



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

## ÍNDICE

INDICE DE IMÁGENES.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	7
1. OBJETIVO.....	8
2. RESINA UREA-FORMALDEHÍDO.....	9
3. PROCESO PRODUCTIVO.....	10
3.1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA.....	10
3.2. ALMACENAMIENTO.....	10
3.3. CALENTAMIENTO .....	11
3.4. CONDENSACIÓN .....	11
3.5. DEGRADACIÓN .....	12
3.6. ENFRIAMIENTO .....	12
3.7. FILTRACIÓN .....	12
3.8. ENVASADO .....	12
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	14
4.1. POTENCIAS UNITARIAS.....	15
4.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	17
5. ILUMINACIÓN.....	18
5.1. TIPOS DE ILUMINACIÓN .....	18
5.2. REQUERIMIENTOS.....	18
5.2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN. ....	19
5.3. ILUMINACIÓN NATURAL .....	21
5.3.1. FUNDAMENTOS DE LA ILUMINACIÓN NATURAL .....	23
5.3.2. METODOS DE CÁLCULO.....	24
5.4. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL .....	26
6. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL.....	27
6.1. PROPUESTAS .....	29
6.2. SIMULACIÓN DIALUX.....	33
7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	34
7.1. EXPOSICIÓN DE LOS RESULTADOS. ....	36
7.1.1. PROPUESTA 1: 20 lucernarios de 10 m <sup>2</sup> cada uno. ....	36
7.1.2. PROPUESTA 2: 20 lucernarios de 20m <sup>2</sup> cada uno.....	40
7.1.3. PROPUESTA 3: 2 ventanales, en fachada Norte y Sur de 3,5 metros de alto. ....	43

*Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial dedicada a la fabricación de resina de urea formaldehído.*

7.1.4.	PROPUESTA 4: 2 ventanales, en fachada Norte y Sur, de 4 de alto.....	46
7.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	49
7.3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA SELECCIONADA.....	51
8.	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.....	55
8.1.	EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA ILUMINACIÓN NATURAL .....	57
8.1.1.	CASO 0: 100% Iluminación artificial .....	57
8.1.2.	CASO 1: 10% Iluminación artificial – 90% Iluminación natural .....	57
8.1.3.	CASO 2: 30% Iluminación artificial – 70% Iluminación natural .....	58
9.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	59
9.1.	FACTURACIÓN ELÉCTRICA .....	59
9.1.1.	ILUMINACIÓN MIXTA. ....	64
9.2.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	66
9.2.1.	GASTOS ANUALES.....	66
9.2.2.	CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO. ....	68
10.	CONCLUSIONES .....	70
11.	BIBLIOGRAFIA.....	71
	ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE LA LUMINARIA.....	72
	ANEXO 2: PRESUPUESTO .....	74
1.	PRESUPUESTOS ASOCIADOS A LOS LUCERNARIOS. ....	75
2.	PRESUPUESTOS ASOCIADOS A LAS LUMINARIAS.....	79

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Diagrama de flujo de la producción de resina de urea formaldehído. ....	13
Imagen 2. Períodos de tarificación en la tarifa 6.1A. ....	16
Imagen 3. Distribución en planta. ....	17
Imagen 4. Tabla 2.1 del CTE DB HE3. ....	20
Imagen 5. Tipología de sistemas de luz natural. Fuente: Poliformat. Apuntes de Construcción y Arquitectura industrial. ....	22
Imagen 6. Incidencia de la luz solar sobre un plano. Fuente: Ovacen. ....	23
Imagen 7. Curva de obtención del factor de reducción ventana-muro. Fuente: Poliforma't. Apuntes de Construcción y Arquitectura Industrial. ....	25
Imagen 8. Distribución de las diferentes zonas de iluminación. ....	27
Imagen 9. Vista en planta, propuesta 1. Fuente: Simulación del programa DIALux. ....	29
Imagen 10. Vista en 3D de la nave, propuesta 1. Fuente: Simulación del programa DIALux. ....	30
Imagen 11. Vista en 3D de la nave, propuesta 1. Fuente: Simulación del programa DIALux. ....	30
Imagen 12. Vista en 3D de la nave, propuesta 2. Fuente: Simulación del programa DIALux. ....	31
Imagen 13. Vista en 3D del ventanal en fachada Norte, propuesta 3. ....	31
Imagen 14. Vista en 3D del ventanal en fachada Sur, propuesta 3. ....	32
Imagen 15. Vista en 3D del ventanal en fachada Norte, propuesta 4. ....	32
Imagen 16. Vista en 3D del ventanal en fachada Sur propuesta 4. ....	32
Imagen 17. Consideraciones previas al cálculo de deslumbramiento. Fuente: Elaboración propia. ....	35
Imagen 18. Zona sensible a deslumbramientos. Fuente: Elaboración propia. ....	35
Imagen 19. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 9:00. Fuente: DIALux. ....	36
Imagen 20. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 10:00. Fuente: DIALux. ....	37
Imagen 21. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 11:00. Fuente: DIALux. ....	37
Imagen 22. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	37
Imagen 23. Resultados de la simulación del 23 de junio a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	38
Imagen 24. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 9:00. Fuente: DIALux. ....	40
Imagen 25. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 10:00. Fuente: DIALux. ....	40
Imagen 26. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 11:00. Fuente: DIALux. ....	41
Imagen 27. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	41
Imagen 28. Resultados de la simulación del 23 de junio a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	41
Imagen 29. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 9:00. Fuente: DIALux. ....	43
Imagen 30. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 10:00. Fuente: DIALux. ....	43
Imagen 31. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 11:00. Fuente: DIALux. ....	44
Imagen 32. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	44
Imagen 33. Resultados de la simulación del 23 de junio a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	44
Imagen 34. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 9:00. Fuente: DIALux. ....	46
Imagen 35. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 10:00. Fuente: DIALux. ....	46
Imagen 36. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 11:00. Fuente: DIALux. ....	47
Imagen 37. Resultados de la simulación del 10 de diciembre a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	47
Imagen 38. Resultados de la simulación del 23 de junio a las 12:00. Fuente: DIALux. ....	47
Imagen 39. Perfil de planta con ventanales. ....	51
Imagen 40. Vista 3D de la nave con ventanales. Fuente: DIALux. ....	51
Imagen 41. Área donde se encuentra el pico de iluminación. ....	53
Imagen 42. Colocación de estantería para filtros y útiles de la envasadora. ....	54

*Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial dedicada a la fabricación de resina de urea formaldehído.*

Imagen 43. Emisión de luz de PHILIPS Leuchten GentleSpace. Fuente: DIALUX ..... 56  
Imagen 44. Distribución de la iluminación artificial en la planta. Fuente: DIALux. .... 56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia requerida por el proceso productivo.....	15
Tabla 2. Leyenda Imagen 3.....	17
Tabla 3. Número de puntos mínimos a considerar en el cálculo de E <sub>m</sub> . Fuente: Apuntes de Construcción y Arquitectura Industrial, Poliforma't. ....	21
Tabla 4. Leyenda Imagen 8.....	27
Tabla 5. Índices medios de iluminación según la UNE-12464.1.....	28
Tabla 6. Coeficientes de reflexión introducidos en DIALux.....	33
Tabla 7. Resultados luminotécnicos generales de la propuesta 2. Fuente: DIALux.....	38
Tabla 8. Resultados luminotécnicos específicos de cada zona de la propuesta 2. Fuente: DIALux. ....	39
Tabla 9. Resultados luminotécnicos generales de la propuesta 2. Fuente: DIALux.....	42
Tabla 10. Resultados luminotécnicos específicos de cada zona de la propuesta 2. Fuente: DIALux. ....	42
Tabla 11. Resultados luminotécnicos generales de la propuesta 3. Fuente: DIALux.....	45
Tabla 12. Resultados luminotécnicos específicos de cada zona de la propuesta 3. Fuente: DIALux. ....	45
Tabla 13. Resultados luminotécnicos generales de la propuesta 4. Fuente: DIALux.....	48
Tabla 14. Resultados luminotécnicos específicos de cada zona de la propuesta 4. Fuente: DIALux. ....	48
Tabla 15. Requerimientos para el análisis de resultados.....	49
Tabla 16. Comparación de los resultados de las 4 propuestas realizadas. ....	49
Tabla 17. Resultados luminotécnicos generales de la propuesta 2 con ventanales. Fuente: DIALux. ....	52
Tabla 18. Resultados luminotécnicos específicos de cada zona de la propuesta 2 con ventanales. Fuente: DIALux.....	52
Tabla 19. Resultados VEEI Caso 0.....	57
Tabla 20. Resultados VEEI Caso 1.....	57
Tabla 21. Resultados VEEI Caso 2.....	58
Tabla 22. Precios de cada periodo de tarificación del término de potencia en €/kW año.....	59
Tabla 23. Precios de cada periodo de tarificación del término de energía en €/kWh.....	60
Tabla 24. Horas trabajadas según periodo de facturación. ....	60
Tabla 25. Coste del término de potencia. ....	61
Tabla 26. Cálculo de la potencia consumida por las luminarias.....	62
Tabla 27. Coste del término de energía. ....	62
Tabla 28. Coste del impuesto eléctrico. ....	63
Tabla 29. Descomposición gastos de la factura eléctrica.....	63
Tabla 30. Descomposición gastos de la factura eléctrica, CASO 1.....	64
Tabla 31. Descomposición gastos de la factura eléctrica, CASO 2.....	65
Tabla 32. Resumen costes de la factura de la luz en función de la utilización de las luminarias. ....	65
Tabla 33. Gastos anuales de la propuesta de utilización del 100% iluminación artificial.....	66
Tabla 34. Gastos anuales de la propuesta de utilización del 10% iluminación artificial.....	66
Tabla 35. Gastos anuales de la propuesta de utilización del 30% iluminación artificial.....	66
Tabla 36. Comparativa del gasto eléctrico en función del uso de las luminarias. ....	67
Tabla 37. Comparativa del coste anual de renovación de luminarias en función de su uso. ....	67

*Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial dedicada a la fabricación de resina de urea formaldehído.*

Tabla 38. Comparativa del gasto anual en función del uso de las luminarias. ....	67
Tabla 39. Datos iniciales para el cálculo del VAN. ....	68
Tabla 40. Cálculo VAN para los diferentes casos. ....	68
Tabla 41. Cálculo del TIR para los diferentes casos. ....	69
Tabla 42. Cuadro de precios descompuestos de la instalación del sistema de iluminación natural. ....	76
Tabla 43. Cuadro de mediciones del sistema de iluminación natural. ....	77
Tabla 44. Cuadro de precios parciales del sistema de iluminación natural. ....	77
Tabla 45. Presupuesto de instalación del sistema de iluminación natural. ....	78
Tabla 46. Cuadro de precios descompuestos del mantenimiento de los lucernarios. ....	78
Tabla 47. Cuadro de mediciones del mantenimiento de los lucernarios. ....	78
Tabla 48. Cuadro de precios parciales del mantenimiento de los lucernarios. ....	78
Tabla 49. Presupuesto de mantenimiento de los lucernarios. ....	78
Tabla 50. Presupuesto anual de mantenimiento de los lucernarios. ....	79
Tabla 51. Cuadro de precios descompuestos de la renovación y mantenimiento de las luminarias. ....	79
Tabla 52. Cuadro de mediciones de la renovación y mantenimiento de las luminarias. ....	79
Tabla 53. Cuadro de presupuesto parcial de la renovación y mantenimiento de luminarias. ...	80
Tabla 54. Presupuesto de renovación y mantenimiento de luminarias. ....	80
Tabla 55. Presupuesto anual de renovación y mantenimiento de luminarias. ....	80
Tabla 56. Cuadro de precios descompuestos de la renovación y mantenimiento de luminarias, CASO 1: 10% Iluminación artificial – 90% Iluminación natural. ....	80
Tabla 57. Cuadro de mediciones de la renovación y mantenimiento de las luminarias, CASO 1: 10% Iluminación artificial – 90% Iluminación natural. ....	81
Tabla 58. Cuadro de presupuesto parcial de la renovación y mantenimiento de luminarias, CASO 1: 10% Iluminación artificial – 90% Iluminación natural. ....	81
Tabla 59. Presupuesto de renovación y mantenimiento de luminarias, ....	81
Tabla 60. Presupuesto anual de renovación y mantenimiento de luminarias, ....	81
Tabla 61. Cuadro de precios descompuestos de la renovación y mantenimiento de luminarias, CASO 2: 30% Iluminación artificial – 70% Iluminación natural. ....	82
Tabla 62. Cuadro de mediciones de la renovación y mantenimiento de las luminarias, CASO 2: 30% Iluminación artificial – 70% Iluminación natural. ....	82
Tabla 63. Cuadro de presupuesto parcial de la renovación y mantenimiento de luminarias, CASO 2: 30% Iluminación artificial – 70% Iluminación natural. ....	82
Tabla 64. Presupuesto de renovación y mantenimiento de luminarias, ....	82
Tabla 65. Presupuesto anual de renovación y mantenimiento de luminarias, ....	83

## ÍNDICE DE ECUACIONES

( 1 ) Valor de Eficiencia Energética de la Instalación.....	19
( 2 ) Número de puntos mínimos a considerar en el cálculo de $E_m$ .....	20
( 3 ) Nivel medio de iluminación.....	24
( 4 ) Factor de ventanas.....	24
( 5 ) Cálculo del total de la factura eléctrica.....	59
( 6 ) Término de potencia .....	61
( 7 ) Término de energía .....	61
( 8 ) Impuesto eléctrico .....	62
( 9 ) VAN .....	68