Si en la inmersión comenzamos a sentir frío los movimientos intensos dan la sensación de aumentar nuestra temperatura, lo que es cierto solo en los primeros minutos, por que los movimientos reemplazan el agua tibia de nuestro traje por agua fría, empeorando el cuadro. Además del riesgo de agotarnos. Lo mismo sucede nadando en la superficie.

En caso de caer en agua fría, sin la protección adecuada, se aconseja: quitarse los zapatos, ajustarse la ropa (cinturón, botones, cierres), cubrir la cabeza, utilizar cualquier elemento flotante que nos permita sacar la cabeza y cuello del agua.

La llamada posición H.E.L.P., (Heat Escape Lessening Position) posición para disminuir la pérdida de calor, reduce un 40% la Pérdida Térmica en el agua, comparado con una persona que se mueve activamente. Esta posición se obtiene flexionando las caderas y las rodillas y envolviendo las piernas con los brazos, siendo la posición que usan los chicos para tirarse al agua -estilo bomba-.





2.3.4.2. La deshidratación en la natación en aguas abiertas

El deportista que practica natación necesita compensar las pérdidas de azúcar y electrolitos que tienen lugar durante las sesiones de entrenamiento.

Si las pruebas natatorias son duraderas, conviene informarle al deportista de la necesidad orgánica de suplir la pérdida de azúcares, electrolitos y agua, con el fin de evitar la deshidratación y la fatiga, que puede afectar de forma negativa a su rendimiento físico durante la competencia.

Ocurre que si las pruebas son intensas, el glucógeno muscular (almacén de energía rápida) no basta para suministrar la energía requerida, y se necesita del aporte energético de los hidratos de carbono sanguíneos, y como la glucosa sanguínea también es utilizada como sustrato por el cerebro, los glóbulos rojos y el resto de tejidos corporales. En poco tiempo comienza a disminuir la glucemia (nivel de azúcar en sangre) y en consecuencia se puede provocar la temida fatiga, lo que afectará indiscutiblemente al rendimiento físico y al bienestar personal²⁹.

Al estar en contacto directo con el agua, muchos nadadores no tienen la sensación de sudar, tampoco sienten sed, de ahí que no vean clara la necesidad de hidratarse durante las competencias en aguas abiertas, a diferencia de otros deportes.

Por curioso que pueda parecer, la natación genera pérdidas de agua a tener en cuenta. Está comprobado que un nadador puede perder en dos horas, más de medio litro de agua por el sudor, a través del cuero cabelludo.

²⁹ info@alimentacion-sana.com.ar



Por tanto, al igual que en el resto de deportes, el nadador se ha de hidratar y nutrir en este sentido. Las bebidas energéticas se convierten en la manera más cómoda de hacerlo, pues incorporan agua, azúcares y electrolitos, sustratos que se disipan en el sudor³⁰.

2.3.4.3. Fatiga muscular en la natación de aguas abiertas

Hay que considerar la fatiga como el complejo proceso que abarca todos los niveles de la actividad del organismo (molecular, subcelular, celular, orgánico, del sistema y del organismo) y que se manifiesta en el conjunto de los cambios relacionados con las transformaciones de la homeostasis, los sistemas reguladores, vegetativo y ejecutivo, como el desarrollo del sentido del cansancio y la disminución temporal de la capacidad del trabajo.

La fatiga muscular ha venido siendo estudiada, fundamentalmente, desde una perspectiva fisiológica, lo que supone una extraordinaria aportación al técnico deportivo. La fatiga puede ocurrir a nivel local, es decir, en un solo músculo o en un grupo determinado de músculos, o a nivel general, afectando a todo el organismo del deportista.

Definir fatiga en el deporte resulta sencillo, pues indica una disminución de la capacidad de rendimiento como reacción a las cargas del entrenamiento o la competencia, es decir que, ante la presencia de la fatiga se produce un deterioro del rendimiento. Por ejemplo, el ritmo de un nadador puede hacerse más lento o la fuerza de las contracciones musculares isotónicas máximas pueden disminuir.

Hay múltiples definiciones y causas de la fatiga durante la natación intensiva. Aquellos que han competido en pruebas de 100 metros crol

³⁰ info@alimentacion-sana.com.ar



y mariposa saben que la sensación de fatiga y agotamiento es marcadamente diferente de la que se experimenta durante pruebas de 1500 metros o superiores. Aunque la fatiga no puede eliminarse, su consecuencia en el rendimiento puede ser reducido como consecuencia del entrenamiento y de un ritmo de nado adecuado.

Así pues, en el deporte de alto rendimiento es frecuente observar una disminución del rendimiento a causa de la fatiga nerviosa (mental, sensorial, emocional) o la fatiga física (motora o coordinativa). Estas formas de cansancio no se manifiestan de forma aislada sino en estrecha combinación, debido a los diversos efectos causados por la fatiga³¹.

La aparición de la fatiga depende de la carga, particularmente de su intensidad y puede ocurrir casi inmediatamente del comienzo de la aplicación de la carga o durante una carga de duración más larga. Debe recordarse que el suministro de energía de los fosfatos dura de 3 a 7 segundos: el límite de energía anaeróbica, principalmente desde el glucógeno, es de 35 a 60 segundos; y la energía aeróbica de los carbohidratos alcanza hasta los 90 minutos en deportista de resistencia³².

La fatiga puede aparecer en el sistema nervioso central, es decir en el cerebro y la espina dorsal. Como la activación del músculo depende, en parte del control consciente, el trauma psicológico de un ejercicio de carga máxima puede consciente o subconsciente inhibir la voluntad del nadador para tolerar más las molestias de la fatiga. La reducción del ritmo a un nivel tolerable puede, por tanto, ser más el resultado de un control limitante del sistema nervioso central que de una fatiga localizada en el músculo. A menos que estén altamente

³¹ Navarro, F. (1998). La resistencia. Madrid. Gymnos.

³² Navarro, F; Feal, A.R. (2001). Planificación y control del entrenamiento en natación. Madrid. Gymnos.



motivados, la mayoría de nadadores acabarán el ejercicio antes de que sus músculos fisiológicamente exhaustos. Para conseguir un rendimiento máximo, los nadadores deben entrenarse a desarrollar la capacidad amortiguadora en los músculos, aprender un ritmo adecuado y conseguir la tolerancia del mal estar.

En conclusión la localización de la fatiga debe ser múltiple. Sin embargo, se admite generalmente que la fatiga y el agotamiento durante la natación dependen de la disponibilidad de energía, de la acumulación de productos metabólicos de desecho y de limitaciones del sistema nervioso. No hay un factor individual responsable de la fatiga, más bien hay una multitud de condiciones y causas subyacentes a la sensación y malestar asociados a la fatiga y al agotamiento después del ejercicio.

2.3.4.3.1. Causas de la Fatiga

En función de los diferentes objetivos del entrenamiento en la natación, las posibles causas de fatiga pueden ser según³³:

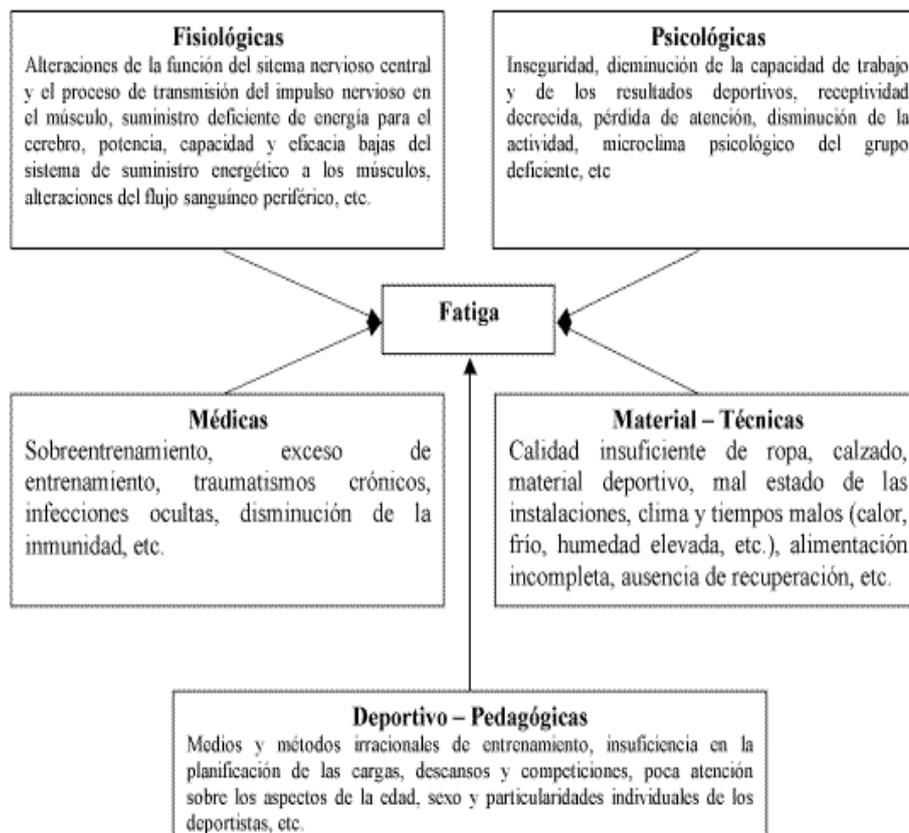
- Disminución de las reservas energéticas (por ejemplo, fosfocreatina, glucógeno)
- Acumulación de sustancias intermedias y terminales del metabolismo (por ejemplo, lactato, urea)
- Inhibición de la actividad enzimática por sobre acidez o cambios de las concentración de las enzimas
- Desplazamiento de electrolitos (por ejemplo, del potasio y del calcio en la membrana celular)

³³ Zintl, F. (1991). Entrenamiento de la resistencia. Barcelona. Martínez Roca.



- Disminución de las hormonas por el esfuerzo fuerte y continuo (por ejemplo, la adrenalina y noradrenalina como sustancia de transmisión, la dopamina en el sistema nervioso central)
- Cambios en los órganos celulares (por ejemplo, las mitocondrias) y en el núcleo de la célula
- Procesos inhibidores a nivel del sistema nervioso central por la monotonía de las cargas (sobrecarga causada por bajas exigencias)
- Cambios en la regulación a nivel celular dentro de cada uno de los sistemas orgánicos

Las formas agudas y crónicas de la fatiga pueden estar condicionadas por muy diversas causas que pueden expresarse en cinco grupos principales según: fisiológico, psicológico, médico, material técnico, y deportivo pedagógico³⁴.



³⁴ Platonov, V.N. (2001). Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico. Barcelona. Paidotribo.



**Causas de la fatiga en varias distancias de pruebas de natación
(Maglischo, 1999)**

- Pruebas de 25 – 50 metros
 - Depleción de PCr
 - Cuota inadecuada del metabolismo anaeróbico
- Pruebas de 100 – 200 metros
 - Acidosis
 - Tolerancia al dolor
- Pruebas de media y larga distancia
 - Acidosis
 - Tolerancia al dolor

2.3.4.3.2. Clasificación de la fatiga

A pesar de toda la complejidad fisio-patológica de la fatiga, y sin dejar de pensar que es un proceso continuo, se puede clasificar la fatiga según el tiempo o momento de aparición, o según el lugar de aparición. Según el tiempo de aparición hay tres tipos³⁵:

Fatiga aguda: Aparece durante una sesión de entrenamiento o competición, produciendo una disminución del rendimiento en función de la cualidad del ejercicio: fuerza, velocidad, etc. En este tipo de fatiga los mecanismos de producción son diferentes dependiendo de si es un ejercicio de corta o larga duración.

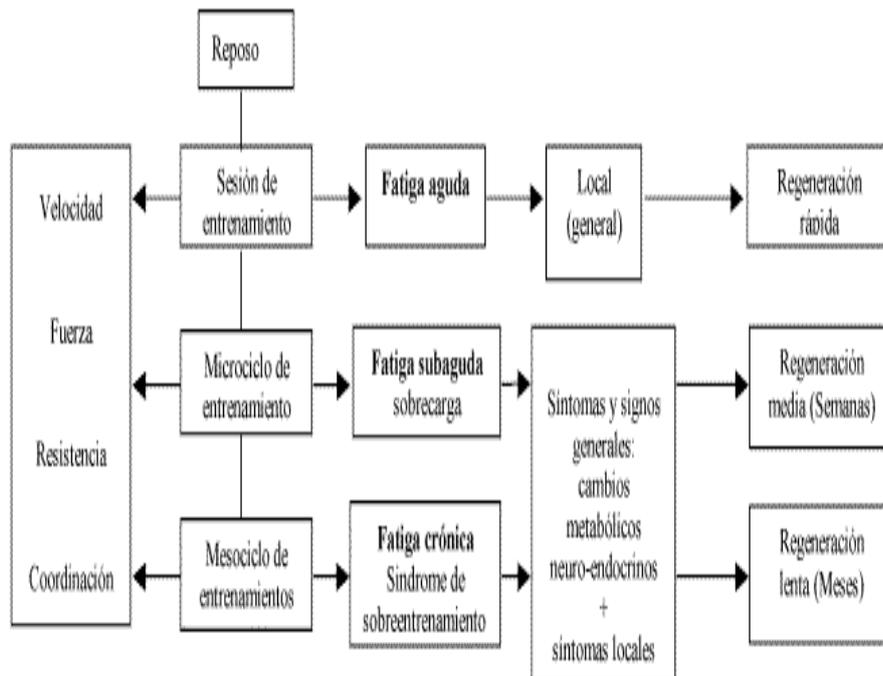
Fatiga sub-aguda: También llamada sobrecarga. Ocurre después de uno o varios micro ciclos relativamente intensos, con relativamente pocas sesiones de regeneración. Es decir, cuando el deportista realiza niveles de entrenamiento ligeramente más altos que los que estaba acostumbrado. En realidad este tipo de fatiga es una manera de estimular al organismo a una súper compensación.

³⁵ Terrados, N; Fernández, B. (1997). La fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Madrid. Síntesis.



Fatiga aguda muscular o sobre esfuerzo muscular: Generalmente ocurre después de una sesión de entrenamiento que excede el nivel de tolerancia al esfuerzo en el músculo. Esta acompañada de lesión del tejido muscular, afectando solamente a los músculos involucrados en el ejercicio.

Fatiga crónica: Aparece después de varios micro ciclos en los que la relación que hay entre el entrenamiento o competición y la recuperación se va desequilibrando, ocasionando un cuadro sistémico de fatiga que, como siempre, conlleva al descenso del rendimiento.



2.3.4.4. Calambres musculares

Los mecanismos de regulación calórica interna del cuerpo humano tratan de mantener en el cuerpo una temperatura constante de cerca de 37 °C. Es normal que el cuerpo pierda constantemente calor a través de los pulmones y la piel, pero hay veces que la persona



necesita perder más calor para mantener esa temperatura constante, debido a que el cuerpo produce más calor motivado por la producción de calor en el ambiente; esta pérdida tiene lugar también en los mecanismos calóricos del organismo³⁶.

Este fenómeno ocurre a la inversa cuando el cuerpo humano está expuesto al frío, que es cuando los vasos sanguíneos que riegan la piel y las extremidades se contraen para reducir la pérdida de calor en el ambiente y el cuerpo empieza a tiritar, lo cual aumenta su ritmo de producción de calor.

Ambos fenómenos (calor y frío) obligan al estudio de las fuentes que los producen y la respuesta y comportamiento humano.

Cuanto tenemos frío los músculos se contraen de manera involuntario, es una manera del cuerpo para protegerse del frío, así produce calor (como cuando hacemos ejercicio), por eso temblamos, porque nuestros músculos se están moviendo. Para que nuestros músculos se muevan pasan muchas reacciones químicas pero si hace falta potasio no pueden moverse adecuadamente y es cuando surgen los calambres.

Los calambres son contracciones dolorosas e involuntarias de los músculos que pueden ocurrir durante o después del ejercicio. En los deportistas la causa de los calambres todavía no está claramente definida pero existen diversas teorías a las cuales se atribuye su aparición como la deshidratación, la alteración de los electrolitos y/o actividad anormal de las moto neuronas que inervan a los músculos³⁷.

Se ha evidenciado que la fatiga general y muscular así como la falta de elasticidad son factores que predisponen a su aparición. Su

³⁶ Diolinda Ferreira. diolinda@cantv.net

³⁷ El Rincón Del Entrenador, #35, 2003 GSSI BASE Latinoamérica



prevención y tratamiento se sustentan sobre un buen entrenamiento de flexibilidad pasiva así como una buena nutrición e hidratación.

Un alto porcentaje de los calambres que ocurren durante el ejercicio puede ser atribuido a una gran pérdida de líquido corporal así como a la pérdida de electrolitos como el sodio.

El sodio es un importante mineral que interviene en la formación de las señales eléctricas de los nervios que producen los movimientos musculares, y su deficiencia asociada a la de fluidos determina la presencia de músculos "irritables". Bajo tales condiciones, un movimiento un poco más intenso puede desencadenar una contractura muscular incontrolable.

Recordemos que una ligera disminución del sodio sanguíneo, determinada por una dieta baja en sodio o una sudoración notablemente profusa, pueden causar este cuadro.

Por otra parte, se indica la teoría que sugiere que la fatiga muscular causa una falta de control en los sensores eléctricos musculares (efecto excitatorio de los husos neuro musculares y del efecto inhibitorio del órgano tendíneo de Golgi) generando una contracción tetánica de la masa muscular. Aparentemente la contracción del músculo en su posición mas corta es el factor mecánico desencadenante de este cuadro.



CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

La presente investigación es de tipo correlacional, basada en trabajos de campo cimentados en la elaboración de análisis y pruebas de laboratorio básicas, acompañadas de mediciones estadísticas comparativas alusivas al tema, con lo cual se demuestra la correspondencia válida entre las variables planteadas en el tema a ser investigado.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo sujeto de estudio constituyen todos los nadadores de aguas abiertas pertenecientes al Club “El Batán” de la ciudad de Quito, que participarían en la travesía natatoria al Lago San Pablo.

Al tener un universo tan reducido, la muestra está constituida por todos los deportistas que realizaran la travesía al Lago San Pablo, motivo por el cual nos vemos abocados a realizar el trabajo de investigación en base a la técnica de Muestra no probabilística por expertos.

3.3 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

3.3.1 Hipótesis de trabajo

Hi: La temperatura del agua influye en el rendimiento Deportivo de los nadadores del Club “El Batán” durante la travesía internacional del Cruce al Lago San Pablo.

3.3.2 Hipótesis nula



H₀: La temperatura del agua NO influye en el rendimiento Deportivo de los nadadores del Club “El Batán” durante la travesía internacional del Cruce al Lago San Pablo.

3.4 VARIABLES DE INVESTIGACION

- La temperatura del agua en el Lago San Pablo.
- El Rendimiento Deportivo de los nadadores del Club “El Batán”

3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
LA TEMPERATURA DEL AGUA EN EL LAGO SAN PABLO	Es la característica física que posee este accidente natural por la incidencia de factores ambientales y geográficos de la región	<ul style="list-style-type: none">• Simples• Complejas	<ul style="list-style-type: none">• Temperatura superficial• Corrientes internas• Deshielos• Factores meteorológicos
RENDIMIENTO DEPORTIVO	Es el proceso que se efectúa a diferentes niveles, cada uno adaptado a una estructura correspondiente a un determinado periodo.	<ul style="list-style-type: none">• Simples• Complejas	<ul style="list-style-type: none">• Perdida del gesto deportivo• Disminución del consumo de VO₂• Incremento de gasto calórico• Incremento en la acumulación de ácido láctico



3.6 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACION

El trabajo de campo estará enmarcado en la recolección de datos basados en la elaboración de análisis y pruebas de laboratorio básicas, acompañadas de mediciones estadísticas comparativas, antes y después de la competencia deportiva.

3.7 TRATAMIENTO Y ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS

Los resultados de la investigación se procesarán de acuerdo a un modelo estadístico comparativo óptimo, para lo cual se elaborará una matriz de vaciado de datos a fin de realizar los diagnósticos respectivos respaldados por representaciones gráficas, lo que nos permitirá determinar en forma efectiva los resultados del estudio mediante un análisis interpretativo.



CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Hoy en día, la diferencia entre los buenos y los mejores se encuentra separada por un pequeño margen, atribuible en muchas ocasiones al manejo óptimo de las muchas variables implicadas en el deporte.

Para alcanzar niveles óptimos de rendimiento, los deportistas y entrenadores desarrollan estrategias muy efectivas, y minuciosamente estructuradas y planificadas pero que en ocasiones son insuficientes para alcanzar los objetivos planteados.

Pero, ¿Cómo podemos saber a ciencia cierta si los objetivos se han alcanzado al final de un proceso o durante el desarrollo de este?

La respuesta es simple y sencilla, la obtenemos a través del análisis e interpretación de los resultados obtenidos y recopilados en el desarrollo de la actividad planificada o al final de la misma.

Cada caso en particular suele requerir ciertas estrategias de intervención, pero es muy importante tomar en cuenta los determinantes del rendimiento final o parcial. Para tal efecto, hemos desarrollado un sin número de sistemas y programas de recopilación y tabulación de resultados. A continuación me permito presentar uno de ellos.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación han decidido colaborar irrestrictamente tres deportistas pertenecientes al Club "El Batán", a los cuales de ante mano les antepongo mis agradecimiento personal por la colaboración prestada para este proceso, a la vez que me permito presentar mi reconocimiento hacia el esfuerzo que cotidianamente despliegan en pos de alcanzar un nivel cada vez más competitivo en relación a las pruebas de



aguas abiertas. A continuación me permitiré resumir las cualidades y condiciones físicas y deportivas de cada uno de los atletas que participaron de este proyecto.

DATOS DEL DEPORTISTA

NOMBRE:	MERCEDES CHIRIBOGA
EDAD:	20 AÑOS
OCUPACION:	ESTUDIANTE
PESO:	97 LBS
ESTATURA:	1.50 M.
VO2 MAX:	47
ENTRENAMIENTO:	15h. SEMANALES
CARGA HORARIA:	3 H

DATOS DEL DEPORTISTA

NOMBRE:	CARLOS GARZON
EDAD:	34 AÑOS
OCUPACION:	MILITAR EN S.A.
PESO:	127 LBS
ESTATURA:	1.72 M.
VO2 MAX:	56
ENTRENAMIENTO:	10h. SEMANALES
CARGA HORARIA:	2H

DATOS DEL DEPORTISTA

NOMBRE:	LUIS FLORES
EDAD:	38 AÑOS
OCUPACION:	ENTRENADOR
PESO:	145 LBS
ESTATURA:	1.61 M.
VO2 MAX:	55
ENTRENAMIENTO:	12h. SEMANALES
CARGA HORARIA:	2H



4.1 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.

A continuación me permito poner a consideración los datos recolectados durante un trabajo minucioso efectuado por un periodo de aproximadamente dos meses en los cuales se logro alcanzar un cúmulo significativo de marcas y parámetros de medición que nos permiten realizar un análisis más real de los efectos producidos por la temperatura del medio acuático en las funciones del cuerpo humano y su incidencia en los resultados durante y después de una prueba deportiva.

El seguimiento a los deportistas se fracciona en dos etapas. La primera durante el periodo de entrenamiento (fase pre competitiva) y la segunda durante el lanzamiento de la prueba.

El trabajo de recolección de datos estuvo orientado a captar marcas o parámetros de los deportistas antes y después de la prueba los mismos que nos permitirían luego de cotejar las cifras evaluar cual es el índice de incidencia en el rendimiento final.

Es de vital importancia señalar que durante el periodo de entrenamiento por motivos personales de los deportistas, no se pudo realizar un seguimiento en aguas del lago San Pablo, por lo cual se busco un medio que se acerque a la realidad en lo referente a la temperatura del agua. Es así que el día viernes 24 de Septiembre del 2004 a las 06:30 en las instalaciones de la piscina de la Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”, se procede a realizar una prueba comprobatoria en la cual se aprovecha para realizar la primera recolección de datos.

De esta jornada de trabajo se obtiene los siguientes resultados.



DATOS DEL ENTORNO DE LA PISCINA “ESMIL”

FECHA	24-sep-2004
HORA	6:30
DISTANCIA	3800 m
TEMPERATURA AMBIENTE	19° C
ALTURA	2780 msnm
OLEAJE	NO
CORRIENTES DE AIRE	NO
VELOCIDAD DEL VIENTO	NO
TEMPERATURA DEL AGUA	20° C
PH DEL AGUA	8



DATOS DE LOS DEPORTISTAS

MERCEDES CHIRIBOGA

UN DIA ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/90
FRECUENCIA CARDIACA:	68
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	35
TEMPERATURA:	37°
30 MINUTOS ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/90
FRECUENCIA CARDIACA:	70
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	40
TEMPERATURA:	37,6°
AL FINALIZAR LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/100
FRECUENCIA CARDIACA:	112
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	49
TEMPERATURA:	36,6°
TIEMPO DE COMPETENCIA	0:51:37



CARLOS GARZON

UN DIA ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/80
FRECUENCIA CARDIACA:	68
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	34
TEMPERATURA:	37°
30 MINUTOS ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/90
FRECUENCIA CARDIACA:	75
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	48
TEMPERATURA:	37,5°
AL FINALIZAR LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/100
FRECUENCIA CARDIACA:	110
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	50
TEMPERATURA:	36,6°
TIEMPO DE COMPETENCIA	0:54:14



LUIS FLORES

UN DIA ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/100
FRECUENCIA CARDIACA:	85
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	31
TEMPERATURA:	36,5°
30 MINUTOS ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/100
FRECUENCIA CARDIACA:	100
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	45
TEMPERATURA:	37,4°
AL FINALIZAR LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	125/100
FRECUENCIA CARDIACA:	119
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	53
TEMPERATURA:	36,1°
TIEMPO DE COMPETENCIA:	0:50:28



Finalmente los días jueves 21 y viernes 22 de Octubre del 2004 respectivamente, se procede a tomar los datos de los deportistas que efectuaran el cruce al Lago San Pablo con motivo de la travesía natatoria año 2004, luego de se obtiene los siguientes parámetros.

DATOS DEL ENTORNO DEL LAGO “SAN PABLO”

FECHA	22-oct-04
HORA	6:05
DISTANCIA	3800 m
TEMPERATURA AMBIENTE	14° C
ALTURA SNM	2660 msnm
CORRIENTES DE AIRE	SI
OLEAJE	SI
VELOCIDAD DEL VIENTO	3 nudos
TEMPERATURA DEL AGUA	16° C
PH DEL AGUA	7,8



DATOS DE LOS DEPORTISTAS

MERCEDEZ CHIRIBOGA

UN DIA ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/80
FRECUENCIA CARDIACA:	72
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	32
TEMPERATURA:	36,5°
30 MINUTOS ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/90
FRECUENCIA CARDIACA:	89
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	46
TEMPERATURA:	37°
AL FINALIZAR LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/90
FRECUENCIA CARDIACA:	123
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	52
TEMPERATURA:	36°
TIEMPO DE COMPETENCIA	0:57:45



CARLOS GARZON

UN DIA ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/90
FRECUENCIA CARDIACA:	78
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	33
TEMPERATURA:	36,4°
30 MINUTOS ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/80
FRECUENCIA CARDIACA:	85
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	42
TEMPERATURA:	37,2°
AL FINALIZAR LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	125/90
FRECUENCIA CARDIACA:	128
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	56
TEMPERATURA:	36°
TIEMPO DE COMPETENCIA	1:02:12



LUIS FLORES

UN DIA ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	110/90
FRECUENCIA CARDIACA:	80
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	27
TEMPERATURA:	37°
30 MINUTOS ANTES DE LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/80
FRECUENCIA CARDIACA:	106
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	40
TEMPERATURA:	37,3°
AL FINALIZAR LA PRUEBA	
PRESION ARTERIAL:	120/90
FRECUENCIA CARDIACA:	128
FRECUENCIA RESPIRATORIA:	50
TEMPERATURA:	36,6°
TIEMPO DE COMPETENCIA:	0:52:01



4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.2.1 ANALISIS DE LOS PARAMETROS AMBIENTALES

4.2.1.1 ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL ENTORNO

La temperatura del entorno está dada por la temperatura ambiental y es aquella se puede medir con un termómetro y que se toma del ambiente actual. Para el confort humano, la temperatura ambiental deseable depende en gran parte de las necesidades del individuo y de otros factores.

Según el observatorio de salud pública de West Midland, Gran Bretaña, 21 °C (70 °F) es la temperatura ambiental recomendada para un normal desenvolvimiento humano.

Durante el proceso de recopilación de datos se obtuvieron dos marcas significativas en relación a la temperatura ambiente en la cual se desarrollaron las pruebas en análisis.

En primer lugar se obtuvo una temperatura de 20^a C, al interior de la estructura donde funciona la Piscina de la Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”. Mientras que la temperatura ambiente en el sector del Lago San Pablo el día 22 de Octubre del 2004 a las 06:05 fue de 14^o C.

TEMPERATURA AMBIENTE	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
19° C.	14° C



4.2.1.2 ANALISIS DE LA FECHA Y HORA DE LA PRUEBA

La temperatura es una de las variables básicas del tiempo y clima. Cuando preguntamos; ¿Cómo está el tiempo afuera? Casi siempre decimos algo sobre la temperatura, como hace frío o hace calor.

De nuestra experiencia diaria, sabemos que la temperatura varía en diferentes escalas de tiempo en un mismo lugar, en periodos estacionales, diarios, horarios, etc., y varía también en el espacio.

En meteorología, la temperatura se registra en las estaciones meteorológicas, de las que existen miles en todo el mundo. En estas estaciones se miden, por ejemplo, datos de temperatura a determinadas horas fijas, valores de temperaturas máximas y mínimas o se toman registros continuos en el tiempo, llamados termo gramas.

En el caso de la travesía natatoria existe una incidencia directa de la fecha y hora en las cuales se lanza la competencia. Siendo una actividad de tipo cultural a efectuarse en el mes de Septiembre con motivo de las fiestas del “Yamor” esta tiene una influencia notoria, ya que en este periodo del año la temperatura ambiental es superior a las del resto del calendario.

En el caso de la hora, la justificación es que en las primeras horas de la mañana es mínima la presencia de corrientes de aire superficial, motivo por el cual la temperatura del medio ambiente y del agua es directamente proporcional.



Con la finalidad de alcanzar parámetros similares a los de la competencia la prueba comprobatoria ejecutada en la piscina de la ESMIL, se realizó el día 24 de Septiembre a las 06:05 am.

FECHA Y HORA	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
24-sep-05	22-oct-05
6:30	6:05



4.2.1.3 ANALISIS DE LA DISTANCIA Y TIEMPO DE LA PRUEBA

La prueba natatoria en la laguna de San Pablo que se efectúa en aguas abiertas, tiene un recorrido de 3.800 metros, misma que parte desde Araque en el lado sur oriental de la laguna hasta el muelle del hotel Chicapan.

Mientras que para el proceso comprobatorio se determino una prueba en la piscina de la ESMIL con un recorrido de 3800 metros fragmentado en 76 largos o vueltas de 50 metros.

Cabe señalar que durante esta prueba existe una ventaja para el nadador en vista que por cada vuelta que se realiza en la piscina se “gana” de 6 a 8 metros por impulso, lo cual significa que en las 76 vueltas un nadador gana un desplazamiento de entre 456 y 608 metros, lo cual en tiempo de ejecución produce una variación muy grande entre una prueba en aguas abiertas y una realizada en una piscina, lo cual obliga a permanecer un mayor tiempo expuesto a la temperatura del agua del medio en el cual se desarrolla la prueba.

DISTANCIA Y TIEMPO DE LA PRUEBA	
MERCEDEZ CHIRIBOGA	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
3800 m.	3800 m.
0:48:37	0:51:45
CARLOS GARZON	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
3800 m.	3800 m.
0:54:14	0:58:12
LUIS FLORES	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
3800 m.	3800 m.
0:45:28	0:49:01



4.2.1.4 ANALISIS DE LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR

La temperatura del medio ambiente disminuye 6.5° C por cada Km. en la troposfera, por lo tanto debería esperarse que los lugares más altos tengan temperaturas menores. Pero la disminución no es en esa cantidad, ya que la superficie también se calienta, haciendo que en los sitios altos la disminución sea proporcional a la cantidad de calor que se puede percibir de la radiación solar.

Además, con la altura también disminuye la presión y la densidad del aire, haciendo que las capas más altas de la troposfera tengan una menor absorción y reflexión de la radiación solar. Esto aumenta la intensidad de la radiación solar que llega a las tierras altas, produciendo un rápido y más intenso calentamiento durante el día, pero en la noche la menor cantidad de partículas atmosféricas hacen que la radiación terrestre escape al espacio con más facilidad, produciendo una mayor disminución de temperatura durante la noche.

Por lo tanto los lugares más altos generalmente tienen una mayor amplitud diaria de temperatura que las tierras más bajas. Este contraste es notorio en ciudades como Quito ubicada a 2800 metros sobre el nivel del mar en la cordillera de Los Andes, comparada con Esmeraldas ubicada en la costa del Pacífico, aproximadamente a la misma latitud al norte del territorio ecuatoriano.

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
2780 msnm.	2660 msnm.



4.2.1.5 ANALISIS DE LAS CORRIENTES DE AIRE, AGUA Y OLEAJE

Las observaciones realizadas desde satélites revelan que casi la mitad del planeta está cubierto de nubes en cualquier instante, entonces la cobertura nubosa tiene un efecto sobre la distribución de temperatura de un determinado lugar.

Las nubes pueden tener un alto albedo y reflejar una gran cantidad de radiación solar incidente, esto reduce la cantidad de radiación solar que llega a la superficie, disminuyendo la temperatura de las capas bajas durante el día.

En la noche el efecto es opuesto, porque las nubes absorben la radiación terrestre y la reflejan a la superficie, manteniendo una cantidad de calor cerca de superficie, aumentando significativamente la temperatura respecto a noches despejadas, temperatura que por cierto se mantiene hasta las primeras horas de la mañana cuando ya se presentan factores meteorológicos incidentes tales como el viento andino o la brisa marina según sea el caso.

El día de la travesía natatoria se pudo sentir la presencia constante una ligera corriente de aire matizada por vientos originarios desde el Noroeste con una velocidad promedio de 3 nudos, lo cual origino la presencia de un oleaje tenue que significativamente no produjo inconvenientes en los nadadores durante su desplazamiento.

Durante el desarrollo de la prueba natatoria no se registra corrientes de aire, de agua o la presencia de oleaje debido a que



se realiza en la piscina del la ESMIL que es una estructura cubierta.

OLEAJE	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
NO	SI
CORRIENTES DE AIRE	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
NO	SI



4.2.1.6 ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura, es la propiedad de los sistemas que determina si están o no en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el grado relativo de caliente o frío y de las variaciones de calor sobre un cuerpo.

La temperatura es la propiedad que controla la transferencia de energía térmica de un sistema a otro. Esta transferencia de calor puede ocurrir mediante conducción, convección o radiación.

En el caso específico de los medios acuáticos podemos manifestar que la temperatura del medio incide directamente en la temperatura de un cuerpo sometido a este entorno.

Hablar de pruebas natatorias en aguas abiertas, generalmente es casi hablar de pruebas natatorias en aguas frías, salvo ciertas pruebas que se realizan en zonas donde la temperatura del ambiente es caluroso, lo cual incide directamente en la temperatura del medio acuático.

Para el caso específico de la travesía al Lago San Pablo la temperatura promedio fue de 16° C. mientras que la temperatura en una piscina para competencia es de 27° C. En el caso de la piscina de la ESMIL para la prueba comprobatoria se registro una temperatura de 20° C.

TEMPERATURA DEL AGUA	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
20° C	16° C



4.2.1.7 ANALISIS DEL PH DEL AGUA

Una causa de la estratificación de las masas de agua es la cantidad de sales disueltas en su estructura. Las aguas salinas son más densas que las aguas dulces.

Esto da como resultado que los efectos de la temperatura en la viscosidad del agua sean notorios en relación con la temperatura superficial o en cada una de sus capas constitutivas.

La cantidad de sales en el agua aumenta la viscosidad debido a lo cual se produce una disminución de la temperatura acuífera afectando directamente en la sedimentación de las partículas disueltas en el medio acuático, motivo por el cual la temperatura del agua es baja, tal como se demuestra en pruebas de laboratorio efectuadas a las aguas del Lago San Pablo, en las cuales se demuestra un pH de 7,8 y una gran cantidad de sedimentos.

pH	
PISCINA "ESMIL"	LAGO "SAN PABLO"
8	7,8



4.2.2 ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISIOLÓGICOS O SIGNOS VITALES DE LOS NADADORES

4.2.2.1 ANALISIS DE LA TEMPERATURA CORPORAL

En los organismos vivos, la temperatura varía según las especies. En el hombre se mantiene constante por la capacidad que tiene para regular, independientemente de las variaciones climatológicas o estacionales. Su centro termorregulador se encuentra en el hipotálamo.

La temperatura corporal en estado normal permanece constante por acción del equilibrio entre el calor producido o termogénesis y el calor perdido o termólisis. Lo anterior permite conceptualizar a la temperatura como: el grado de calor mantenido en el cuerpo por equilibrio entre termogénesis y termólisis.

En el caso de los humanos, el control de la temperatura es increíble, ya que este no pasa más allá de los 0,6 °C, aún sometidos a temperaturas altas (60 °C) o relativamente bajas (12 °C). Todo lo relacionado con la temperatura animal ha sido medido cada vez con más precisión desde 1592 con la creación del primer termómetro

Todo cuerpo con temperatura mayor que 26,5 °C, irradian calor al ambiente por medio de ondas electromagnéticas. Cuando existe transferencia de calor por contacto con el aire, la ropa, el agua, u otros objetos se produce un proceso en el cual el cuerpo pierde hasta un 60% del calor corporal.

Cuando la temperatura corporal aumenta, los vasos periféricos se dilatan y la sangre fluye en mayor cantidad cerca de la piel para



enfriarse. Por eso, después de un ejercicio la piel se enrojece, ya que está más irrigada.

Cuando el cuerpo se calienta de manera excesiva, se envía información al área pre óptica, ubicada en el cerebro, por delante del hipotálamo. Éste desencadena la producción de sudor. El humano puede perder hasta 1,5 L de sudor por hora. De debido a que el agua tiene un elevado calor específico, y para evaporarse necesita absorber calor, y lo toma del cuerpo, el cual se enfría. Una corriente de aire que reemplaza el aire húmedo por el aire seco, aumentando la evaporación.

Para que se evapore 1 g de sudor de la superficie de la piel se requieren aproximadamente 0,58 Kcal las cuales se obtienen del tejido cutáneo, con lo que la piel se enfría y consecuentemente el organismo.

Si la temperatura del medio circundante es inferior a la del cuerpo, la transferencia ocurre del cuerpo al ambiente produciéndose una pérdida, caso contrario si la transferencia se invierte se produce una ganancia. En este proceso se pierde el 3% del calor, si el medio circundante es aire a temperatura normal. Si el medio circundante es agua, la transferencia aumenta considerablemente porque el coeficiente de transmisión térmica del agua es mayor que el del aire.

UN DIA ANTES

TEMPERATURA CORPORAL					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
37,0° C.	36,5° C.	37,0° C.	36,4° C.	36,5° C.	37,0° C.



30 MINUTOS ANTES

TEMPERATURA CORPORAL					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
37,6 ° C.	37,0 ° C.	37,5 ° C.	37,2 ° C.	37,4 ° C.	37,3 ° C.

DESPUES DE LA PRUEBA

TEMPERATURA CORPORAL					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
37,1 ° C.	36,0 ° C.	37,0 ° C.	36,0 ° C.	37,2 ° C.	36,6 ° C.



4.2.2.2 ANALISIS DEL VO2 MAXIMO

Necesitamos del oxígeno para vivir y también para cualquier contracción muscular. Todos los movimientos musculares necesitan de oxígeno extra para ejecutar su acción.

Cuando hacemos deporte nuestros músculos son sometidos a contracciones continuas que aumentan los requerimientos de oxígeno comparados con la inactividad. Este aumento del consumo de oxígeno en el ejercicio en comparación con la inactividad nos proporciona un valor para medir la intensidad del ejercicio. Comparando distintos valores también podemos conocer la condición física o la adaptación a un ejercicio en particular.

Parte del O₂ que entra en los pulmones no saldrá a la superficie en forma de gas y se transformará en agua. Por tal razón podemos deducir que en el cuerpo humano entra más oxígeno que el aquel que sale.

La diferencia entre el que entra y el que sale, se le llama consumo de O₂ o VO₂, lo mismo la diferencia entre el CO₂ que entra y el CO₂ que sale se le llama consumo de CO₂ o VCO₂.

Para el estudio del consumo de oxígeno tenemos varios valores extremos, uno es el consumo de oxígeno basal, es el que necesitamos para vivir, Es decir el mínimo que podemos tener para seguir viviendo.

El Vo₂ basal de una persona adulta es de 200/300 Mil/Min. Es decir que necesita esta cantidad de oxígeno (0,2/0,3 litros) en cada minuto para poder mantener el metabolismo de la vida. Esto valores depende de varios factores:



La edad, cuanto más viejos, más lento es nuestro metabolismo y menos oxígeno necesitamos para continuar con la vida, por lo que nuestro Vo_2 es menor con la edad, en el caso de los bebés el Vo_2 es proporcional a su peso, lo cual es muy alto comparado con un adulto.

La estatura, cuanto más alto, más masa corporal tenemos por lo tanto es más el oxígeno que necesitamos, por lo tanto el Vo_2 es mayor en una persona con mayor estatura que en otra de menor estatura.

El género, los hombres tienen mayor Vo_2 , proporcionalmente en función del peso. Cuanto más peso más consumo de oxígeno por minuto.

El metabolismo, personas con la misma talla, peso y condición física, pueden tener valores de Vo_2 muy dispares, debido a la capacidad de metabolizar las energías.

La temperatura, el calor aumenta el consumo de oxígeno y el frío lo reduce.

También tenemos el consumo de oxígeno máximo, que mide la máxima cantidad de oxígeno que podemos consumir y transportar, este valor es muy importante para un deportista.

Cuanto más intenso es el ejercicio mayor será el consumo de oxígeno como por ejemplo:

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CONSUMO DE OXIGENO</u>
Paseo	600 ml/min.
Carrera lenta	2000 ml/min.
Esfuerzos extremos	De 3000 a 4000 ml/min.



El aumento de la demanda de oxígeno dependerá de una serie de factores tales como:

Las características del esfuerzo o del ejercicio, cuanto más intenso sea un ejercicio, mayor será el consumo de oxígeno. También cuanto más masa muscular usemos en el ejercicio el consumo de oxígeno que necesitara el organismo se incrementará.

La ejecución del ejercicio, el VO₂ será menor cuando mejor sea la realización técnica del ejercicio.

La Adaptación al ejercicio, a mejor entrenamiento para el mismo trabajo habrá un consumo menor de oxígeno, esto se debe a que hay una mejora del metabolismo muscular, por lo cual a igual actividad, menor costo.

Factores climáticos y ambientales, en situaciones climáticas adversas aumentará el consumo total de oxígeno puesto que además de la contracción muscular el organismo tendrá que poner en marcha mecanismo para vencer la climatología hostil (condiciones de humedad, dirección e intensidad del viento, temperatura, etc.).

VO ₂ MAX.					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
47 ml/min	44 ml/min	56 ml/min	52 ml/min	55 ml/min	54 ml/min



4.2.2.3 ANALISIS DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Se define la frecuencia cardiaca como las veces que el corazón realiza el ciclo completo de llenado y vaciado de sus cámaras en un determinado tiempo. Por comodidad se expresa siempre en contracciones por minuto, ya que cuando nos tomamos el pulso lo que notamos es la contracción del corazón (sístole), es decir cuando expulsa la sangre hacia el resto del cuerpo.

Una vez que se genera un impulso electro en el nodo del seno auricular, comienza un ciclo de acontecimientos eléctricos y mecánicos en el corazón que en su conjunto se denomina ciclo cardiaco. El ciclo cardiaco normal tiene un duración de unos 0.8 segundos, siendo de mayor duración conforme la frecuencia cardiaca es menor, y acortándose cuando la frecuencia cardiaca es mayor.

El numero de contracciones por minuto está en función de muchos aspectos y por esto y por la rapidez y sencillez del control de la frecuencia hace que sea de una gran utilidad, tanto para médicos, como para entrenadores y como no, para aficionados al deporte o deportistas profesionales.

Las pulsaciones de una persona de un momento dado se puede decir que dependen de varios grandes conjuntos de variables. En un grupo pondremos las que no dependen directamente del sujeto y en casi todos los casos son temporales y condicionales, como la temperatura, la altura o la calidad del aire, la hora del día o la edad del individuo. En otro grupo las que son intrínsecas del sujeto impuestas por la genética como la altura, el somatotipo, el género y como no la propia genética. Otro grupo que son condicionales y temporales pero de carácter psicológico como el miedo, el amor, el



estrés o el sueño. Y en el último grupo voy a unir las variables que son propiamente modificables por la persona, como son la actividad física que realiza, el tipo de actividad física, el tiempo que lleva realizando la actividad y la intensidad de esta.

La frecuencia cardíaca es un valor muy importante en el deporte ya que nos dice numéricamente, objetivamente y rápidamente las adaptaciones al ejercicio que se están produciendo en el deportista.

La frecuencia cardíaca en reposo depende de la genética, el estado físico, el estado psicológico, las condiciones ambientales, la postura, la edad y el sexo. Pero los estudiosos afirman que en un adulto se puede dar como valores medio entre 60-80 y en una persona mayor algo más.

Un deportista en reposo puede perfectamente tener entre 40-50 pulsaciones por minuto. Los deportistas y especialmente los que realizan ejercicios de larga duración tiene una frecuencia cardíaca en reposo muy por debajo de los no entrenados, también se adaptan más rápidamente al esfuerzo y después de un ejercicio recuperan el estado inicial igualmente más rápido que los no entrenados.

La posición del cuerpo afecta directamente a las pulsaciones por minuto. Recostados tendremos siempre menos pulsaciones que erguidos. Existe un test rápido y relativamente fiable para medir la forma física de un sujeto tomando primero las pulsaciones recostado y luego en posición bípeda, midiendo la diferencia entre las dos posturas y comparándolas con un conjunto, nos podemos hacer una idea del estado de forma. Cuanto menor sea la



diferencia entre las dos posiciones en mejor estado de forma se encontrara el individuo.

A la hora de medir la frecuencia cardiaca en función de la intensidad del ejercicio, tenemos que tener también en cuenta los grupos musculares que se están movilizand. Cuantos más grupos musculares intervengan a la misma intensidad mayor necesidades tendrá el organismo y más rápidamente funcionara el corazón.

Existe una relación lineal entre la frecuencia cardiaca y el grado de esfuerzo desarrollado. Esta relación se representa en los grados activación que según el deportista o el sujeto que está siendo evaluado o monitoreado. Este rango va entre los 100 latidos por minutos a los 170 latidos por minuto. Una vez que el sujeto se acerca a la máxima frecuencia cardiaca la linealidad se hace menos representativa.

También existe una relación directa entre el consumo de oxigeno y la frecuencia cardiaca. La medición de la frecuencia cardiaca en una intensidad submaximal de un sujeto y, nos puede decir la capacidad de trabajo de dicho sujeto, lo cual entendemos como su estado de forma física.

Frecuencia Cardiaca en Reposo (FCR)

Se toma recostado, descansado y preferiblemente por la mañana antes de levantarse de la cama. En un adulto los valores están entre 60 y 70 pulsaciones por minuto, en un deportista las pulsaciones en reposo puede estar alrededor de 40 o 50 por minuto. En los picos más bajos (durante el sueño) estas pulsaciones pueden ubicarse entre los 30 y 35 por minuto.



El control diario de las pulsaciones matutinas puede ser un valor que nos permita apreciar la fatiga o el cansancio del deportista.

Frecuencia Cardíaca Máxima (FC_{máx.})

Hace algunos años atrás la fórmula para calcular la frecuencia cardíaca máxima, era la de restar a 220 la edad en años de sujeto o deportista analizado, gracias a estudios científicos esto ya no se utiliza.

Pongamos un caso A una persona obesa y sedentaria de 40 años que si le aplicamos la fórmula de la frecuencia cardíaca máxima nos da $220-40=180$, y un caso B una persona sedentaria también pero de constitución normal. Y ahora según los cálculos de intensidad del ejercicio basados en esta ecuación apreciamos que el 60% de las 180 pulsaciones máxima nos da 108 pulsaciones por minuto. Hasta aquí todo parece correcto, pero si ahora conocemos otro dato bien importante que son las pulsaciones en reposo y conocemos que el sujeto A tiene 75 pulsaciones por minuto en reposo y el sujeto B tiene 55, está claro que la intensidad del ejercicio a 108 pulsaciones por minuto no será la misma para ambos casos.

Para solucionar este inconveniente el Fisiólogo Karvonen, ideó la siguiente ecuación, en la que se tiene en cuenta la frecuencia en reposo antes de calcular la frecuencia máxima.

Primero calculamos con la antigua fórmula la FC máxima y le restamos la frecuencia cardíaca en reposo de pie, con esta nueva cifra calculamos la intensidad y al resultado le sumamos la frecuencia cardíaca en reposo de pie.

En el caso A tendríamos $(220-40) - 80 = 100$ hayamos el 70% = 70 y le sumamos 80 = 150.



En el caso B tendríamos $(220-40) - 55 = 125$ hayamos el $70\% = 87$ y le súmanos $60 = 144$

Si el ejercicio que queremos hacer se hace de pie tenemos que tomar la pulsaciones en reposo de pie, en cambio si es como la natación que se realiza tumbado sobre una superficie, calcularemos las pulsaciones en reposo en esa posición.

En las siguientes formulas sirven también para conocer la frecuencia cardiaca máxima, en estas se puede apreciar que algunas utilizan la edad o el peso o el género.

$$FC_{\text{máx}} = 205.8 - (0.685 * \text{edad en años})$$

$$FC_{\text{máx}} = 206.3 - (0.771 * \text{edad en años})$$

$$FC_{\text{máx}} = 217 - (0.85 * \text{edad en años})$$

$$FC_{\text{máx}} = 208 - (0.7 * \text{edad en años})$$

$$\text{Para hombres } FC_{\text{máx}} = ((210 - (0,5 * \text{edad en años})) - 1\% \text{ del peso}) + 4$$

$$\text{Para mujeres } FC_{\text{máx}} = (210 - (0,5 * \text{edad en años})) - 1\% \text{ del peso}$$

UN DIA ANTES

FRECUCENCIA CARDIACA					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
68 pul/min	67 pul/min	59 pul/min	62 pul/min	61 pul/min	72 pul/min

30 MINUTOS ANTES

FRECUCENCIA CARDIACA					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
75 pul/min	78 pul/min	71 pul/min	68 pul/min	73 pul/min	69 pul/min



DESPUES DE LA PRUEBA

FRECUENCIA CARDIACA					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
113 pul/min	127 pul/min	128 pul/min	133 pul/min	116 pul/min	125 pul/min



4.2.2.4 ANALISIS DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA

La frecuencia respiratoria se define como las veces que se respira es decir el ciclo de respiración, que se produce por la contracción y expansión de los pulmones medidos en una unidad de tiempo, normalmente se expresa en respiraciones por minuto.

En condiciones de reposo la frecuencia respiratoria alcanza valores medios de 12 respiraciones por minuto.

Cuando iniciamos un ejercicio físico ligero, nuestros músculos realizan mas contracciones que cuando estamos en reposo, este aumento de movimientos demandan más energía y oxígeno, por ende las pulsaciones también suben y por lo tanto también el gasto cardiaco, para poder ofrecer el oxígeno que extra que demanda el organismo el cuerpo aumenta la frecuencia respiratoria. En un trabajo ligero la frecuencia suele ser de unas 12 respiraciones por minuto.

Cuando aumentamos la intensidad del ejercicio a un nivel medio, los requisitos de oxígenos son mayores y la frecuencia respiratoria sube hasta los 22 ciclos respiratorios por minuto.

Aún dentro del campo aeróbico y la intensidad es casi máxima el número de ciclos respiratorios puede llegar a los 35 por minuto.

En los ejercicios de muy corta duración y alta intensidad llamados anaeróbicos, los músculos esqueléticos no necesitan oxígeno para sus contracciones.

La respiración conlleva la contracción de varios grupos musculares y estas contracciones requieren de energía, por lo que la respiración tiene un gasto energético, que estará en función de la frecuencia y del volumen inspirado. Así como de los valores



internos como las resistencias que ofrece el aire cuando pasa por los distintos conductos hasta llegar a los sacos alveolares.

Durante el reposo los músculos respiratorios solo trabajan para llevar a cabo la inspiración, siendo la espiración un proceso pasivo. Durante la respiración normal la mayor parte de la energía es utilizada para vencer el trabajo de adaptabilidad, mientras que durante el ejercicio se destina a vencer la resistencia que la vía aérea ofrece al paso.

UN DIA ANTES

FRECUCIA RESPIRATORIA					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
15 rsp/min	17 rsp/min	15 rsp/min	15 rsp/min	16 rsp/min	17 rsp/min

30 MINUTOS ANTES

FRECUCIA RESPIRATORIA					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
17 rsp/min	22 rsp/min	16 rsp/min	14 rsp/min	17 rsp/min	17 rsp/min

DESPUES DE LA PRUEBA

FRECUCIA RESPIRATORIA					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
34 rsp/min	38 rsp/min	32 rsp/min	37 rsp/min	28 rsp/min	35 rsp/min



4.2.2.5 ANALISIS DE LA PRESION ARTERIAL

Es la presión que ejerce el flujo de la sangre sobre las paredes de las arterias. La presión arterial depende de la fuerza del latido, la resistencia al paso de la sangre por las arterias periféricas, la elasticidad de las arterias y de la cantidad total de la sangre circundante.

Se mide en dos parámetros, un punto o valor máximo y un mínimo.

El punto máximo del ciclo se llama PRESION SISTÓLICA

El punto más bajo del ciclo se llama PRESION DIASTOLICA

El registro de la presión arterial implica la necesidad de determinar dos valores: la presión arterial máxima o sistólica y la presión arterial mínima o diastólica.

La actividad cíclica del corazón (sístole-diástole) es el factor fundamental condicionante de la falta de uniformidad en el nivel de la presión arterial.

La presión arterial logra su máximo valor en cada sístole (presión máxima o sistólica), mientras que en la diástole desciende a su límite inferior (presión mínima o diastólica).

La presión máxima está vinculada directamente con el volumen minuto y, por ende, se encuentra en relación de dependencia con la fuerza contráctil del ventrículo izquierdo y con la volemia. La pérdida de elasticidad de la aorta (siempre patológica) puede elevar la presión sistólica.

La presión mínima, a su vez, depende fundamentalmente de la resistencia periférica y en menor grado de la elasticidad de la



aorta, factor importante de impulsión de la sangre durante la diástole.

La diferencia que existe entre los valores de presión arterial máxima y mínima se denomina presión diferencial o presión del pulso.

Al registrar la presión arterial máxima, PENSAR en el volumen sistólico, y al determinar la presión arterial mínima, PENSAR en la resistencia periférica.

PRESIÓN ARTERIAL MÁXIMA: Volumen Sistólico

PRESIÓN ARTERIAL MÍNIMA: Resistencia Periférica

Estudios estadísticos realizados en la población permiten establecer como valores normales para los adultos cifras que oscilan entre 110 y 140 mmHg para la máxima o sistólica, y entre 70 y 90 mmHg para la presión mínima o diastólica.

La edad trasmite modificaciones a estos valores, siendo inferiores las cifras en los niños, y superiores en ascenso muy gradual, en adultos que sobrepasan los 50 años.

En los ancianos es frecuente que la presión sistólica esté elevada mientras la diastólica se encuentre normal o disminuida. Esto sucede porque la aorta endurecida por aterosclerosis ha perdido su elasticidad. En consecuencia, la energía de la eyección ventricular izquierda se transforma fundamentalmente en presión sistólica al no poder distender la pared aórtica como normalmente ocurre. La presión mínima se mantiene normal, o disminuye, cuando le falta el impulso que en condiciones fisiológicas ejerce durante la diástole la aorta elástica al volver a su calibre normal.



Ciertas condiciones fisiológicas imprimen variaciones a la presión arterial: el ejercicio, los esfuerzos, las emociones, los cambios de posición, las comidas copiosas, el sueño, elevan o disminuyen en forma moderada y transitoria la presión arterial, especialmente la sistólica. En todas estas circunstancias, los sistemas de regulación inmediata intervienen rápidamente para que las cifras tensionales retornen a sus valores habituales.

SISTÓLICA =110 mm Hg-----> 140mmHg

DIASTÓLICA=70 mm Hg-----> 90 mm Hg

UN DIA ANTES

PRESION ARTERIAL					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
110/90	110/90	110/90	110/90	110/100	110/100

30 MINUTOS ANTES

PRESION ARTERIAL					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
110/90	110/90	110/90	110/90	110/100	110/100

DESPUES DE LA PRUEBA

PRESION ARTERIAL					
MERCEDEZ CHIRIBOGA		CARLOS GARZON		LUIS FLORES	
PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO	PISCINA	LAGO
120/90	130/90	120/90	125/90	115/100	125/100



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Competir en eventos de aguas abiertas representa un esfuerzo físico mayor al que se está acostumbrado en una prueba a desarrollarse en una piscina, motivo por el cual se requiere un entrenamiento especial.

Para eventos de distancias menores a 10 Km. es normal nadar de 2 a 3 horas; mientras que para eventos de 25 kilómetros el tiempo de prácticas natación será de entre 6 y 8 horas, dependiendo de las condiciones del lugar. Por lo tanto es indispensable poner énfasis en alimentación y los parámetros de hidratación y rehidratación a ser empleados por los nadadores que practican este tipo de pruebas natatorias.

Los profesionales de la nutrición deportiva mantienen que los atletas no deben esperar a sentirse sin energía para tomar algún alimento, por el contrario, recomiendan que el deportista deba concluir una prueba con más del 50% de su energía corporal. Se puede comer algún producto sólido pero éste deberá ser fácil de masticar y de digerir. No se recomiendan productos congelados o sumamente fríos pues podrían incidir directamente en la temperatura corporal del nadador.

Además precisan que el nadador debe tomar algún tipo de nutriente, es recomendable de 200 a 400 mililitros de alguna bebida balanceada con carbohidratos y electrolitos. Esto ayudará para que no aparezcan calambres evitando incidencias negativas en los resultados finales o durante el desarrollo de la prueba.

5.1 CONCLUSIONES

Las pruebas natatorias tendientes a obtener los datos para el desarrollo de este trabajo investigativo fueron desarrolladas en dos entornos totalmente diferentes como son el Lago San Pablo y la piscina de la



Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”. Este proceso se realizó con la finalidad única y exclusiva de confrontar los resultados y de esta forma poder establecer si existen o no variaciones en las lecturas lo cual nos permitirá sustentar o negar la hipótesis planteada para el desarrollo de este trabajo.

Los datos recopilados en las jornadas de muestreo han sido agrupados en dos tipos de estratos: los parámetros del entorno en referencia la influencia climatológica y los parámetros fisiológicos alterados por las características del entorno.

Así tenemos que:

1. El desarrollo de las pruebas se las realizo durante los meses de Septiembre y Octubre, periodos del año en los cuales los rasgos climatológicos en la serranía ecuatoriana son similares, tomando en cuenta que la ubicación geográfica compartida por los escenarios son similares en varios aspectos.
2. Durante el proceso se obtuvieron dos marcas significativas en relación a la temperatura ambiente, en primer lugar se obtuvo una temperatura de 20°C, en el entorno de la Piscina de la ESMIL, mientras que la temperatura del medio ambiente en el Lago San Pablo fue de 14° C. Lo cual marca una diferencia de 6°C. entre un entorno y el otro, motivo por el cual en el lugar donde la temperatura es más baja el desarrollo de la prueba exige un gasto calórico más elevado.
3. En relación con la presión atmosférica relacionada directamente con la altura sobre el nivel del mar, podemos señalar que la ESMIL se encuentra a 2780 msnm., mientras que el Lago San Pablo se encuentra 2660 msnm. Marcando una diferencia de



1.120 metros lo cual exige mayor consumo de oxígeno durante el desarrollo de la prueba.

4. La prueba natatoria en la laguna de San Pablo que se efectúa en aguas abiertas, tiene un recorrido de 3.800 metros, misma que parte desde Araque en el lado sur oriental de la laguna hasta el muelle del hotel Chicapan. Mientras que para el proceso comprobatorio se determinó una prueba en la piscina de la ESMIL con un recorrido de 3800 metros fragmentado en 76 largos o vueltas de 50 metros. Es importante señalar que durante el desarrollo de la prueba en la piscina se produce una ganancia en el tiempo de ejecución por las vueltas con apoyo realizadas en cada trazado.
5. Si bien es cierto que la distancia fue la misma en tanto en el Lago como en la piscina, la dificultad para ejecutar el trayecto fue muy diferente en el primer caso, puesto que la incidencia de factores externos tales como el viento influyen directamente sobre la formación de oleajes y corrientes superficiales que retrasan el avance de los nadadores.
6. Es muy importante también hacer notar que el tipo de agua que compone el medio en el cual se desarrolló la prueba nada también produce sus efectos colaterales, ya sean directos o indirectos. En el caso del Lago San Pablo el pH del agua es de 7,8 lo cual afecta directamente en la variación de la temperatura por la existencia de sedimentos propios de un medio acuoso alcalino. Mientras que el pH en la piscina de la ESMIL es de 8, lo cual si bien es cierto no tiene injerencia con la temperatura del medio produce otro tipo de efecto en los nadadores como es el mayor consumo de oxígeno por inhalación de cloro debido a que en este medio este bactericida es lento en disolverse.
7. Todos estos parámetros como hemos podido apreciar influyen directa o indirectamente en un dato definitivo para el desarrollo de



la prueba natatoria como es la temperatura del agua. Para el caso específico de la travesía al Lago San Pablo la temperatura promedio fue de 16° C. mientras que la temperatura de la piscina de la ESMIL para la prueba comprobatoria fue de 20°C. Esta diferencia de 4°C. afectó definitivamente a los parámetros fisiológicos de los nadadores tal como lo demostraremos a continuación.

8. En relación con la temperatura corporal, podemos observar que los datos obtenidos antes de la realización de la prueba y los obtenidos después de la prueba tienen variaciones notables en relación al escenario donde se realizó la prueba. En el caso de la temperatura corporal tomada después de la prueba en la piscina de la ESMIL se registra variaciones de entre las 0,2 y 0,4 °C, mientras que luego de realizada la travesía en el Lago la pérdida de temperatura corporal marcan entre las 0,7 y 1,2°C, bordeando los parámetros de tolerancia del cuerpo humano antes de presentar síntomas de hipotermia. Sin embargo esta pérdida de temperatura sin lugar a dudas debe ser compensada con mecanismos como el incremento en el gasto calórico durante la realización del ejercicio.
9. De los datos recolectados en referencia al consumo de oxígeno podemos indicar que la disminución de los valores obtenidos durante la travesía natatoria al Lago San Pablo se establecen en un rango entre 1 y 4 puntos con relación a los valores que presentan los deportistas durante la prueba en la piscina de la ESMIL. Este incremento se debe a la disminución de irrigación sanguínea al cuerpo por incidencia de la temperatura del agua.
10. Tomando como referencia el patrón anterior y al analizar los valores de la frecuencia cardiaca de los deportistas al finalizar cada una de las pruebas podemos apreciar que durante la travesía al Lago los valores son superiores en relación con los



valores obtenidos en la piscina de la ESMIL en el Lago, esto se origina en la demanda de oxígeno que el cuerpo presenta en relación con la actividad desarrollada y los factores del entorno que inciden directamente sobre las funciones fisiológicas como es en este caso la temperatura del agua.

11. Al finalizar cada una de las pruebas y comparar los datos obtenidos en referencia a la frecuencia respiratoria en el caso de la travesía natatoria al Lago San Pablo podemos apreciar que los valores son superiores a los parámetros normales propuestos para una prueba aeróbica de gran intensidad como son los 35 ciclos por minuto, esto sin lugar a duda corrobora el planteamiento de que a menor temperatura del medio en el cual se desarrolla una determinada actividad mayor es el incremento de consumo de oxígeno por ende mayor serán los parámetros de frecuencia respiratoria y cardíaca.
12. Finalmente al observar los datos relacionados con la presión arterial podemos determinar que tanto en la prueba realizada en la piscina de la ESMIL como en el Lago San Pablo, los valores de la presión sistólica se incrementan. Siendo más notoria en los valores que presentan los deportistas después de la travesía al Lago, esto se debe a la cantidad de sangre que el corazón bombea hacia el torrente sanguíneo por la demanda de oxígeno que presenta el cuerpo por la actividad y los factores anteriormente señalados.
13. Todo lo anteriormente analizado permite confirmar que luego de haberse desarrollado las pruebas natatorias en dos ambientes acuáticos diferenciados por la temperatura del agua, cierta es la incidencia directa sobre los parámetros fisiológicos de quienes las ejecutaron. Confirmando de esta manera que la temperatura de las aguas del Lago San Pablo si inciden sobre los resultados



deportivos al finalizar la prueba, lo cual es ratificado por la diferencia en los tiempos alcanzados por los deportistas.

5.2 RECOMENDACIONES

Todos sabemos que no es lo mismo nadar en piscina que en aguas abiertas y también sabemos que la transferencia de lo entrenado en un ambiente al otro es muy difícil por lo tanto hay innumerables factores externos que hacen de que nuestro rendimiento no sea el deseado al momento de competir. Sin duda, la experiencia obtenida en las competencias hace que el deportista al momento de zambullirse en el agua, se sienta mucho más seguro sobre las decisiones que este tome.

También es importante recordar que dentro de nuestra preparación se deben incluir trabajos de adaptación y que a veces los entrenadores pasan por alto o peor que se les es muy difícil de introducir este tipo de actividades en los programas de entrenamientos dentro del calendario prefijado de competencias.

Es ahí cuando saltan las interrogantes de ¿Cómo podemos trabajar estas deficiencias? ¿De qué manera podemos lograrlo? ¿Como una fácil adaptación al medio? y finalmente ¿Como entrenar al nadador?

A continuación me permito plantear algunas consideraciones que se deberían tener en cuenta al momento de afrontar una competencia de este tipo.

1. El reconocimiento del lugar donde se ejecutará la competencia.

Esto es fundamental, sea río, mar o laguna, ya que todos tienen características diferentes con dificultades diferentes para cada uno de ellos. Los ríos generalmente corren a mayor velocidad en el centro y grandes dificultades que estos plantean son los objetos que flotan



sobre su torrente. Cuando se trata del mar, el distanciamiento de sus costas y la presencia de corrientes y olas hacen que tengamos que pelear un poco más en nuestra primera etapa. Las lagunas, con pequeñas corrientes, solo encuentran dificultades cuando existe presencia de grandes vientos lo que genera cierto tipo de oleaje.

2. La entrada en calor.

Debe realizarse con antelación a la competencia y fuera del agua. Los ejercicios de calistenia deben estar orientados a las principales articulaciones del cuerpo que intervienen en el ejercicio, para luego ingresar al agua a fin de aclimatarse con la temperatura del medio acuático, analizar sus corrientes, sentir sus rompientes, intercambiar calor y acomodarse sus accesorios y vestimenta de la manera más cómoda posible.

3. Por donde se debe nadar

Todos sabemos, que la distancia más corta entre dos puntos es una línea recta entre ellos, en algunos casos esta trayectoria se ve alterada por corrientes y vientos que cruzan estos puntos haciendo que esta línea ya no sea recta motivo por el cual el desplazamiento será mayor. El contacto visual con los puntos de referencia o marcación hace que los desplazamientos en el agua se los haga de forma recta, pudiendo corregir cualquier deriva cuando esta se presente evitando esfuerzos infructuosos. Para esto, se debe tomar puntos de referencia grandes por encima de las boyas o puntos de marcación si existiesen, ya que muchas veces sucede, que el movimiento dentro del agua hace que perdamos contacto con ellos. Antes de iniciar la competencia es indispensable que se analice el recorrido desde el punto de partida y busquen referencias que hagan más directa la ruta a ser recorrida.



4. Como empiezo a nadar en una competencia

Es sabido que las partidas en una competencia en aguas abiertas son difíciles, ya que hay mucha gente, en muy poco espacio, y que la mayoría de las veces es muy difícil encontrar un nado limpio en los primeros metros por lo cual luego de ello, uno recién puede empezar a buscar su lugar dentro de la competencia. El principal error que comete la mayoría es quedarse flotando en el lugar, sin posibilidad de avanzar y en muchos casos en el medio de una corriente de entrada o salida, haciendo aun más difícil el reingreso a la competencia.

Se debe tratar de nadar en forma continua, ya que de esa manera no pierde tiempo y fácilmente podrán separarse del resto de los competidores.

5. Como debo respirar en competencia.

La respiración bilateral ayuda y más aún en este tipo de competencias, ya que esta da una amplia visión del lugar en el que estamos. Hay muchos que se exceden al levantar la cabeza, buscando las boyas o sus referencias haciendo que sus posibilidades de avance disminuyan. Para ello recomendamos lo siguiente: Levanten la cabeza cada 20 o 30 brazadas, ya que de esa manera podrán tener un nado más fluido y su resistencia al avance disminuirá al máximo.

6. Como alimentarse para estas competencias

El nadador, para lograr una perfecta flotabilidad, debe controlar su peso. Los mejores resultados se obtienen cuando el porcentaje de grasa se acerca al ideal. Durante la temporada de entrenamiento las



dos comidas claves son el desayuno y la merienda, porque se tiene que compaginar adecuadamente con el entrenamiento.

Recuerde que una alimentación racional y balanceada protege contra posibles deficiencias que implicarían una disminución del rendimiento, compensando las pérdidas de nutrientes producto del ejercicio, además aporta con los elementos necesarios para incrementar la masa muscular magra y mantener bajo el panículo adiposo, dentro de un peso corporal adecuado, obteniendo como resultado adicional el aumento de la vida deportiva en activo del deportista.

Por otro lado favorece la acumulación óptima de depósitos energéticos facilitando la obtención del peso corporal adecuado según el tipo de deporte, mejorando el sistema inmunitario del deportista, lo cual permite prevenir las lesiones o disminuye los procesos de recuperación de las mismas.

Solo en las travesías que se desarrollan en aguas que son frías, hay que prever la posibilidad de enfriamiento del cuerpo, pese al ejercicio muscular que se está realizando. La dieta, en este caso consiste en alimentos de preferencia líquidos ricos en calorías lo cual se constituirá en una ventaja para el rendimiento deportivo.

A continuación nos permitimos hacer unas cuantas recomendaciones en cuanto a la forma de proporcionar nutrición efectiva a los nadadores de aguas abiertas y frías:

Características generales de la alimentación

Proteínas 20% de las calorías diarias

Carbohidratos 60 – 65% de las calorías diarias

Grasas 15 – 20% de las calorías diarias



Por lo cual es indispensable recordar los siguientes consejos:

- Consumir 5 comidas proporcionales durante todo el día en lugar de las 3 habituales
- La dieta debe ser variada asegurando que contenga todos los nutrientes, preferentemente se deberá seleccionar alimentos naturales con el menor procesamiento industrial.
- No hay razón lógica para renunciar a los gustos personales como chocolates o postres si estos son consumidos en cantidades moderadas y como algo esporádico.
- Se debe respetar estrictamente las cantidades y horarios de las comidas.
- Se debe comer con tranquilidad masticando correcta y pausadamente.
- En la dieta se debe incluir lácteos descremados.
- En lo posible se debe consumir pan y no galletas porque estas contienen mayor cantidad de grasa.
- Los cereales a consumir en lo posible deben ser integrales, los cuales al conservar la cascara mantienen ciertas vitaminas y minerales, además hay un mayor aporte de fibra.
- Diariamente se debe incluir diversas frutas y verduras crudas bien lavadas y con cáscara para aumentar el aporte de fibra.
- Consumir pescado 2 o 3 veces por semana porque contienen ácidos grasos polisaturados y antioxidantes.
- Con respecto a la carne vacuna se deben seleccionar los cortes magros (peceto, cuadril, lomo, etc.). Y no exceder un consumo de 4 veces por semana.
- En relación al pollo consumirlo sin piel y preferentemente la pechuga. En las comidas y durante el día tomar agua en vez de jugos comerciales o gaseosas.



- No consumir embutidos ni fiambres pues estos poseen un excesivo contenido de grasas saturadas y sal.
- En cuanto a las formas de preparación de las comidas hay que evitar aquellas que utilizan el aceite en caliente (frituras, salteados, etc.) El aceite hay que consumirlo siempre en crudo.
- No incluir alimentos "vacíos" que solo aportan calorías, como son las golosinas, snacks, etc.
- Limitar el consumo de alimentos curados en sal, ahumados y conservados con nitritos.
- Moderar el consumo de azúcares simples.

Dieta previa a una competencia.

Carga de glucógeno

El deportista debe cuidar siempre que las reservas de glucógeno estén completas antes de cada entrenamiento y/o competencia. Esto se logra mediante una correcta alimentación y un buen manejo en las cargas de entrenamiento.

Previo a una competencia se realiza lo que se conoce como "Carga de glucógeno" y tiene las siguientes características:

- Diariamente el deportista debe incluir en su dieta del 55 al 60% de hidratos de carbono donde predominaran los hidratos de carbono complejos.
- 5 días antes de una competencia se debe aumentar el consumo de hidratos de carbono al 65 o 70% siempre predominando los hidratos de carbono complejos.



- Durante estos 5 días en el entrenamiento debe haber una disminución de las cargas para que de esta forma se asegure un adecuado llenado de las reservas de glucógeno.

Dieta para el día de la competencia.

Hay que considerar principalmente la digestibilidad y tolerancia personal con el objetivo de conseguir un bienestar completo previo a la competencia. Por lo tanto se deberá considerar los siguientes aspectos:

- Eliminar alimentos grasos y reducir la cantidad de proteínas.
- No seleccionar alimentos muy ricos en fibra.
- Incluir alimentos ricos en hidratos de carbono complejos.
- No incluir alimentos nuevos
- Comer despacio.
- No tomar bebidas deprisa, frías ni en gran cantidad.

La comida principal antes de la prueba debe ser rica en hidratos de carbono y debe ser ingerida por lo menos 3 horas antes de la competencia para garantizar:

- Un relativo vaciamiento gástrico.
- Una reserva de glucógeno hepático y muscular máximo.
- Glucemia e insulinemia normales.

Dieta tipo para un nadador

NECESIDADES CALORICAS		
Edad	HOMBRES	MUJERES



12 años	3600 – 4000 Kcal	3500 – 4000 Kcal
13 – 14 años	4800 – 5000 Kcal	4000 – 4500 Kcal
15 en adelante	5000 – 6000 Kcal	4100 – 4800 Kcal

7. Como entrenarse para la competencia.

El entrenamiento para este tipo de competencias puede ser desarrollarse en piscina o en aguas abiertas. Para efecto de análisis vamos a revisar los dos escenarios de entrenamiento, poniendo particular atención en los ejercicios a desarrollarse en la piscina por la facilidad de materializar el medio en nuestro entorno. Entre los diferentes ejercicios que se pueden incluir en este entrenamiento destacamos los siguientes:

En los ejercicios a desarrollarse en la piscina es muy importante desarrollarse habilidades extras las cuales en su gran mayoría tienen relación con un sentido de orientación. Entre otros tenemos:

- Desplazamientos con la cabeza arriba
- Desplazamientos con los ojos cerrados
- Desplazamientos impulsado por los pies, en paralelo y oblicuo
- Desplazamiento con brazadas más amplias
- Desplazamientos con respiración bilateral
- Desplazamientos con giros de cabeza hacia atrás
- Desplazamientos diagonales con cambios de dirección y sentido
- Desplazamientos cortos en grupos de atletas con diferentes direcciones
- Desplazamientos cortos en apnea
- Desplazamientos con traje de neopreno
- Salidas rápidas en grupos
- Recobros en virajes con boyas



- Habilidades visuales desde el agua
- Drafting y nado en paralelo

En cuanto a los ejercicios a desarrollarse en aguas abiertas se debe tener en cuenta las variaciones en cuanto al reglamento y la climatología. Entre otros tenemos:

- Desplazamientos en series a velocidad de competición
- Desplazamientos cortos alrededor de una boya
- Salidas rápidas en grupos
- Desplazamientos con traje de neopreno
- Drafting
- Ejercicios de técnica: recobro, respiración, patada
- Desplazamientos largos a diferentes temperaturas
- Desplazamientos con oleaje y sin oleaje

Una vez revisados los ejercicios y tareas recomendadas a ser incluidas en un programa de entrenamiento con miras a la preparación de un competidor en aguas abiertas, es muy importante el desarrollo de la planificación detallada y minuciosa de la temporada o programa de entrenamiento.

A partir de la categoría juvenil en adelante es indispensable dividir la programación del entrenamiento de la siguiente forma.

- Periodo de preparación general
- Periodo de preparación específica
- Periodo de pre competición
- Periodo de competiciones importantes

El periodo de preparación general



En este periodo no se deben incluir entrenamientos en aguas abiertas debido a que se está comenzando la temporada y no es rentable sustituir los periodos o series en piscina por las de aguas abiertas ya que normalmente en estos medios se suelen nadar distancias menores y en segundo lugar porque este periodo normalmente no coincide con las condiciones atmosféricas y climatológicas bajo las cuales se desarrollara la prueba o competencia a la cual se orientan los esfuerzos.

En el periodo general el objetivo planteado es el incremento de la resistencia en base a volúmenes grandes de ejercitaciones, podemos incluir sesiones complementarias de recreación al interior del medio acuático como son los partidos de waterpolo que nos van a ayudar a mejorar nuestra orientación y flotación. También se puede realizar de juegos recreativos en los cuales se pone énfasis en los cambios de dirección y sentido, dentro de circuitos establecidos con boyas o flotadores.

El periodo de preparación específica

En este periodo ya se debe comenzar a trabajar los ejercicios y series básicas en aguas abiertas. Es muy importante repartir el volumen de entrenamiento que lleva un nadador en varias sesiones lo cual nos permite trabajar ejercicios específicos y repeticiones en forma alternada logrando motivación en el deportista y eliminando la tensión y el aburrimiento. En este periodo podemos incluir alguna sesión en aguas abiertas con traje isotérmico.

En este tipo de sesiones se debe incluir nuevas distribuciones del material tradicionalmente empleado en la piscina e incluir algunos nuevos; si disponemos de dos o tres calles para entrenar a nuestros



nadadores podemos eliminar los limitadores ensanchando el andarivel en el cual podemos ubicar boyas pequeñas o algún elemento similar.

Al final de este periodo se puede incluir una sesión completa de trabajo específico para aguas abiertas lo cual deberá estar reflejado en los microciclos planificados en el programa de entrenamiento. En este aspecto tiene ventaja aquellas personas que viven en países de clima cálido por la posibilidad de entrenar todo el año en aguas abiertas; entre estas ventajas podemos destacar:

- Mayor cantidad de sesiones en aguas abiertas.
- Mayor número de entrenamientos de ejercicios específicos.
- Las condiciones meteorológicas son más idóneas para el trabajo.

Durante este tipo de sesiones el entrenador debe ir explicando las utilidades de cada ejercicio específico para que los deportistas vayan sacándole mucho más partido a estas sesiones, ya que no suelen ser muy habituales.

El periodo pre competitivo

Aquí se produce una mejora en el desarrollo de la forma deportiva y se realizan competiciones de control en las cuales se puede apreciar cómo va la preparación para la competencia principal.

No es el momento preciso para introducir series de entrenamiento a ritmo de competencia, aquí se le dará mayor importancia y se incrementará la forma deportiva en base al incremento de la intensidad combinado con el descenso del volumen. El trabajo en la piscina estará orientado a conseguir la velocidad de nado.

Es a partir de ahora cuando comienzan a incrementarse los entrenamientos en aguas abiertas sean cual fueren los escenarios a



utilizarse en las competencias. Las salidas se harán cuando el día esté despejado y las aguas calmadas. Se tratará de hacer una salida cada dos semanas ya sea que nos encontremos en un microciclo de carga o descarga, para lo cual deberemos adaptar la sesión al momento en que nos encontremos.

Es un punto primordial en estas sesiones recordar todos los aspectos técnicos que modifican el estilo crol en aguas abiertas, así también se debe considerar las características del entorno acuático ya que durante estas sesiones es muy difícil trabajar las distancias en metros por lo cual los periodos o series se deberán distribuir en función del tiempo

Otro aspecto a destacar en este tipo de sesiones es el feedback proporcionado por el entrenador. En el caso de la piscina, el entrenador observa desde el bordillo la ejecución del nadador y puede proporcionar un conocimiento de resultados más exactos, no así cuando la sesión se realiza en aguas abiertas. Es muy difícil que el entrenador desde la orilla pueda apreciar con toda claridad los aspectos a corregir, por lo tanto cabe la posibilidad que éste solo trate de corregir aspectos tan esenciales como puede ser la posición de la cabeza para orientarse, la altura del recobro, etc.

Debemos incluir el nado con neopreno en estas sesiones porque ya comienzan las competencias de control y hay que estar adaptado a todo lo que una competición puede incluir.

El periodo de competencia

En este periodo el deportista ya está en un estado de forma bastante óptimo para hacer frente a todas las competencias en las que vaya a participar siempre haciendo hincapié en aquellas que se hayan puesto como metas de la temporada.



Se debe trabajar al máximo la especificidad de los ejercicios y realizar la mayor cantidad de salidas a escenarios en aguas abiertas. Los entrenamientos deben contener muchos ejercicios a ritmo y en condiciones similares a la competición. Durante este periodo se sigue disminuyendo el volumen que se va sustituyendo por trabajo de mucha calidad incluyendo sesiones de alta intensidad.

Basándonos en este tipo de propuesta podemos concluir que el trabajo específico para el nado en aguas abiertas debe ir orientado a una mejora en la economía del esfuerzo predisponiendo al deportista un éxito en el desenlace final de la competición. Esta economía de esfuerzo permitirá mejorar la técnica específica del nado, enfrentándose en el entrenamiento al abanico de variantes climáticas y organizativas que pueden darse a lo largo de toda la temporada de preparación y a la vez conjugar un planteamiento táctico en miras a los objetivos expuestos o trazados por el entrenador.



BIBLIOGRAFÍA:

- Entrenamiento en condiciones extremas. Vladimir Platonov.
- Test comprobatorio del nivel de las capacidades aerobias. Guilvert Valdez Corría. 1995
- Factores condicionantes del rendimiento y del entrenamiento. López Calbet. 1996
- Análisis de algunos parámetros sanguíneos en la llegada de clase A. Ibáñez. 1990
- Respuestas fisiológicas maximales en nadadores, corredores y ciclistas. Skinner J.S. 1987
- Revista Cuerpo & Mente en Deportes. Andrea Ausfet, y Claudio Plit
- La resistencia. Navarro F. 1998
- Planificación y control del entrenamiento en natación. Fernando Navarro y Feal A.R. 2001
- Entrenamiento de la resistencia. Zintl F. 1991
- Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico. Vladimir Platonov. 2001
- La fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Terrados N. y Fernández B. 1997
- Entrenamiento de la resistencia. Zintl F. 1991

ENLACES ELECTRONICOS:

- www.sica.gov.ec
- www.masnatacion.com
- www.efdeportes.com
- diolinda@cantv.net
- WWW.PARANAUTICOS.COM
- info@alimentacion-sana.com.ar