

EL CONSUMO ENERGÉTICO DESTINADO A LA ILUMINACIÓN DE ESPACIOS DEPORTIVOS EN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

García¹ M.S., Casado² J.C., Assaf³ L.O.

Departamento de Luminotecnia - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán
Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT) – Proyecto: Sistemas Innovativos de Iluminación

Av. Independencia 1800 – (4000) San Miguel de Tucumán – Tel. 54-0381-4248489

jccasado@arnet.com.ar – lassaf@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN. Entre los requerimientos que imponen la práctica deportiva y el uso del tiempo libre en las sociedades, crece la necesidad de lograr espacios provistos de una adecuada iluminación artificial, tanto en calidad ergonómica como energéticamente eficientes. Para analizar la situación, se relevó una muestra representativa (10%) de los 339 espacios deportivos iluminados de S.M. de Tucumán, encontrándose que la iluminancia media horizontal promedio de 190 lux, menos de la mitad de lo requerido, está producida con un consumo específico general de 11 W/m² cada 100 lux. Esto representa un enorme potencial ahorro energético: 72% respecto a niveles de eficiencia Europeos. Alcanzar los niveles de iluminancia especificados en las recomendaciones de alumbrado deportivo requiere duplicar los valores de iluminancia actuales, lo que podría lograrse sin un aumento de la energía, mediante una mejor eficiencia de las instalaciones y su mantenimiento.

Palabras Claves: Iluminación-Deporte-Sociedad-Economía

ANTECEDENTES

Desde ámbitos gubernamentales, educativos y de salud se aconseja a la sociedad realizar actividades físicas y deportivas debido a que se les reconocen beneficios psicológicos, físicos y sociales que incrementan la longevidad y mejoran la calidad de vida (1)(2). El entorno en el que se practica varía según la oferta, demanda y aceptación de nuevas disciplinas (3)(4). El espacio de práctica, valorado en sus cualidades ergonómicas y de confort, condiciona los hábitos deportivos y el desempeño del usuario. A la hora de elegir una instalación, valora en ella el estado de conservación, limpieza e iluminación, y exige cada vez más una calidad total de las instalaciones deportivas (5).

Los **espacios deportivos** (campos de juego, pistas, piscinas, etc..) se disponen dentro de **instalaciones** que suelen clasificarse según los niveles de competencia que en ella se realizan (6) (7):

Clase 1: instalaciones para los más altos niveles de competencia como eventos nacionales e internacionales.

Clase 2: instalaciones usadas para niveles medios de competencia tales como eventos regionales, provinciales o locales.

Clase 3: instalaciones para niveles bajos de competición como ser eventos internos de club o entre clubes y eventos locales o pequeños incluyendo a los entrenamientos o actividades recreativas.

La Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) (8) efectúa una clasificación similar a la anterior para determinar los criterios de iluminación que se indican en la tabla 1 siguiente:

Clase	Descripción
I	Estadios y pistas para competición de gran capacidad, por encima de los 200.000 espectadores.
II	Instalaciones para competencias con menos de 5.000 espectadores.
III	Instalaciones para competencias de jugadores, pero se prevé la presencia de espectadores.
IV	Instalaciones para actividades sociales y recreativas, sin considerar los espectadores.

Fuente: Rea, M.S., Fies, P.D. (1993). Lighting Handbook. Referente & Application. p. 723

Tabla n° 1 – Clasificación de las instalaciones deportivas de la IESNA

La instalación deportiva presenta diferentes sectores, según los cuales varían las condiciones lumínicas:

1. El área de la cancha. (AC) Corresponde al espacio de juego que se encuentra dentro de los límites establecidos por el reglamento del deporte.
2. El área primaria de juego. (APJ) Es un espacio adicional que se extiende más allá de los límites del área de la cancha.

¹ Prof. y Lic. en Educación Física- Integrante del Proyecto: Sistema Innovativos de Iluminación- FCEyT-UNT

² Magister en Auditoría Energética – Integrante del Proyecto: Sistemas Innovativos de Iluminación-FCEyT-UNT

³ Director del Proyecto: Sistemas Innovativos de Iluminación-FCEyT-UNT

3. Área secundaria de juego. (ASJ) Equivale al espacio entre el área primaria de juego y una barrera física como una valla o la tribuna.

Estos sectores varían en función del deporte, por ejemplo, la Federación Internacional de Tenis considera que las canchas presentan dos sectores; el área principal (equivalente al AC) y el área total (suma del APJ y el ASJ). Asimismo, algunos deportes requieren áreas adicionales extensas y en otros es prácticamente nula (hágase una comparación entre tenis y paddle).(9)(10)

Además de considerar a la instalación deportiva es necesario realizar una distinción entre los tipos de deportes, debido a que la tarea visual no es semejante en todos, y por lo tanto, existen variaciones en los requisitos de iluminación, tanto para la APJ como para la ASJ. Actualmente el Comité Olímpico Internacional (COI) reconoce 35 deportes y 400 eventos derivados de ellos, los que se dividen por temporadas en deportes de invierno y verano.(11)

El ambiente lumínico óptimo para efectuar actividades deportivas, se logra observando numerosas variables. Los valores que deben asumir para que sean efectivas no son únicos y dependen principalmente de las características del deporte a efectuar.

Por último uno de los aspectos que condicionan las competencias deportivas es su transmisión por radio y televisión. Conseguir los derechos de radiodifusión de los acontecimientos más importantes, la venta de tales derechos y patrocinios representan del 65 al 85% de la financiación de los acontecimientos deportivos, y se han convertido en la principal fuente de financiación del deporte profesional en Europa. También debería tenerse muy en cuenta la rápida y trascendental transformación tecnológica que está experimentando la televisión.(12)

La iluminación artificial es utilizada para extender el horario de práctica, con los beneficios sociales, competitivos y económicos que ello implica. La capacidad de realizar eventos de importancia mundial, nacional, regional y local, está supeditado a la calidad de las instalaciones deportivas y debería concitar el interés de las Federaciones Deportivas e instituciones gubernamentales por sus correlatos turístico y económico en general. En el caso estudiado de San Miguel de Tucumán sin embargo, no se pudo establecer ninguna política ni particular ni estatal que responda a esas premisas, al menos en lo referente a aspectos luminotécnicos, tal como será expuesto.

OBJETIVOS

El objetivo principal fue conocer el estado situacional de las instalaciones de alumbrado de San Miguel de Tucumán para lo cual se propuso:

- Determinar los niveles de iluminación de los espacios deportivos de San Miguel de Tucumán y compararlos con las exigencias normativas
- Conocer la relación que presenta el consumo energético específico en los diferentes tipos de instalaciones.
- Comparar el potencial de ahorro energético con instalaciones europeas.

EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS

En San Miguel de Tucumán se cuenta con 153 instituciones deportivas (exceptuando las escuelas) que poseen un total de 418 espacios deportivos de los cuales 339 están iluminados (13). Para determinar el tamaño de la muestra se tuvo en cuenta la clasificación de instalaciones deportivas que realiza la IESNA(14) adaptándola a las realidades locales, como se indica en la tabla 2 de la siguiente manera:

Institución	Descripción
Tipo 1	Instalaciones deportivas de gran tamaño que presentan numerosos espacios deportivos tales como los complejos deportivos.
Tipo 2	Instalaciones deportivas de mediana magnitud que contienen espacios deportivos limitados, como clubes, asociaciones y centros deportivos.
Tipo 3	Instalaciones deportivas de pequeña magnitud en las cuales se cuenta con pocos espacios deportivos, como gimnasios y salones.

Tabla n° 2 – Clasificación de las instalaciones deportivas realizada por la IESNA y adaptadas a las realidades locales de San Miguel de Tucumán

En cada institución se realizó el relevamiento de un espacio deportivo que consistía en determinar las dimensiones, color de piso, techo, muros, nivel de ilumina del área de juego, cantidad de usuarios y de espectadores, así como la posición, tipo de lámpara, potencias, frecuencia de uso, mantenimiento y estado de limpieza de las luminarias. En el caso en que se presentó la práctica de dos o más deportes en un mismo espacio deportivo, se tuvo en cuenta el deporte que reglamentariamente presenta más exigencias en cuanto a condiciones lumínicas.

Se utilizó un luxímetro Optronik con trípode a 1m del nivel del suelo, cinta métrica de acero marca diamante de 50m y cuerdas para materializar los puntos de relevamiento, que en todos los casos estuvo representado por una grilla de 45 puntos (5 x 9) cuyas dimensiones variaban según las dimensiones del área de juego tal como lo muestra la figura 1 siguiente:

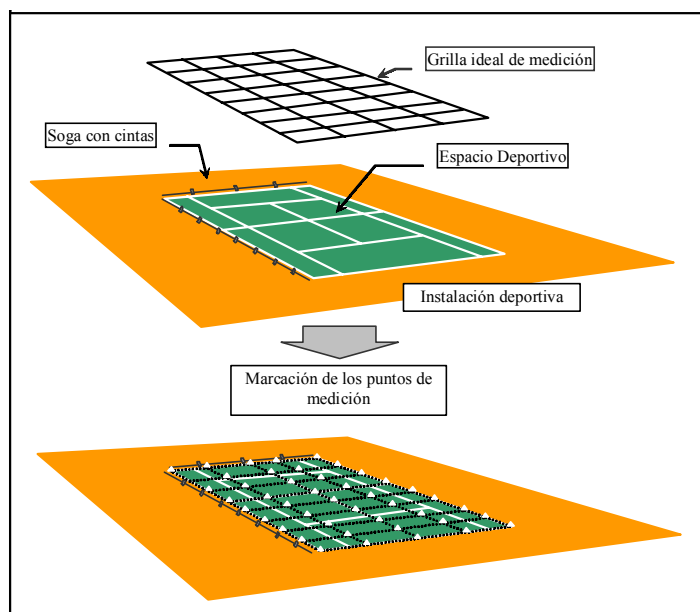


Figura 1- Grilla de medición, aplicación al espacio deportivo y obtención de los puntos para control de la iluminancia.

Se seleccionó una muestra de los espacios deportivos considerando que la proporción que cumple con los requerimientos de iluminancia recomendados por las Federaciones Internacionales y especificaciones técnicas de instituciones normalizadoras (ISO, CIE, DIN, IESNA, CIBSE) es del 15%, con un error máximo en la estimación del 10% y un nivel de confianza del 10%, lo que permitió obtener una muestra compuesta por 31 espacios deportivos. Para que sea representativa de la población se tuvo en cuenta su estratificación según el tipo de instalación y su distribución en el conglomerado urbano (41 zonas). Por cada zona de la ciudad se seleccionaron aleatoriamente las instituciones que integraron la muestra según la proporción espacios deportivos de la población (complejos 25,8%, clubes 51,9% y gimnasios 22,2%).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

Tipo de instalación	Iluminancia (E)		
	$E_{m\acute{a}x}$	$E_{m\acute{i}n}$	E_{med}
Complejos (8)	252,7 (157,8)	106,12 (65,3)	162,6 (99,9)
Clubes (16)	374,2 (286,8)	137,4 (122,8)	236,1 (191,6)
Gimnasios (7)	178,6 (87,0)	76,74 (29,5)	117,7 (46,3)
General (31)	298,7 (235,41)	115,6 (96,6)	190,4 (153,8)

Tabla n° 3 - Valores promedio de iluminancia horizontal máxima, mínima y media en los espacios deportivos según el tipo de instalación - San Miguel de Tucumán – Junio de 2002

La tabla n°3 indica que las diferencias observadas en la muestra no son significativas para inferir diferencias de iluminancia entre complejos, clubes y gimnasios de la población por lo que el nivel se representa con el promedio general.

Solo 3 de los 31 espacios deportivos (9,68%) cumplen con la condición de contar con un nivel de iluminación acorde a las condiciones de competencia reglamentaria o de normativas, confirmando la estimación realizada sobre éste parámetro para dimensionar el tamaño de la muestra (15% \pm 10%). En ningún caso se presentan las condiciones óptimas para realizar transmisiones televisivas, que cuentan con un nivel de exigencia bastante alto (1000lux como mínimo).

Los valores recomendados para la uniformidad U ($E_{min}/E_{m\acute{a}x}$) son de 0,5 ; 0,4 ; 0,285 y 0,2 para las diferentes clases de instalaciones (I, II, III y IV) y el coeficiente de variación CV (σ/E_{med}) de 0,15 ; 0,25 ; 0,3 y 0,35 respectivamente. Comparando con los valores obtenidos en tabla n° 4 muestran que los gimnasios y complejos presentan condiciones de uniformidad de instalaciones tipo II mientras los clubes alcanzan solo a las de tipo III, casi en coincidencia con lo que indica el CV.

Tipo de instalación	Casos	Uniformidad $U_1 (E_{min}/E_{máx})$	Coef. Variación $CV (\sigma/ E_{med})$
Complejos	8	0,43 (0,14)	0,22 (0,10)
Clubes	16	0,35 (0,13)	0,31 (0,18)
Gimnasios	7	0,45 (0,16)	0,19 (0,08)
General	31	0,39 (0,14)	0,26 (0,15)

Tabla N° 4 - Valores promedios de uniformidad horizontal de los espacios deportivos según el tipo de instalación en tres formas de estimación - San Miguel de Tucumán – Junio de 2002

Tipo de instalación	Tipos de lámparas usadas		
	Descarga (AP)	Incandescente	Fluorescente
Complejos (8)	100	0	0
Clubes (16)	94	6	6
Gimnasios (7)	43	0	57

Tabla N° 5 - Distribución de la proporción del tipo de lámpara usada según la instalación deportiva –S.M. de Tucumán-2002

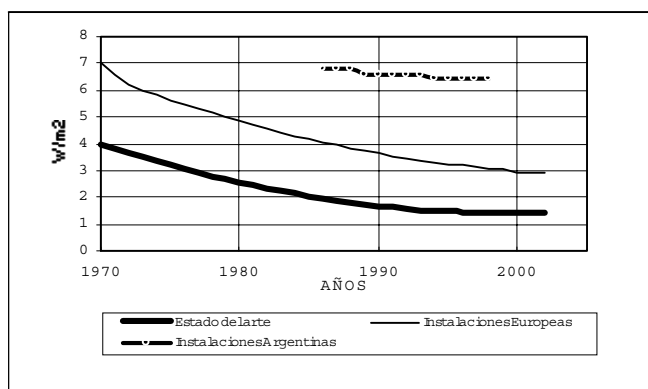
Los tipos de lámparas utilizadas que se muestran en la tabla n°5 se distribuyen de la siguiente forma: las de descarga de alta presión el 19,9% de sodio y el 80,1% de mercurio, las incandescentes el 100% son comunes, las fluorescentes el 88,6% son comunes y 11,4% de bajo consumo. Como se observa puede inferirse con un nivel de confianza superior al 95% que en general la se utilizan distintos tipos de lámparas dependiendo del tipo de instalación de la que se trate, pero no siempre resultan ser las adecuadas.

El estado de las instalaciones que combina el mantenimiento con la limpieza de los artefactos, es bueno en un 39%, regular en un 58% y malo en un 3%.

Tipo de instalación	Consumo energético específico (W/m ²)	Consumo energético específico (W/m ²) para 100 lux
Complejos (8)	25,55 (29,87)	21,83 (25,3)
Clubes (16)	14,81 (17,80)	7,20 (6,7)
Gimnasios (7)	6,42 (2,94)	6,05 (3,3)
General (31)	15,89 (20,17)	10,72 (14,8)

Tabla n° 6 - Consumo energético específico de los espacios deportivos según el tipo de instalación deportiva y sus valores estandarizados para 100 lux- San Miguel de Tucumán – 2002

Las diferencias de consumo específico de energía para los 100 lux de iluminación no es significativa entre gimnasios y clubes, pero si entre estos y los complejos para un nivel de confianza superior al 91%.



Fuente: Assaf L.O., Dutt G. (2000). El impacto ambiental de los sistemas de alumbrado y su reducción con el uso eficiente de la energía.

Figura 2 –Evolución del consumo de energía en alumbrado cada 100Lux

Las instalaciones en San Miguel de Tucumán presentan un potencial de ahorro general del 72% respecto a las instalaciones europeas y de un 86% respecto al estado del arte, según comparación que se realiza con la figura 2 (15) con lo encontrado en los consumos energéticos específicos que se detallan en la tabla 7.

Tipo de instalación	Instalaciones Europeas	Estado del arte
Complejos	86,3%	93,1 %
Clubes	58,3%	79,2%
Gimnasios	50,4%	75,2%
General	72,0%	86,0%

Tabla n°7 – Potencial de ahorro energético de las instalaciones de San Miguel de Tucumán respecto a las instalaciones Europeas y al estado del arte

CONCLUSIONES

No todas las Federaciones deportivas Internacionales regulan requerimientos mínimos de iluminancia para cada deporte, aunque puede tomarse 500 lux como valor mínimo general para el nivel de iluminación, según recomiendan en promedio los organismos de normalización (ISO, CIE, DIN, IESNA, IBSE). Estos valores contrastan con los medidos en los espacios deportivos de San Miguel de Tucumán (190 lux), no obstante ello las instalaciones son aptas para la práctica deportiva a nivel recreativo y de entrenamiento. Solo el 10% de los espacios deportivos (exclusivamente de clubes privados) cuentan con instalaciones de alumbrado que cumplen dichas exigencias. De la misma manera, los valores de uniformidad son adecuados para un nivel de competencia Clase II y III (para menos de 5000 espectadores), excepto para el tenis que requiere de mayores exigencias. En ningún caso las instalaciones de alumbrado relevadas posibilitarían una transmisión televisiva de calidad, para lo cual se que requiere un mínimo de 1000lux.

En general el consumo energético de los complejos deportivos (21,8 W/m² para 100lux) es superior al de los clubes y gimnasios (7,2 W/m² para 100lux en promedio), lo que indica la presencia de un factor de orden comportamental en los consumos (16). El consumo energético que realizan en general las instalaciones deportivas (10,7 W/m² para 100lux) presentan un 72% de ahorro potencial de energía en comparación con las instalaciones europeas; inclusive con las instalaciones estándares argentinas el ahorro potencial energético que presentan es de un 45%.

En su mayoría este derroche se concentra en la incorrecta selección del tipo de lámparas para cada espacio deportivo, escaso uso de lámparas de bajo consumo (11,4%), y –por el contrario- el uso de lámparas incandescentes comunes bastante ineficientes. A esto pueden agregarse las condiciones de submantenimiento que presentan las instalaciones (58% regular) que, junto con un deficiente enfoque de las luminarias condiciona los valores de uniformidad de la iluminación en las instalaciones deportivas relevadas.

Otro aspecto a considerar es la carencia de recomendaciones nacionales sobre alumbrado deportivo en la Argentina. Por la magnitud de esa actividad y sus connotaciones sociales, sería conveniente que IRAM-AADL reactive las comisiones de normativas sobre espacios deportivos, y que a partir de allí mediante el COPANT y la AMN se produzca un influjo de esas especificaciones en toda la región.

ABSTRACT

Along with the requirements imposed in sport activities, adequated artificial lighting of field spaces are one's of the most important. Good quality lighting may be assessed in terms of ergonomic quality and energy efficiency. To over pass this situation in sport facilities of SMT a number of installations representing almost a 10% of the total were surveyed. It was found out that horizontal average lighting level, 190 lux, is in average less than a half of those recommended whereas efficiency, 11 W/m² for each 100 lux is much higher than Europeans installations performance, less than 3 W/m². This figures represent a huge potential of saving of almost 72%. To achieve recommended illuminance values requires to duplicate the values of current iluminance, what could be achieved without an increase of the energy, by means of a better efficiency of the facilities and their maintenance.

Keywords: Illumination – Sport – Society – Economy

REFERENCIAS

- (1) Garzarelli, J.G. El deporte y la naturaleza del deporte. [En línea]. Argentina: Facultad de Psicología y Psicopedagogía-USAL, 2000. [Citado el 2001-11-13]. Disponible en internet: <<http://www.salvador.edu.ar/ua1-9pub01-3-03.htm>>
- (2) Monteiro de Freitas, C.M. [En línea]. *O Desporto como Mecanismo de Integração Social: A Ilha de João de Barros Recife – Pernambuco – Brasil. Brasil: Revista Corporis, 1996. [Citado el 2002-11-04]. Disponible en internet: <<http://recife.upe.br/corporis1/index.html>>*
- (3) Quiroga, S.R. “Estudiantes, universidad y deporte” [En línea], 2001-11 [Citado el 2002-10-04]. Disponible en internet <<http://www.efdeporte.com/>>

-
- (4) Erdociaín, L.; Solís, D.; Isa, R. "Estudio Exploratorio de Hábitos Deportivos de la Población de la República Argentina". [En línea] Argentina: Secretaría de Deporte y Recreación, 2000. [Citado el 2002-04-13] Disponible en internet <www.deportes.gov.ar>
- (5) Diez García, M.D.; Quesada Rettschlag, S. [En línea]. El binomio deporte-sociedad en la ciudad de Alicante. España: Universidad de Alicante, 2002. [Citado el 2001-11-02]. Disponible en internet en <<http://www.efdeportes.com/>>
- (6) Mitjà i Sarvisé, A. (1998). L'energia a les instal·lacions esportives. España: Generalitat de Catalunya. p 23
- (7) Rugby Football Union. [En línea]. Floodlights & Training Areas Sport, 2001. [Citado el 2002-08-05] Londres: England Publications. Disponible en internet en <<http://www.rfu.com/>>
- (8) Rea, M.S., Fies, P.D. (1993). Lighting Handbook. Reference & Application. (Nueva York: Illuminating Engineering Society of North America), p 723
- (9) Guide to the artificial lighting of tennis courts. (1992). s.l.: International Tennis Federation and Philips Lighting B.V.
- (10) Rea, M.S., Fies, P.D. (1993). Lighting Handbook. Reference & Application. (Nueva York: Illuminating Engineering Society of North America), p 734
- (11) Organization International of Sports Federations. [En línea] Suiza: Olympic Movement, 2002. [Citado el 2002-03-18]. Disponible en internet: <http://www.olympic.org/uk/organisation/if/index_uk.asp>
- (12) Douglas, C.C.; Hu, J.; Huang, M.; Sukop, M.; Thorne, D.; Walters, K. (2002) Football Lighting Optimization.
- (13) García M.S., Casado J.C., y col. (2002). Distribución de los espacios deportivos en San Miguel de Tucumán. Cátedra de Metodología de la Investigación Científica – EUDEF – UNT. Tucumán.
- (14) IESNA The lighting Authority – IESNA Profile. [En línea]. Nueva York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000. [Citado el 2002-03-02]. Disponible en internet: <<http://www.iesna.org>>
- (15) Assaf L.O., Dutt G. (2000). El impacto ambiental de los sistemas de alumbrado y su reducción con el uso eficiente de la energía. Revista Luminotecnia.
- (16) Casado J.C. (2001). Auditoría Energética en Edificios. El consumo energético del sector residencial de San Miguel de Tucumán. El usuario y su vinculación con el consumo. Tesis de Maestría. Tucumán.