

CAMPO DE VALLEJO
DEL LEVANTE U. D.

PROYECTO DE ILUMINACIÓN

MEMORIA



Immes. S.A.

Anteproyecto n.º 1.600

Iluminación de CAMPO DE VALLEJO DEL LEVANTE U.D. DE LA CIUDAD
DE VALENCIA.

ANTEPROYECTO DE ILUMINACION DEL CAMPO DE VALLEJO

DEL LEVANTE U.D.

M E M O R I A

M E M O R I A

La iluminación de campos de fútbol en España ha pasado al terreno práctico, logrando en el público esta innovación una aceptación que ha sorprendido incluso a los realizadores. Prueba de esto es que nuestra Península cuenta ya con varios estadios iluminados, el primero de los cuales el campo de Las Corts del F.C.Barcelona lo fué por LUMEX;S.A.

Siendo el fútbol, en España, el más popular de los deportes y al congregarse grandes masas de aficionados, los campos de juego deben estar acondicionados para la práctica nocturna de aquél. Y es lógico que el Levante U.D. situado en Valencia, capital que goza de un benigno clima, haya sentido la necesidad de incorporarse a las modernas tendencias y adoptar en su campo de Vallejo la nueva técnica de alumbrado que le permita la celebración de partidos nocturnos no sólo por lo que a la práctica del fútbol se refiere sino también a la de otras manifestaciones deportivas.

Desde un punto de vista completamente objetivo felicitamos a la Directiva del Levante U.D. por esta iniciativa, que supone un marcado interés y desvelo en ofrecer a sus seguidores y simpatizantes la oportunidad de presenciar partidos de fútbol nocturnos.

Ni que decir tiene que la posibilidad de celebrar un partido a últimas horas de la tarde o bien de noche, presenta grandes alicientes para un buen sector de aficionados. En efecto, es una comodidad poder presenciar, sin agobios de clima, un buen encuentro. Además, es ingente la masa de espectadores que, imposibilitados por sus ocupaciones en un día laborable, pueden acudir a presenciar un partido de futbol que se inicie cuando decae la luz diurna. Con ello es posible, por lo tanto, realizar un mayor número de manifestaciones deportivas abriéndose una fuente de medios económicos que facilitan la rápida y segura amortización de la instalación.

La actual instalación del Campo de Las Corts, supone una iluminación media en el plano horizontal de 140 ± 10 lux. Nuestra experiencia, confirmada gracias a datos empíricos publicados en revistas técnicas internacionales, nos ha demostrado que un nivel de 100 a 250 lux es más que suficiente para proporcionar tanto a jugadores como espectadores una perfecta visibilidad.

Un nivel de iluminación de 60 lux proporciona una buena visibilidad, no siendo aconsejable rebasar este valor mínimo que debe considerarse como límite.

Al llegar a este punto hemos de hacer notar que una instalación de esta magnitud, por lo que al alumbrado se refiere, no puede resolverse basándose únicamente en criterios técnicos o económicos. Por lo que atañe a la parte luminotécnica, como es fácil suponer, a mayor nivel de iluminación exigido, más flujo es preciso, mayor cantidad de proyectores deben instalarse y, a partir de cierto punto, la curva de rendimiento de la instalación en función de la iluminación, desciende. Es necesario pues, llegar a una solución de compromiso técnico-económica que garantice un buen nivel de iluminación con el menor coste posible. Como proyectistas y realizadores del primer sistema de alumbrado deportivo en España, la experiencia lograda en aquella ocasión nos ha servido de estímulo y soporte para superar aquella instalación, por lo que queremos hacer constar en estas primeras disquisiciones que ponemos todo nuestro empeño en dotar al campo de Vallejo de un sistema de alumbrado que pueda parangonarse con los ya existentes, pertenecientes a clubs de mayor categoría.

La actual instalación de alumbrado en el campo de Las Cortes está basada en la consecución de un nivel medio de iluminación de 150 lux. Sin embargo, el nivel que primeramente se obtuvo fué de 115 lux en el plano horizontal. Ello fué debido a que la

Directiva del C.F.Barcelona decidió celebrar los encuentros del C.D.Condal a las siete de la tarde, hora punta en que existe en la red una gran carga, máxima siendo sábado. La tensión leída en los voltímetros era de 204 V por lo que el flujo producido por las lámparas descendía a un 78%. El regulador de tensión instalado posteriormente permitió no solamente compensar esta caída , sino también aumentar en un 10% la tensión nominal de la red de 220 V hasta 242 V con lo que el flujo de las lámparas aumentó en un 38%. Así pues, hemos orientado nuestros cálculos sobre una base positiva que responde a una realidad comprobada.

Nuestra Sección Técnica ha podido comprobar que el problema fundamental de la iluminación de grandes aéreas es la uniformidad. Es esta una cuestión que solamente puede resolverse satisfactoriamente mediante una acertada distribución de los focos de luz, ya que pequeñas diferencias de localización de los mismos respecto a las señaladas, entrañan una asimetría luminosa que perjudica notablemente el coeficiente de uniformidad presentándose en el terreno de juego zonas muy iluminadas y zonas deficientemente iluminadas. Para el público que, en general, presencia el desarrollo del partido desde un plano superior, esta falta de uniformidad se traduce en zonas de brillo y sombra, factores que coadyuvan al despiste del movimiento de la pelota y jugadores.

El coeficiente de uniformidad admitido en el presente anteproyecto, por las dimensiones del campo no puede ser inferior a 0,9. El no rebasar este rango de variabilidad, garantiza una perfecta visión que permite seguir con comodidad la trayectoria descrita por el balón y los jugadores.

El sistema más racional de iluminación de grandes extensiones es por medio de proyectores instalados en paneles soportados por torres localizadas en la periferia del campo. Con el fin de lograr la máxima uniformidad y reducir al mínimo el peligro de deslumbramiento, la altura de los focos luminosos se determina en función de las dimensiones del campo y de la profundidad de las gradas. Teniendo en cuenta estas magnitudes y colocando las torres en puntos bien determinados, se consigue que el flujo combinado de todos los proyectores cubra integralmente de luz el terreno de juego. En nuestro caso, siendo aproximadamente de 7000 m² el área a iluminar y siendo de 61 m. la distancia desde el centro del campo de juego, a la periferia de la obra, la altura de las torres a emplazar debe ser de unos 22 a 24 m. sobre la horizontal del campo. Teniendo las gradas una cota media de 6 m., las torres la superarán en unos 16 m. con el fin de conservar la misma altura de 22 m. sobre el plano del terreno de juego. Con esta altura se consigue que el eje del cono luminoso de un proyector ideal, suma de los de un panel, incida sobre el centro del campo con un ángulo de 70º respecto a la vertical.

Este ángulo de incidencia es óptimo para que no exista para los jugadores, peligro de deslumbramiento.

JUSTIFICACION DEL EMPLEO DE CUATRO TORRES.

Las dimensiones del área que se trata de iluminar, de unos 7000 m² implican la necesidad de instalar un número de torres cuya cantidad es función de la de proyectores necesarios para obtener con su distribución en la periferia del campo, la máxima uniformidad permisible.

No seguimos el criterio más o menos generalizado de montar cuatro torres situadas en los vértices del campo ya que por las dimensiones mencionadas y por habernos impuesto un elevado coeficiente de uniformidad, esta solución clásica es inadmisibles ya que se produciría una laguna de sombra en el centro del campo en contraste con unos "corner" excesivamente iluminados. El problema lo resolvemos emplazando cuatro torres dispuestas dos a cada lado de los laterales distanciadas entre si 52,5 m. con lo que la iluminación de la parte central queda incrementada.

AREAS CUBIERTAS POR LOS PROYECTORES

Cada torre, por su posición en el campo, tiene asignado el cubrir una zona determinada de terreno. Nuestra experiencia nos ha demostrado que no puede adoptarse el sistema según el cual todas las torres iluminen todo el campo y nos ha señalado como es mucho más eficaz y exacto dividir el área total del terreno de juego en tantas zonas como paneles y a su vez dividir cada zona en tantas

señalado como mucho más eficaz y exacto dividir el área total del terreno de juego en tantas zonas como paneles y a su vez dividir cada zona en tantas subzonas como proyectores consta cada panel. De esta forma no queda ningún área elemental sin iluminar, presentando una gran uniformidad de iluminación la zona del campo. Esta integración luminosa ha demostrado ser la más completa y eficaz para cubrir totalmente un área de dimensiones considerables. Cada proyector tiene una misión específica: Iluminar el área que se le ha asignado. El ángulo de abertura de cada proyector es el preciso para que su cono luminoso abarque la subzona o área elemental asignada al mismo.

Con la adopción de cuatro torres dispuestas según indicamos en los planos adjuntos, cada torre inunda de luz unos 1750 m² aproximadamente. Por su posición, cada una de ellas contribuye a iluminar su zona en las mismas y óptimas condiciones: simetría, centrado y uniformidad.

La distancia del centro del panel al centro del campo, tomando este último como punto de referencia, es de unos 61 m. Con el fin de obtener el mejor rendimiento luminoso a tales distancias es preciso utilizar proyectores de haz estrecho. Estos aparatos, como detallamos en el Estudio Luminotécnico, están provistos de un reflector parabólico de cristal plateado y de una lámpara especial incandescente de filamento concentrado de 1000 a 1500 W. La posibilidad de enfocar individualmente cada proyector de una instalación, constituye una ventaja importante para poder obtener una iluminación de alta calidad. De este modo, cada proyector puede quedar

graduado de un modo diferente, según la posición que ocupa respecto al terreno y a la zona que tiene asignada para iluminar. Así pues, es posible distribuir exactamente los haces luminosos según las necesidades y mejorar la uniformidad de la iluminación sobre todo en las áreas cercanas a las porterías, por desarrollarse en ellas las jugadas más emotivas e interesantes.

Tenemos que acentuar la importancia que en el fútbol tiene la consecución de una buena iluminación en el plano vertical. Estudiando con atención un partido de fútbol, puede observarse que el balón se desplaza en la mayoría de las veces en un plano vertical y su trayectoria es difícil de seguir aunque se halle pintado de blanco.

La posición de las torres se ha estudiado teniendo en cuenta esta particularidad con el fin de conseguir la máxima iluminación, la mayor uniformidad y el menor deslumbramiento posible.

COMPOSICION DE LOS PANELES

Los paneles correspondientes a las cuatro torres son todos iguales, es decir, tienen el mismo perfil y soportan el mismo número de proyectores. Como justificamos en el Estudio Lumino-técnico cada panel aloja 24 proyectores, dispuestos en cuatro filas de seis aparatos.

ESTUDIO LUMINOTECNICO

Como ya hemos adelantado en la Memoria, los focos luminosos se disponen en cuatro paneles soportados por otras tantas torres. Hemos realizado un estudio con duplicidad de soluciones correspondientes a dos niveles medios de iluminación distintos. Estas soluciones son las siguientes:

- a) Nivel medio de iluminación de 67 lux, con lámparas de 1000 W.
- b) Nivel medio de iluminación de 100 lux con lámparas de 1500 W.

JUSTIFICACION DEL TIPO DE APARATO ELEGIDO

Los proyectores elegidos para el presente anteproyecto corresponden a nuestro tipo Suplex I-2 y Suplex I-3 cuya aplicación en la iluminación de grandes áreas ha demostrado ser ampliamente satisfactoria. Dichos proyectores están contruidos y estudiados con el fin de obtener el máximo rendimiento de la potencia luminosa de la lámpara. Su cuerpo principal es de plancha de hierro estampada y galvanizada y el resto de los accesorios (boca, ventilación, mecanismo de enfoque y guía) de aluminio y latón.

Los orificios de ventilación están estudiados de forma que, evitando la entrada de polvo, agua, etc. ésta se efectúe constante y regularmente por autotiraje, factor muy importante para la máxima duración de las lámparas y mínimo envejecimiento de las mismas.

El espejo reflector es de cristal tratado y rectificado y la curva parabólica de su sección diseñada para la iluminación extensiva o intensiva según convenga. Plateado electro-líticamente resiste altas temperaturas sin alterarse su coeficiente de reflexión, después de un prolongado servicio.

El cristal de cierre es del tipo "neutro" resistente a los cambios bruscos de temperatura.

El mecanismo regulable de que van provistos los proyectores Suplex, permite un perfecto centrado de la lámpara con relación al espejo, así como variar dentro de ciertos límites la abertura del cono luminoso.

Su sistema de suspensión mediante una horquilla es sumamente práctico y sencillo, a efectos de una rápida y fácil orientación hacia el sector a iluminar, asegurando una absoluta rigidez una vez fijado el proyector en dirección al punto o zona señalado.

Como los proyectores se verán sometidos a la acción prolongada de los agentes atmosféricos, la protección contra la corrosión producida por aquellos, se logra mediante un perfecto zincado de su cuerpo, cadmiado de tornillería y parqueroizado del aluminio y resto de accesorios.

El proyector Suplex presenta las tres variantes siguientes: intensiva, semiextensiva y extensiva. Por la distancia de los proyectores al terreno de juego, los tipos que interesan son los dotados de espejo intensivo y semiextensivo.

Los proyectores intensivos tienen un semiángulo de abertura de 10° siendo el radio polar máximo de su curva fotométrica para 1000 lumen, de 10700 candelas (a 0°). Los proyectores semiextensivos tienen un semiángulo de abertura de 20° con una intensidad luminosa a 0° de 2870 candelas para 1000 lumen.

JUSTIFICACION DEL TIPO DE LAMPARA EMPLEADO

El empleo de lámparas de proyección de 2000 y 3000 W. para la iluminación de campos de deporte, sometidas a largo período de encendido, no son muy recomendables (aserto afirmado por nuestros ensayos en el campo de Las Cortes) ya que irradian una gran cantidad de calor que progresivamente deteriora todos los elementos del proyector y en especial el espejo reflector. Por otra parte el empleo de lámparas de gran potencia, lleva necesariamente consigo, para una igualdad de potencia instalada, una disminución del número de puntos de luz, lo que supone un quebranto para la uniformidad de la iluminación. Además es difícil encontrar en el mercado nacional lámparas de tal potencia, ya que su fabricación supone una técnica todavía no resuelta satisfactoriamente por nuestra industria, y siendo las extranjeras de muy difícil o imposible adquisición.

Estas afirmaciones nos hacen elegir entre las lámparas de 1000 W. y las de 1500 W. con filamento de tambor o de proyección propiamente dichas.

La primera solución que proponemos a base de un nivel de iluminación de 67 lux puede resolverse perfectamente con lámparas de 1000 W. Estas lámparas permiten una sobretensión del 10% incrementándose su flujo en un 30% si bien esto supone un decremento de su vida. La segunda solución de 100 lux se obtiene con lámparas de 1500 W. Las características dimensionales y luminotécnicas de las mencionadas lámparas figuran adjuntas al presente proyecto.

Dado el tipo de lámpara empleado y la disposición de los circuitos eléctricos, podemos garantizar un efecto estroboscópico inferior al 1% difícilmente alcanzado en las instalaciones industriales, pero que dada la índole especial de los objetos a iluminar, pelota y jugadores, debe considerarse de primordial importancia ya que a consecuencia de la rapidez de sus movimientos podrían producirse molestos despistes.

Atenuación del deslumbramiento.

Siendo este una sensación molesta para la perfecta visión de la trayectoria del esférico cuando se eleva del terreno de juego, proponemos las siguientes medidas para atenuarlo:

- a) Dispersión de haces luminosos.
- b) Angulo de incidencia mínimo.
- c) Inundación de luz desde puntos lejanos.
- d) Colocación de viseras en los proyectores.

Los haces de los paneles se cruzan suficientemente para evitar que los jugadores proyecten fuertes sombras sobre el terreno. El reparto de los haces sobre una parte tan extensa del campo tiene además la ventaja de que cuando los jugadores se ven obligados a mirar hacia un panel, sólo encuentran simultáneamente algunos haces en su campo visual ya que la mayoría de los proyectores dirigen sus haces en otra dirección, cosa que no sucede cuando los proyectores están dispuestos con una distribución continua, como se ha observado en algunos estadios donde incluso ha sido necesario la supresión de este sistema, y la adopción de paneles ya que el deslumbramiento era insoportable.

SITUACION Y ALTURA DE LOS PUNTOS DE LUZ

Como puede comprobarse en los planos adjuntos las torres distan en proyección horizontal 61 m. del centro del terreno de juego. Para evitar el deslumbramiento, el eje del cono luminoso de un proyector ideal suma de los de un panel, debe incidir sobre el centro del campo con un ángulo de 70° respecto de la vertical. Por lo tanto, la altura del panel debe ser de:

$$h = \frac{d}{\operatorname{tg} 70^\circ} = \frac{61}{2,75} = 22 \text{ m.}$$

Siendo la altura del panel de unos 2 m., la altura de la torre debe ser por consiguiente de 20 m. sobre el nivel del campo, considerando como de cota 0.

Al equidistar todas las torres del centro del campo, el flujo que incide sobre el terreno está "equilibrado" esto es, teniendo cada torre la misma potencia luminosa, el par "flujo x distancia" es constante con lo que la uniformidad se ve favorecida.

CALCULO DE LA ILUMINACION MEDIA

1ª VARIANTE (con lámparas de 1000 W)

Para realizar este cálculo nos es necesario conocer el rendimiento η de la instalación. Este rendimiento depende de una serie de factores que contribuyen a disminuir el flujo nominal de las lámparas desnudas. Estos factores pueden dividirse en tres: el factor de depreciación, el factor de adaptabilidad y el factor de dispersión los cuales desglosamos a continuación:

- a) Factor de depreciación: el cual engloba la pérdida de rendimiento de las lámparas debido a su envejecimiento así como la pérdida de nitidez de las mismas debido al depósito de polvo y partículas. Asimismo tiene en cuenta la caída de tensión en la red de alimentación. Por todos estos conceptos admitimos un factor de depreciación de 1,5.

- b) Factor de adaptabilidad. Produciéndose en la intersección del cono luminoso de un proyector con la superficie del campo una mancha luminosa de forma elipsoidal y teniéndose que adaptar a una superficie de forma rectangular como es la del campo es lógico admitir un factor de adaptabilidad de ambas superficies, lo que significa que no hay un aprovechamiento integral del cono luminoso. Este factor es igual a 1,25.
- c) Factor de dispersión. Tiene en cuenta el rendimiento del aparato; siendo este de un 45% dicho factor tendrá el valor de 2,2.

El factor total de corrección f_c será pues el producto de los tres anteriores:

$$f_c = 1,5 \times 1,25 \times 2,2 = 4,12$$

Por lo tanto el rendimiento global de la instalación será:

$$\eta = \frac{1}{f_c} = \frac{1}{4,12} = 0,24$$

Cada panel consta de 24 proyectores Suplex I-2 en los que va ubicada una lámpara de 1000 W. totalizando por lo tanto la instalación 96 aparatos.

La potencia instalada por panel es:

$$P = 24 \times 1000 = 24000 \text{ W.}$$

La potencia total de la instalación es:

$$P_t = 4 \times 24000 = 96000 \text{ W.}$$

El flujo nominal de una lámpara de 1000 W. a 220 V. es de 20000 lumen.

El flujo de todas las lámparas de la instalación es de:

$$\Phi_t = 4 \times 24 \times 20000 = 1920000 \text{ lm.}$$

El flujo real emitido por los proyectores y aprovechado íntegramente para la iluminación será teniendo en cuenta el factor de corrección:

$$\Phi = \frac{\Phi_t}{f_c} = \frac{1920000}{4,12} = 466000 \text{ lm.}$$

Siendo la superficie del campo de 7000 m² la densidad de flujo nominal será de:

$$\frac{1920000}{7000} = 274 \text{ lm/m}^2.$$

La potencia por m² será:

$$\frac{P}{S} = \frac{96000}{7000} = 13,7 \text{ W/m}^2.$$

El flujo incidente en el área de 7000 m². producirá una iluminación media de:

$$E_{m_h} = \frac{\Phi_t}{S x f_c} = \frac{1920000}{7000 x 4,12} = 67 \text{ lux.}$$

Es esta una iluminación aceptable, ya que según Jansen la gama de iluminación de un campo de fútbol es de 60 a 120 lux en un encuentro de competición y de 20 a 40 en los entrenamientos.

Iluminación en el plano vertical:

Ya hemos indicado la importancia que tiene la consecución de un elevado nivel de iluminación en el plano vertical ya que el balón se desplaza preferentemente en dicho plano.

El procedimiento seguido para el cálculo teórico de esta iluminación es el siguiente:

La iluminación en un plano horizontal viene dada por la expresión

$$E_h = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2}$$

siendo I la intensidad en candelas del radio polar máximo de la

curva fotométrica del proyector, el ángulo de incidencia del cono luminoso respecto a la vertical y h la altura del foco sobre el plano en que se realiza la medición.

La iluminación en el plano vertical es

$$E_v = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha \operatorname{sen} \alpha}{h^2}$$

de donde:

$$\frac{E_h}{E_v} = \cotg \alpha = \operatorname{tg} \beta$$

siendo β el ángulo formado por el eje del cono del proyector con la horizontal.

Luego:

$$\beta = 20^\circ \quad \alpha = 70^\circ \quad \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} 20^\circ = 0,365$$

y

$$E_v = \frac{E_h}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{E_h}{0,365} = \frac{67}{0,365} = 184 \text{ lux}$$

Consideramos mucho mejor un nivel de E_h 100 lux por lo que pasamos a desarrollar la segunda variante:

2ª VARIANTE (con lámparas de 1500 W)

Conservando el mismo número de proyectores y su misma distribución deberán ser sustituidos por el tipo Suplex I-3 alojando una lámpara de 1500 W. que produce un flujo de 30000 lumen.

En estas nuevas circunstancias la potencia instalada por panel será:

$$P = 24 \times 1500 = 36000 \text{ W.}$$

y la potencia total de

$$P_t = 4 \times 36000 = 144000 \text{ W.}$$

El flujo nominal de todas las lámparas de la instalación es:

$$\phi_t = 4 \times 24 \times 30000 = 2880000 \text{ lm.}$$

de los que sólo son útiles

$$\phi = \frac{\phi_t}{f_c} = \frac{2880000}{4,12} = 700000 \text{ lm.}$$

la densidad de flujo:

$$\frac{2880000}{7000} = 410 \text{ lm/m}^2$$

la potencia por m²:

$$\frac{144000}{7000} = 20,6 \text{ W/m}^2$$

Por lo tanto la iluminación media horizontal será de:

$$E_{m_h} = \frac{\Phi_t}{Sx\tau c} = \frac{2880000}{7000 \times 4,12} = 100 \text{ lux.}$$

y la iluminación media vertical:

$$E_v = \frac{E_h}{\text{tg}20^\circ} = \frac{100}{0,365} = 274 \text{ lux.}$$

Resumiendo las iluminaciones con una y otra variante serán:

1ª VARIANTE: Con proyectores Suplex I-2 y lámparas de 1000 W.

$$E_h = \underline{67 \text{ lux}} \qquad E_v = \underline{184 \text{ lux.}}$$

2ª VARIANTE: Con proyectores Suplex I-3 y lámparas de 1500 W.

$$E_h = \underline{100 \text{ lux}} \qquad E_v = \underline{274 \text{ lux}}$$

ESTUDIO DE LAS TORRES

Las torres pueden construirse con perfiles laminados soldados eléctricamente lo que les da un máximo de rigidez dentro de la relativa ligereza de las mismas.

El acceso a la plataforma superior se hace por medio de tres tramos de escalera situados en el interior de la torre, la cual hace las veces de guardamiedos.

La plataforma superior tiene un piso de madera que forma parte del panel, sobresaliendo por la parte posterior lo suficiente para dar libertad de movimientos a los operarios que se cuiden del reglaje y enfoque de los proyectores. Una trampilla situada en el paso de la escalera a la plataforma, permite transitar por la misma con seguridad.

El panel forma cajón, de manera que los operarios quedan protegidos por las barras posteriores, permitiendo trabajar sin peligro.

Como orientación para la construcción de las torres, el proyector Suplex I-2 pesa 12 kg y ofrece una superficie al viento de 1200 cm². El proyector Suplex I-3 pesa 18 kg y tiene una superficie de 1800 cm².

Estudio técnico de las líneas para las dos soluciones que proponemos, para que la pérdida de potencia sea inferior al 2,5%

1ª VARIANTE

El cuadro de distribución está situado en el punto 0, por lo tanto el circuito queda dividido en dos ramales: 0-1-2 y 0-3-4 como puede verse en el esquema adjunto.

Admitiendo una caída de tensión de un 2% en los ramales y de un 0,5% en las torres, el cálculo será como sigue:

Llamaremos S_1 a la sección del ramal 0-1-2, S_2 a la del ramal 0-3-4 y S a la de acometida de las torres.

Siendo $P_p = 2\%$ la caída de tensión δ será:

$$\delta = \frac{2 \times 220}{100} = 4,4 \text{ V}$$

La sección S_1 será siendo ρ del cobre = $\frac{1}{56}$

$$S_1 = \frac{\rho}{\delta} \frac{1}{U} \leq (IP)_1 = \frac{24000 \times 150 + 24000 \times 203}{56 \times 4,4 \times 220} = 157 \approx \underline{\underline{160 \text{ mm}^2}}$$

La sección S_2 :

$$S_2 = \frac{\rho}{\delta} \frac{1}{U} \leq (IP)_2 = \frac{69 \times 24000 + 122 \times 24000}{56 \times 4,4 \times 220} = 85 \approx \underline{\underline{80 \text{ mm}^2}}$$

La sección S de acometida a las torres:

$$\delta = \frac{0,5 \times 220}{100} = 1,1 \text{ V}$$

$$S = \frac{l}{\delta} \frac{1}{U} \sum (lp) = \frac{20 \times 24000}{56 \times 1,1 \times 220} = 35,5 \approx 40 \text{ mm}^2$$

2ª VARIANTE

Siendo la disposición de las torres y sus distancias las mismas que en la primera variante las secciones serán proporcionales a las potencias respectivas.

Luego:

$$S_1 = 157 \times \frac{1500}{1000} = 235 \approx \underline{\underline{200 \text{ mm}^2}}$$

$$S_2 = 85 \times \frac{1500}{1000} = 128 \approx \underline{\underline{125 \text{ mm}^2}}$$

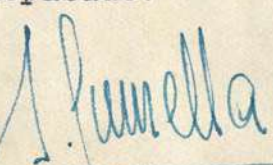
$$S = 35,5 \times \frac{1500}{1000} = 53 \approx \underline{\underline{50 \text{ mm}^2}}$$

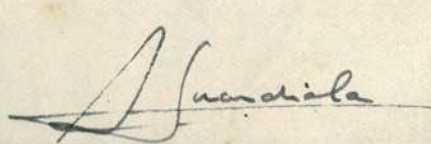
Las secciones anteriormente calculadas son para cada uno de los conductores del cable trifásico y son admisibles térmicamente. La sección del cable que desde la caseta de transformación energiza el cuadro de distribución debe dimensionarse de acuerdo con la distancia a que aquella se halle.

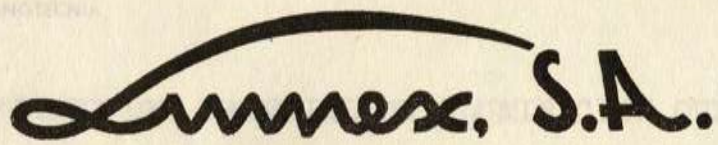
Barcelona, septiembre de 1957

Repasado:

LUMEX, S.A.
Sección Técnica.


A. Cumella - Ing. Industrial


Perito Industrial.



Presupuesto n.º 1.600

para

LA ILUMINACION DEL CAMPO DE VALLEJO DEL LEVANTE U.D. DE LA CIUDAD DE

V A L E N C I A

PRESUPUESTO DEL MATERIAL DE ILUMINACION QUE SE PROPONE PARA
EL CAMPO DE VALLEJO DEL LEVANTE U.D.

SOLUCION II (nivel de iluminación 100 lux)

Proyectores para la iluminación del campo.

96 Proyectores modelo Suplex III para lámparas de 1500 W. con horquilla orientable, regulación de foco y dispositivo de ventilación.....	3.130'--	300.480'--
96 Lámparas tipo proyección cuello largo marca Marga de 1500 W.....	515'--	<u>49.440'--</u>
		349.920'--
Imprevistos 10%		<u>34.992'--</u>
Total Ptas.....		<u>384.912'--</u>
=====		

TOTAL PESETAS TRESCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTAS DOCE

Se entiende que los precios de los materiales presupuestados son los vigentes en el día de la fecha, caso de variación por cualquier circunstancia se los facturaríamos al precio de la fecha de su suministro.

Barcelona, septiembre de 1957.