7.9. Iluminación interior.

El cálculo de la iluminación se ha efectuado en cada uno de los recintos en que se ha dividido la industria. Distinguimos:

- Nave principal.
- Oficinas.

Se han tenido en cuenta las recomendaciones de la norma DIN 5035 para conocer la iluminación requerida por las distintas actividades que se van a realizar en cada una de las dependencias anteriormente citadas.

Asimismo, se ha tenido en cuenta las recomendaciones de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Según el VIII de esta guía, la iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, en particular, las disposiciones del anexo IV de la guía.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO	**NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)**
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1. Bajas exigencias visuales	100
2. Exigencias visuales moderadas	200
3. Exigencias visuales altas	500
4. Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm del suelo.

Con el fin de facilitar la interpretación de los niveles mínimos de iluminación establecidos en el Real Decreto se puede hacer la siguiente comparación con los niveles mínimos recomendados por las normas UNE 72 - 163 - 84 y UNE 72 - 112 - 85:

REAL DECRETO		**NORMAS UNE**	
Exigencias de la tarea	**Nivel mínimo requerido (Lux)**	**Categoría de la tarea**	**Nivel mínimo recomend. (Lux)**
Bajas	100	D (fácil)	200
Moderadas	200	E (normal)	500
Altas	500	F (difícil)	1.000
Muy altas	1.000	G (muy difícil)	2.000
		H (complicada)	5.000

Finalmente para las diferentes dependencias:

DEPENDENCIA	**ANCHO (m)**	**LARGO (m)**	**ALTO (m)**	**ILUMINACIÓN (lux)**
NAVE PRINCIPAL	20	100	12	500
RECEPCIÓN	2.5	3	2.5	500
SALA DE ESPERA	2.5	3	2.5	500
PASILLO ENTRADA	5	2	2.5	120
SERVICIO MASCULINO	2.5	3	2.5	120
SERVICIO FEMENINO	2.5	3	2.5	120
DESPACHO CALIDAD	5	3.8	2.5	500
DESPACHO DIRECTOR	5	3.8	2.5	500
DESPACHO PRODUCCIÓN	5	3.8	2.5	500
VESTUARIO HOMBRES	2.5	6	2.5	120
VESTUARIO MUJERES	2.5	6	2.5	120
DUCHAS HOMBRES	2.5	3	2.5	120
DUCHAS MUJERES	2.5	3	2.5	120
SALA DE COMPRESORES	2.5	5	2.5	120
SALA DE CALENTADORES	2.5	5	2.5	120

MANTENIMIENTO	5	5	2.5	500

Asimismo se ha obtenido del catálogo de la empresa INDALUX las luminarias requeridas para el cumplimiento de las recomendaciones anteriores.

Se explica brevemente la metodología utilizada. Presentándose posteriormente los cálculos efectuados para cada dependencia y la luminaria correspondiente elegida.

Finalmente se presentará la distribución de iluminación obtenidas en las diferentes dependencias de la fábrica obtenidas con el programa de cálculo INDALWIN versión 4.2 de la empresa INDALUX.

7.9.1. Diseño del alumbrado interior. Cálculo de las luminarias.

Para la obtención de la cantidad de luminarias necesarias en cada dependencia que nos garantice la iluminación recomendada según la actividad realizada en dicha dependencia se conocerán previamente los siguientes datos:

Características geométricas:

- Plano de medida: S.
- Altura entre la posición de la luminaria y el plano de medida: h.
- Ancho del plano de medida: a.
- Largo del plano de medida: b.

Características del local:

- Coeficientes de reflexión de las paredes, techo y suelo: ρ_1, ρ_2 y ρ_3.

Características de la luminaria:

- Rendimiento de la luminaria.
- Distribución luminosa. Curva fotométrica.
- Tipo de luminaria: flujo directo, indirecto, etc.

El número de puntos de luz necesarios es:

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L}$$

donde:

ϕ_T *es el flujo luminoso total necesario.*

ϕ_L *es el flujo luminoso nominal de las lamparas contenidas en una luminaria*

El flujo luminoso total necesario se obtiene de:

$$\phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta_I \cdot f_C}$$

donde:

E_m *es la iluminancia media*

S *es la superficie a iluminar*

η_I *es el rendimiento de la iluminacion*

f_c *es el factor de conservacion de la instalacion*

El rendimiento de la iluminación se obtiene de:

$$\eta_I = \eta_R \cdot \eta_L$$

donde:

η_R *rendimiento del local*

η_L *rendimiento de la luminaria*

El rendimiento del local engloba los factores que se han expresados más arriba:

- Distribución luminosa. Curva fotométrica.
- Altura de la instalación.
- Superficie a iluminar.
- Coeficientes de reflexión del techo, paredes y suelo.
- Dimensiones del local.
- Tipo de luminarias

La influencia de las dimensiones del local se tiene en cuenta a través del índice del local k.

Para luminarias con flujo directo, semidirecto, directo-indirecto o general difuso:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Para luminarias con flujo indirecto o semiindirecto:

$$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot h \cdot (a + b)}$$

Los valores de reflexión son:

ρ_{TECHO}	$\rho_{PAREDES}$	ρ_{SUELO}
0.7	0.5	0.2

Estos valores corresponden a un techo y suelo estándar y a una pared metálica.

Una vez elegido el tipo de luminaria, con el valor de k calculado y junto a los coeficientes de reflexión del techo, paredes y suelo, se puede obtener el valor del rendimiento del local. Este valor se encuentra tabulado por los fabricantes de luminarias.

Para el factor de conservación de la instalación f_c:

Ambiente de trabajo	Factor de mantenimiento
Industrias de mecanizado	0.70
Oficinas industriales	0.75

Se tomará el valor 0.75 para todas las dependencias de la planta.

7.9.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se muestran las luminarias escogidas y los cálculos efectuados:

DEPENDENCIA	ILUMINACIÓN	ÁREA	Tipo de Luminaria	k	Fc	RI	Lámparas por luminaria	FLUJO LUMINOSO	Fu	N
	lux	m^2						lumen		
NAVE PRINCIPAL	500	2000	IS50 D 1x250Se Elipsoidal	1,49	0,75	0,83	1	27000	0,73	82
RECEPCIÓN	500	7,5	652-IFT-D 2x58TL	0,83	0,75	0,67	2	5200	0,58	2
SALA DE ESPERA	500	7,5	652-IFT-D 2x58TL	0,83	0,75	0,67	2	5200	0,58	2
PASILLO ENTRADA	120	10	261-IDX 1x26TCD	0,87	0,75	0,56	1	1800	0,56	3
SERVICIO MASCULINO	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	0,83	0,75	0,64	2	3350	0,53	1
SERVICIO FEMENINO	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	0,83	0,75	0,64	2	3350	0,53	1
DESPACHO CALIDAD	500	19	652-IFT-D 2x58TL	1,31	0,75	0,67	2	5200	0,73	3
DESPACHO DIRECTOR	500	19	652-IFT-D 2x58TL	1,31	0,75	0,67	2	5200	0,73	3
DESPACHO PRODUCCIÓN	500	19	652-IFT-D 2x58TL	1,31	0,75	0,67	2	5200	0,73	3
VESTUARIO HOMBRES	120	15	402-IET-D 2X36TL	1,07	0,75	0,64	2	3350	0,64	1
VESTUARIO MUJERES	120	15	402-IET-D 2X36TL	1,07	0,75	0,64	2	3350	0,64	1
DUCHAS HOMBRES	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	0,83	0,75	0,64	2	3350	0,53	1
DUCHAS MUJERES	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	0,83	0,75	0,64	2	3350	0,53	1
PASILLO VESTUARIO	120	10	261-IDX 1x26TCD	0,87	0,75	0,56	1	1800	0,56	3
SALA DE COMPRESORES	120	12,5	402-IET-D 2X36TL	1,01	0,75	0,64	2	3350	0,63	1
SALA DE CALENTADORES	120	12,5	402-IET-D 2X36TL	1,01	0,75	0,64	2	3350	0,63	1
MANTENIMIENTO	500	25	652-IFT-D 2x58TL	1,52	0,75	0,67	2	5200	0,76	4

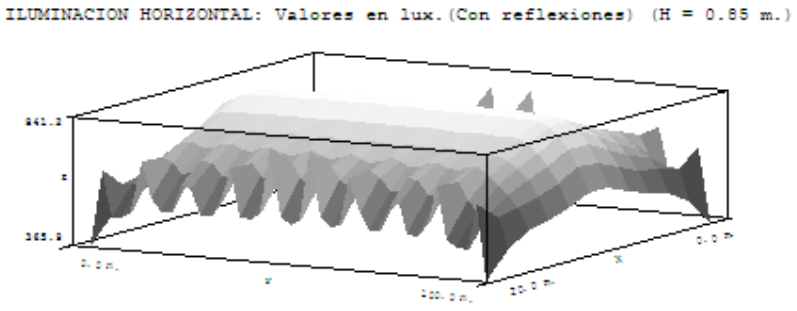
Se muestra a continuación el resultado de los cálculos del programa suministrado por la empresa INDALUX para el cálculo detallado de luminarias.

DEPENDENCIA	ILUMINACIÓN	Área	Tipo de Luminaria	N CALCULADO	N EN INDALWIN	ILUMINANCIA HORIZONTAL MEDIA EN SERVICIO
	lux	m^2				lux
NAVE PRINCIPAL	500	2000	IS50 D 1x250Se Elipsoidal	82	72	521
RECEPCIÓN	500	7,5	652-IFT-D 2x58TL	2	1	668
SALA DE ESPERA	500	7,5	652-IFT-D 2x58TL	2	1	668
PASILLO ENTRADA	120	10	261-IDX 1x26TCD	3	3	309
SERVICIO MASCULINO	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	1	1	267
SERVICIO FEMENINO	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	1	1	267
DESPACHO CALIDAD	500	19	652-IFT-D 2x58TL	3	3	870
DESPACHO DIRECTOR	500	19	652-IFT-D 2x58TL	3	3	870
DESPACHO PRODUCCIÓN	500	19	652-IFT-D 2x58TL	3	3	870
VESTUARIO HOMBRES	120	15	402-IET-D 2X36TL	1	1	220
VESTUARIO MUJERES	120	15	402-IET-D 2X36TL	1	1	220
DUCHAS HOMBRES	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	1	1	267
DUCHAS MUJERES	120	7,5	402-IET-D 2X36TL	1	1	267
PASILLO VESTUARIO	120	10	261-IDX 1x26TCD	3	3	309
SALA DE COMPRESORES	120	12,5	402-IET-D 2X36TL	1	1	261
SALA DE CALENTADORES	120	12,5	402-IET-D 2X36TL	1	1	261
MANTENIMIENTO	500	25	652-IFT-D 2x58TL	4	4	891

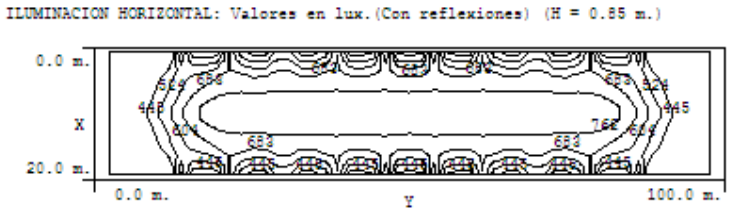
En todos estos cálculos el plano de trabajo se ha considerado a 0.85 metros del suelo.

Se muestran a continuación algunas distribuciones obtenidas con el programa de cálculo de INDALUX que nos servirán para justificar la reducción de algunas luminarias en el caso de la nave principal.

Se observa que los puntos con menor iluminación están situados en las zonas extremas de la nave. Allí el valor es de 365 lux. En esta zona de la nave no se va a desarrollar ninguna actividad que exija un grado de iluminación mayor.



Esto se observa con mayor claridad en este diagrama de isolíneas. Cada línea representa puntos con la misma iluminación. Se ve que las zonas de trabajo están por encima de los 500 lux.



7.9.3. Características técnicas de las luminarias.

Se adjuntan los detalles técnicos de las luminarias elegidas.

Descripción	Tipo de Lámpara	Lámparas por luminaria	Consumo unitario, w	Rendimiento	Flujo, lumen
IS50 D 1x250Se Elipsoidal	Sodio alta presión	1	250	0,83	27000
652-IFT-D 2x58TL	Fluorescente	2	58	0,67	5200
261-IDX 1x26TCD	Fluorescente	1	26	0,56	1800
402-IET-D 2X36TL	Fluorescente	2	36	0,64	3350