



## **Coordenadas de Iluminación y Confort**

Corvalán R. <sup>(1)</sup> Ferrari E. <sup>(2)</sup> Sanabria N. <sup>(3)</sup> Titiosky V. <sup>(4)</sup> Larrea, D. <sup>(5)</sup>

Departamentos de Agrimensura e Ingeniería - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio 1449. Tel. 0379-4473931

(1) Mg. Esp Ing. En Construcciones [rubenpstt@yahoo.com.ar](mailto:rubenpstt@yahoo.com.ar)

(2) Esp. Agrimensora Nacional. [elviraeferrari@yahoo.com.ar](mailto:elviraeferrari@yahoo.com.ar)

(3) Ingeniero Electricista. [norbertosanabria@hotmail.com](mailto:norbertosanabria@hotmail.com)

(4) Agrimensora Nacional. [vstitios@hotmail.com](mailto:vstitios@hotmail.com).

(5) Estudiante de la carrera de Ingeniería en Agrimensura. [denisnl\\_08@hotmail.com](mailto:denisnl_08@hotmail.com)

### **Resumen**

El presente trabajo, forma parte de un proyecto acreditado por la Secretaria General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste, denominado: "Aplicación de criterios de optimización energética y seguridad, en la resolución de problemas de diseño en las construcciones Ingenieriles- tecnológicas inteligentes en la región", analiza el grado de iluminación y confort, en laboratorios y aulas de carreras técnicas universitarias materializadas mediante un sistema de coordenadas y de acuerdo al marco reglamentario nacional del factor de iluminación en espacios de trabajo.

**Palabras Clave:** Iluminación; coordenadas; confort; temperatura; energía.

### **Introducción**

La iluminación relacionada a la educación, debe tener presente un gran número de luminarias, ya que debe abarcar espacios grandes, en consonancia con el incremento de la masividad de la educación pública, también deben poseer características especiales a las luminarias convencionales, utilizadas en viviendas, teniendo mayor potencia lumínica, brillo, incandescencia, etc. La cantidad adecuada de luz para realizar cómodamente una tarea visual concreta, como es el estudio en aulas y laboratorios, es un requisito fundamental para una unidad educativa.

La superintendencia de Riesgos del Trabajo SRT publicó en 2012 una guía práctica sobre iluminación. A partir de la guía publicada se realiza el análisis de los indicadores y método de medición estipulados en el protocolo.

El protocolo aprobado por la SRT es acompañado por una guía práctica que inicia con información teórica básica sobre luz, visión y fotometría. Respecto a los aspectos metodológicos, la técnica de relevamiento se fundamenta en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. Se incluye un método de cálculo para estimar la cantidad de puntos de medición en base a las dimensiones geométricas del local. Se mide la iluminancia horizontal existente en el centro de cada área a la altura de 0.8 metros sobre el nivel del suelo. Esta altura recomendada corresponde a la altura estándar de plano de trabajo horizontal en oficinas.

El protocolo se presenta útil para sistematizar el análisis de iluminancias y evaluar los niveles de iluminación del espacio de trabajo horizontal. Por otro lado, permite describir algunos aspectos del factor ambiental iluminación, con poco desarrollo de la iluminación natural, no considerada en muchos casos por la utilización en clases de cañones proyectores que para su uso, se oscurecen el aula, dejándola así oscurecida para todas las demás clases, que hace necesaria una mayor iluminación artificial.

Por ello, es necesario analizar la tarea visual que se realiza y determinar el nivel de iluminación necesaria para un correcto uso del espacio, y verificar que cumplan con las normativas de seguridad, comodidad y confort. La cantidad adecuada de luz para realizar cómodamente una tarea visual concreta, como es el estudio en aulas y laboratorios, es un requisito fundamental para una unidad educativa. La iluminancia es el nivel de iluminación: cantidad de luz en lúmenes, por el área de la superficie a la que llega dicha luz. La capacidad de una luminaria para dirigir la luz hacia el plano de trabajo, puede establecerse de acuerdo a su incidencia en lux (lumen/ m<sup>2</sup>), que combinado con temperatura y renovación del aire del local, dan datos sobre el confort que se analizan en esta investigación.

## Objetivos

Corroborar niveles adecuados de iluminación en cada punto de las coordenadas. Fijar criterios económicos y sustentables para un mejor aprovechamiento y explotación de los artefactos instalados o a instalarse en cada aula.

## Métodos

Para el relevamiento de las coordenadas de los salones se utilizó una poligonal cerrada a fin de garantizar su precisión. Además, se dejaron dos puntos como mínimo señalizados en cada salón de estudio con coordenadas que den la orientación del instrumento respecto del sistema de referencia adoptado. Se midió la iluminancia existente en el centro de cada área y se calculó un valor medio de iluminancia. También para establecer el grado de confort, se midieron en los puntos medios de las cuadrículas, la temperatura ambiente y la velocidad del viento en ese momento. La iluminancia media se determinó efectuando la media aritmética de la iluminancia en toda el aula y la iluminancia mínima que es el menor valor de iluminancia en la superficie de trabajo. Para medir se utilizaron: estación total ES-105 Topcom, Receptor GPS PROMARK 120, Luxómetro Extech Modelo 401027, Termómetro digital: Extech Modelo EA10, Anemómetro Extech Modelo 45118.

La iluminancia es el nivel de iluminación; es la cantidad de luz en lúmenes, por el área de la superficie a la que llega dicha luz. La unidad en que se mide es el *Lux* y se simboliza con la letra E.

La iluminancia depende solamente del sistema de alumbrado y afecta a la visibilidad y, cuanto mayor sea la cantidad de luz y hasta un cierto valor máximo que es el límite de deslumbramiento, mejor será el rendimiento visual. Por ello, para el alumbrado de oficinas, la cantidad de luz se expresa en términos de iluminancias y de iluminancia media a la altura del plano de trabajo. Para medir la iluminancia se utilizó un equipo denominado luxómetro: Luxómetro Extech Modelo 401027, rango de medición de 0 a 20.000 lux, tiempo de muestreo 0,4 segundos. Resolución 1 lux

Los otros instrumentos utilizados fueron Termómetro digital: Extech Modelo EA10 resolución 0,1 °C. Escala de medición de 0 a 200 grados centígrados, para medir la temperatura ambiente y para medir la velocidad del viento un Anemómetro Extech Modelo 45118, resolución 0,01 metros por segundo, escala 0,50 a 28 m/seg,

Para este trabajo se efectuó el análisis de iluminación y confort en un aula considerada grande por tener una capacidad de más de cien alumnos y en un aula pequeña, que también es utilizada como laboratorio, con una capacidad para veinte alumnos aproximadamente; ambas ubicadas en la planta baja del edificio de Ingeniería de la Facena.

En cada una de las aulas analizadas, el método de medición que se utilizó consistió en una técnica de estudio basada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada, Esta técnica se basa en la división del interior en varias áreas iguales. Existiendo una relación que permite calcular el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice local aplicable al interior del aula.

$$\text{Índice de local } x = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura}(\text{largo} + \text{ancho})}$$

Siendo el largo y el ancho las dimensiones del aula y la altura es la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo. Esta relación se expresa de la siguiente manera:

Número mínimo de puntos de medición:  $:= (x + 2)^2$ , donde x es el valor del índice de local redondeado al entero superior.

A partir de esta ecuación se obtiene el mínimo de puntos de medición y en base a las normas de medición estándar, análisis de componentes principales, se realizaron las mediciones dentro de la cuadrícula establecida, como así también se realizaron mediciones testigo fuera de la zona del cono de iluminación.

Se midió la iluminancia existente en el centro de cada área y se calculó un valor medio de iluminancia. Se tomó una altura de medición de 0,75 mts, por ser ésta la altura del plano horizontal de trabajo en pupitres de los alumnos y mesas de profesores, considerando que el protocolo debería ser flexible en función de las distintas alturas de puestos de trabajo. También para establecer el grado de confort, se midieron en los puntos medios de las cuadrículas, la temperatura ambiente y la velocidad del viento en ese momento.

La iluminancia media se determinó efectuando la media aritmética de la iluminancia en toda el aula y la iluminancia mínima es el menor valor de iluminancia en la superficie de trabajo:

$$E \text{ Media} = \sum \text{valores medidos (lux)} / \text{cantidad de puntos medidos.}$$

Para asegurar una uniformidad razonable en la iluminancia del aula la relación entre sus valores mínimo y medio no debe ser menor de 0,5 Para lo cual debe cumplirse:  $E \text{ Mínima} \geq E \text{ Media} / 2$

El valor promedio de las iluminancias del grillado fue comparado para cada sector con el valor de referencia dado por el Decreto 351/79 en su Anexo IV, según la tarea visual y el tipo de edificio y local. La intensidad media de iluminación, medida sobre el plano de trabajo está establecida en dicho Decreto en la Tabla 1, de acuerdo con la dificultad de la tarea visual y en la Tabla 2 se establece la intensidad mínima de iluminación de acuerdo con el destino del lugar.

Teniendo en cuenta las referencias de la Tabla 1 se considera que la intensidad media de iluminación para la tarea visual que se desarrolla en las aulas de ingeniería estaría comprendida en "tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos" por lo cual la iluminación sobre el plano de trabajo deber estar comprendida en el intervalo de 300 a 750 lux. En relación a la intensidad mínima de iluminación y de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2 se considera que el tipo de edificio es como el de una oficina y la tarea visual como la de trabajo general de oficinas (lecturas de buenas reproducciones, lectura, transcripción de escritura a mano en papel y lápiz, etc.) para lo cual el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux.

## Resultados:

### Punto Exterior :

Para comparación entre el exterior, aire libre, y los datos obtenidos dentro de la envolvente del equipamiento educativo,

FECHA	DIA	HORA	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)	VIENTO (m/seg)
29/10/15	Soleado	12	+ de 21520 (limite técnico)	34°,7	3,9
30/10/15	Nublado	12	20680,72	20°,6	1,4

Tabla 0 – Valores al aire libre

### - MEDICIÓN EN EL AULA 1

El aula 1 es pequeña y es utilizada para dar clases teórica o prácticas en el sentido tradicional y también algunas asignaturas la utilizan como laboratorio de análisis de material eléctrico.

Las dimensiones del aula son las siguientes:

Largo 7,33 m - Ancho 3,55 m - Altura de montaje de las luminarias: 2,94 m

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del índice de local al interior del aula

$$\text{Índice de local } x = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura}(\text{largo} + \text{ancho})} = \frac{7,33 \times 3,55}{2,94(7,33 + 3,55)} = \frac{26,025}{31,9872} = 0,81 \approx 1$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición: } (x + 2)^2 = (1 + 2)^2 = 9$$

Se determinaron los nueve puntos medios de la cuadrícula y se los marcaron para la posterior medición. En la figura 1 se presenta un croquis del Aula 1 donde se indican los nombres dados a estos puntos

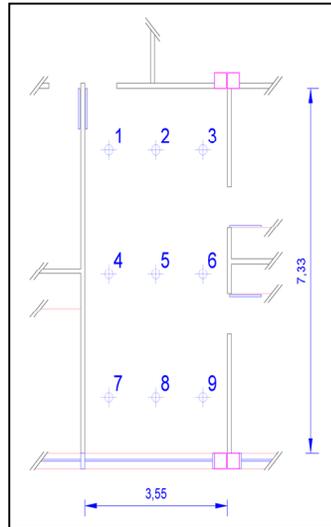


Figura 1 –Aula 1

Las clases en esta aula se desarrollan durante la mañana y la tarde llegando a ser ocupada hasta pasadas las 21 hs. por ello se midió la intensidad lumínica a las 20 hs ( tabla 1 ) y en horas del mediodía, a las 12 hs. ( tabla 2 ).

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)
1	456,224	24°,1
2	598,256	24°,4
3	494,96	24°,5
4	585,344	25°,5
5	782,252	24°,8
6	591,8	24°,8
7	501,416	24°,7
8	627,308	24°,8
9	500,34	24°,8

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA ( Grados Cent)	VIENTO (m/seg)
1	473,44	23°,7	0
2	613,32	24°,2	0
3	505,72	24°,3	0
4	627,308	24°,5	0
5	801,62	24°,2	0
6	596,104	24°,4	0
7	647,752	24°,1	0
8	816,684	24°,1	0
9	551,988	24°,2	0

Tabla 1 – Valores con ventanas y cortinas cerradas (luz artificial y artificial);

aire acondicionado apagado.

Tabla 2 – Valores con cortinas abiertas (luz natural

ventanas cerradas , aire acondicionado apagado

La iluminancia media a las 20 hs resulta igual a:

$$E_{\text{Media}} = 5137,9 \text{ lux} / 9 = 570,87 \text{ lux}$$

La uniformidad en la iluminación del aula para este momento tiene un índice menor a 0,5 ya que se cumple que E mínima es mayor que la mitad de la E media. Esto es  $456,224 \geq 285,43$ .

La medición realizada a las 12 hs se efectuó con las cortinas abiertas para conocer la intensidad de iluminación sobre el plano de trabajo cuando interviene la luz artificial junto con la luz natural.

La iluminancia media a las 12 hs resulta igual a:

$$E_{\text{Media}} = 5633,936 \text{ lux} / 9 = 625,99 \text{ lux}$$

La uniformidad en la iluminación del aula para este momento tiene un índice menor a 0,5 ya que se cumple que  $E_{\text{mínima}}$  es mayor que la mitad de la  $E_{\text{media}}$ . Esto es:  $473,44 \text{ lux} \geq 312,99 \text{ lux}$

Presentamos en la figura 2 un gráfico que muestra la curva de iluminancia en los puntos de la cuadrícula en los dos momentos, en rojo los valores de la medición realizada a las 20hs y en verde la realizada a las 12hs.

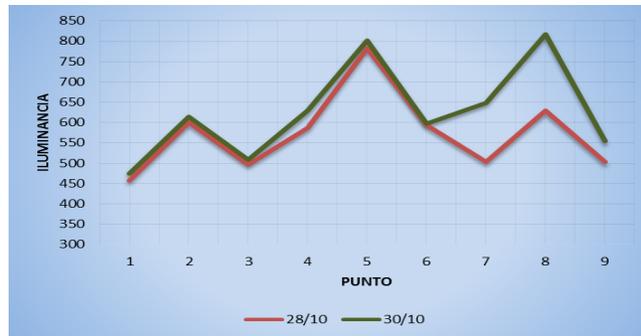


Figura 2-

Luego realizamos otra medición en el aula a las 12hs 30m con las cortinas abiertas y con las luces apagadas de manera que en la intensidad de iluminación sobre el plano de trabajo solamente interviene la luz natural (tabla 3).

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)	VIENTO (m/seg)
1	29,052	25°,3	0
2	27,976	24°,8	0
3	27,976	24°,7	0
4	66,712	23°,7	0
5	62,408	23°,1	0
6	53,8	23°,2	0
7	159,248	23°,7	0
8	432,552	23°,9	0
9	121,588	22°,8	0,2

Tabla 3 – Valores con cortinas cerradas y luz apagada (luz natural solamente);

La iluminancia media a las 12 hs 15m resulta igual a:

$$E_{\text{Media}} = 981 \text{ lux} / 9 = 109,03 \text{ lux}$$

La uniformidad en la iluminación del aula para esta situación no tiene un índice menor a 0,5 ya que no se cumple que  $E_{\text{mínima}}$  sea mayor que la mitad de la  $E_{\text{media}}$  pues resulta:  $27,976 < 54,52$

Con respecto a la temperatura la misma se mantuvo en un intervalo de 22,8 a 25,5 grados centígrados durante los tres momentos, resultando un promedio de 24,7 para la primera medición, de 24,2 para la segunda y de 23,9 cuando se midió con las luces apagadas.

La influencia del viento resultó nula ya que todos los valores dieron cero a excepción de un punto que presentó un valor de 0,2 m/seg.

## -MEDICIÓN EN EL AULA 2

El aula 2 es de gran tamaño por lo que es utilizada generalmente para clases teóricas y prácticas dirigidas a grupos numerosos de alumnos.

Las dimensiones del aula son las siguientes:

Largo 9,85 m - Ancho 14,68 m - Altura de montaje de las luminarias: 2,96 m

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del índice de local al interior del aula

$$\text{Índice de local } x = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura}(\text{largo} + \text{ancho})} = \frac{144,6}{72,6} = 1,99 \cong 2$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición: } (x + 2)^2 = (2+2)^2 = 16$$

Luego se marcaron los dieciséis puntos medios de la cuadrícula para la posterior medición y también marcamos otros puntos que se encuentran algunos en los bordes de la cuadrícula y otros entre los puntos medios. A estos otros puntos que se encuentran en los bordes laterales del aula y próximos a la pared que contiene las puertas del aula, los llamamos a, b, c, d y llamamos e, f, g, h a los que están próximos a la pared que tiene a las ventanas. A los puntos que se encuentran en la segunda hilera entre los puntos medios de la cuadrícula los nombramos I, II, III. En la figura 3 se presenta un croquis del Aula 2 donde se indican los puntos resultantes de la cuadrícula y los otros puntos.

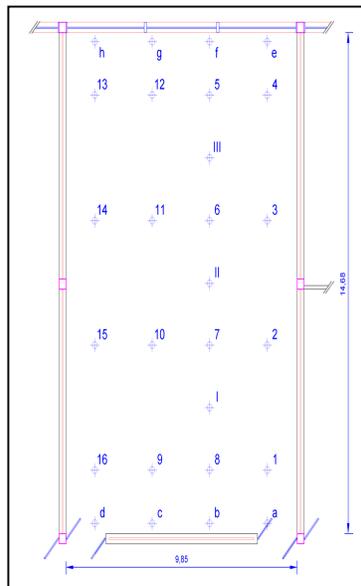


Figura 3 – Aula 2

Como en esta aula también se desarrollan las clases durante la mañana y a la tarde, se midió la intensidad lumínica en los puntos de la cuadrícula a las 19 hs 30m (tabla 4) y en horas del mediodía, a las 12 hs.45 m (tabla 6)

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)
1	569,204	25°,5
2	615,472	25°,6
3	590,724	25°,6
4	539,076	26°
5	673,576	25°,7
6	718,768	25°,8
7	710,16	25°,8
8	708,008	25°,8
9	709,084	25°,8
10	762,884	25°,9
11	737,06	25°,9
12	697,248	26°
13	584,268	26°
14	621,928	25°,9
15	656,36	26°
16	572,432	26°

Tabla 4 – Valores con cortinas cerradas y ventiladores prendidos

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)	VIENTO (m/seg)
1	673,576	27°,6	0,2
2	669,272	27°,6	0
3	627,308	27°,9	0
4	669,272	27°,6	0
5	779,024	27°,7	0,2
6	742,44	27°,6	0,7
7	710,16	27°,7	0
8	743,516	27°,6	0,4
9	725,224	27°,5	0,7
10	767,188	27°,5	0,7
11	739,212	27°,5	0,9
12	755,352	27°,5	0
13	650,98	27°,3	0
14	642,372	27°,3	0
15	666,044	27°,3	0,6
16	613,32	27°,4	0

Tabla 6 – Valores con cortinas abiertas (luz natural y artificial) y ventiladores prendidos.

La iluminancia media de la medición realizada a las 19 hs 30m resulta igual a:

$$E \text{ Media} = 10.466,252 \text{ lux} / 16 = 656,14 \text{ lux}$$

La uniformidad en la iluminación del aula para este momento tiene un índice menor a 0,5 ya que se cumple que E mínima es mayor que la mitad de la E media. Esto es:  $539,076 \geq 327,07$

Las mediciones a las 12hs 45m se realizaron con las cortinas corridas con el objeto de dejar pasar la luz del sol, por lo cual en los valores de iluminancia interviene la luz natural y la luz artificial.

La iluminancia media de la medición realizada a las 12 hs 45m resulta igual a:

$$E \text{ Media} = 11174,26 \text{ lux} / 16 = 698,39 \text{ lux}$$

La uniformidad en la iluminación del aula para este momento tiene un índice menor a 0,5 ya que se cumple que E mínima es mayor que la mitad de la E media. Esto es:  $613,32 \geq 349,196$

#### Medición en los otros puntos

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)
a	200,136	26°,1
b	320,648	26°,1
c	323,876	26°
d	207,668	26°,1
e	284,064	26°,2
f	363,688	26°,1
g	364,764	26°,2
h	318,496	26°,1
I	540,152	26°
II	513,252	26°,1
III	518,632	26°,1

Tabla 5 – Valores de otros puntos medidos

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)	VIENTO (m/seg)
a	527,24	27°,6	0
b	319,572	27°,3	0
c	314,192	27°,3	0
d	234,568	27°,6	0
e	485,276	27°,2	0
f	459,452	27°,3	0,6
g	427,172	27°,6	0
h	419,64	27°,7	0
I	634,84	27°,5	0,2
II	547,684	27°,2	0,6
III	563,824	27°,2	1,1

Tabla 7 – Valores de otros puntos

La iluminancia media de la medición realizada a los otros puntos las 19 hs 30m (Tabla 5) resulta igual a:  $E_{Media} = 3955,376 \text{ lux} / 11 = 359,58 \text{ lux}$

La uniformidad en la iluminación del aula para este momento tiene un índice menor a 0,5 ya que se cumple que  $E_{mínima}$  es mayor que la mitad de la  $E_{media}$ . Esto es :  $200,136 \geq 179,79$

Si consideramos la totalidad de los puntos, es decir los mínimos puntos resultantes de la cuadrícula mas los otros puntos resulta que la iluminancia media es:

$E_{media} = 14421,628 \text{ lux} / 27 = 534,13 \text{ lux}$

La uniformidad no se cumple ya que resulta  $200,136 < 534,13 / 2 = 267,97$

La iluminancia media de la medición realizada a las 12 hs 45m (Tabla 7) resulta igual a:

$E_{Media} = 4933,46 \text{ lux} / 11 = 448,406 \text{ lux}$

La uniformidad en la iluminación del aula para este momento tiene un índice menor a 0,5 ya que se cumple que  $E_{mínima}$  es mayor que la mitad de la  $E_{media}$ . Esto es :  $234 \geq 224,25$

Si consideramos la totalidad de los puntos, es decir los mínimos puntos resultantes de la cuadrícula mas los otros puntos resulta que la iluminancia media es:

$E_{media} = 16107,32 \text{ lux} / 27 = 596,58 \text{ lux}$

La uniformidad no se cumple ya que resulta  $234,568 < 596,58 / 2 = 289,29$

En la figura 4 presentamos un diagrama con las curvas sobre los puntos en los dos momentos de medición, en rojo los valores de la medición realizada a las 19hs 30m y en verde la realizada a las 12 hs 45m.

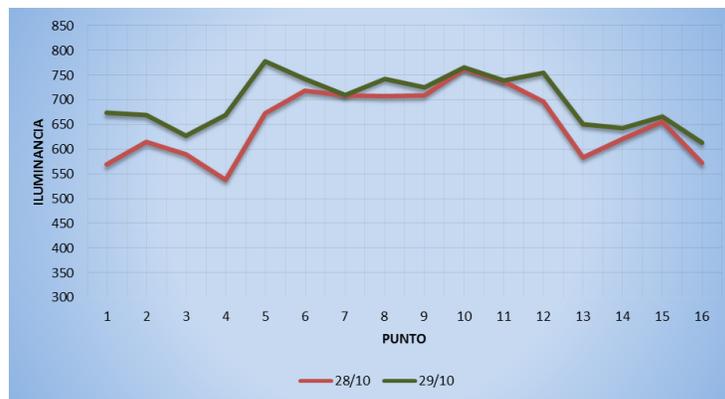


Figura 4

Luego a la hora 13, realizamos una medición en algunos puntos de la cuadrícula con el aula iluminada solamente con luz natural.

PUNTO	ILUMINANCIA (lux)	TEMPERATURA (grados Cent)
4	20,444	25°,2
5	16,14	25°,7
12	15,064	25°,6
13	12,912	25°,3
14	5,38	25°,8
15	3,228	28°,4
16	6,456	26°,0

Tabla 8- Valores con cortinas abiertas y luz natural

La iluminancia media para estos puntos resulta igual a:

$$E_{\text{Media}} = 79,624 \text{ lux} / 7 = 11,37 \text{ lux}$$

La uniformidad en la iluminación del aula para esta situación no tiene un índice menor a 0,5 ya que no se cumple que  $E_{\text{mínima}}$  sea mayor que la mitad de la  $E_{\text{media}}$  pues resulta:  $3,228 < 5,69$

La temperatura en esta aula resultó dentro del intervalo de 25,5 a 27,7 grados centígrados, siendo de un promedio de 26 para la medición de las 19hs 30m y de 27,5 para la medición del mediodía.

El aula cuenta con nueve ventiladores los cuales se hallaban prendidos durante los momentos de medición pero a pesar de ello la influencia del viento no es significativa porque en muchos de los puntos el Anemómetro indico valores cercanos a cero o cero.

### Conclusiones

La iluminancia media ( $E_{\text{media}}$ ), al considerar todos los casos de medición en los puntos centrales de las cuadrículas, resulto mayor a 500 lux, en ambas aulas con iluminación artificial. Este resultado indicó, de acuerdo a lo reglamentado en la Tabla I del decreto N° 351/79, que se cumple con la intensidad media de iluminación para la clase de tarea visual que se desarrolla en dichas aulas (300 a 750 lux). También indicó que se cumple con la intensidad mínima de iluminación estipulada en la Tabla II de dicho decreto para la tarea de trabajo general de oficinas en todos los casos (500 Lux).

Con respecto a la uniformidad, en todas las mediciones sobre los puntos de la cuadrícula y utilizando luz artificial, se obtuvo una relación menor o igual a 0,5, entre la iluminancia mínima y la mitad de la iluminancia media. Esto nos indica que la uniformidad de la iluminación estuvo dentro de lo exigido en la legislación vigente.

Cuando se consideraron en el aula 2, otros puntos que no fueran el centro de la cuadrícula y situados en sus bordes, resulto que la iluminancia media se situó en el intervalo (300 a 750 Lux) establecidos para la intensidad media de iluminación en la tarea visual analizada. Pero se obtuvieron valores menores a los determinados para la intensidad mínima de iluminación para todos los casos (500 Lux). Sin embargo al considerar todos los puntos del centro de la cuadrícula y los otros puntos adicionales en los bordes, la iluminancia media, cumple con lo expresado en la tabla I y también en la tabla II, para la tarea visual que se desarrolla en las aulas de clases siendo estas mayores a 500 lux.

Pero la uniformidad lumínica resulta afectada, ya que no se verifica que  $E_{\text{mínima}}$  sea mayor o igual a la mitad de la  $E_{\text{media}}$ , por ser inferior la iluminancia en dos puntos ubicados en los extremos de la pared que contiene a las puertas (Punto A y Punto D).

Con respecto a las mediciones efectuadas con iluminación solo natural los valores encontrados para la E media resultaron muy bajos en relación a lo indicado a las Tablas I y II para la tarea visual requerida, con resultados que apenas superaron los 100 lux, en el caso del aula 1 y que fueron inferiores a ese valor en el aula 2.

De acuerdo a el Climograma de B. Givoni aplicado a los climas húmedos de la Argentina. Las temperaturas no deberían superar los 26 grados centígrados, manteniéndose entre 20 y 25, y la velocidad del viento en interiores no debe superar los 0,2 metros por segundo y la humedad comprendida entre 20 y 75%. Analizadas ambas aulas, el aula 1 cumple con los parámetros de confort, pero no siempre el aula 2 en días calurosos, y faltaría considerar en clima invernal.

En este análisis se podría sugerir que durante las clases diurnas, las mismas se desarrollen con las cortinas corridas a fin de incrementar la intensidad de iluminación en toda la superficie de trabajo, logrando mayor uniformidad lumínica en la misma. Y como las ventanas de las aulas están orientadas unas hacia el norte y otras hacia el sur y además cuentan con parasoles, en ningún momento del día los rayos de sol dan directamente sobre ellas, entonces las cortinas abiertas no influyen significativamente sobre la temperatura del ambiente, en verano, y al abrirse las ventanas el aire podría correr libremente para así obtener un mayor confort natural.

### **Referencias Bibliográficas**

- Decreto Nacional 351/79
- Huerta E, Mangiaterra A. Noguera G. (2005) GPS– Posicionamiento Satelital. Universidad Nacional de Rosario.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma AADL J 20-06.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma IRAM 11605.
- Instituto de la vivienda de Buenos Aires. Acondicionamiento higrotérmico de edificios. Ley 13059. Decreto reglamentario 1030.
- Ley Nacional 19587, Higiene y seguridad en el trabajo
- Muller, R Compendio General de Topografía - Tomo II - Volumen 2: Poligonación.
- Superintendencia de Riesgos de Trabajo (2012). Guía Práctica sobre iluminación en el ambiente laboral.
- Patologías en la construcción. Aplicación de metodología de análisis a un caso de 28 viviendas en un barrio del nordeste argentino. Corvalán Rubén E; Mancuso José L. Comunicaciones Científicas y tecnológicas UNNE 2008