



## PROPUESTA DE TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO DE ADAPTACIÓN 2011 - 2012

TÍTULO DEL TRABAJO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA SUMINISTRO A UN RESTAURANTE CON PISCINA Y ZONAS DEPORTIVAS.
TUTORES:	Dr. Norberto Redondo Melchor Dr. Roberto Carlos Redondo Melchor
DESCRIPCIÓN GENERAL:	Proyecto básico y de ejecución de la instalación eléctrica de suministro en baja tensión, con centro de transformación conectado a la red pública de media tensión, para un restaurante con piscina abierta, aparcamiento cubierto, pista polideportiva y dos pistas de tenis.
CONTENIDOS MÍNIMOS:	El trabajo deberá incluir los contenidos técnicos mínimos que se desglosan en el esquema que sigue más abajo. Los contenidos marcados con un asterisco (*) serán opcionales, lo que significa que serán evaluados pero su ausencia no impide la superación de la asignatura.

### DESCRIPCIÓN PARTICULAR:

El alumno definirá la ubicación de la estación del restaurante y su configuración en planta, bastando para esto último un plano de ordenación vial en el que al menos consten, a la debida escala, la parcela ocupada, los carriles de acceso con sus aceras o arceles, carriles de circulación y espacios o carriles de aparcamiento para 100 turismos, las demás zonas comunes, las dos pistas de tenis y la pista polideportiva, y el recinto del único edificio central, donde se alojarán el restaurante, la cocina y los demás cuartos técnicos.

A esta información se le añadirá el trazo recto, en dirección arbitraria, correspondiente a una línea eléctrica aérea de 13.2 kV, de distribución pública en zona Iberdrola y conductor LA-56. Dicha línea, que llamaremos "principal", pasará a más de 250 m del punto más próximo de la parcela del restaurante, y en ella se ubicará el punto de conexión de la derivación simple que alimentará el único centro de transformación 20/13.2 kV - 400 V, que será el que proporcione el suministro eléctrico en baja tensión a la instalación.

La línea de media tensión llevará, por tanto, un tramo aéreo de derivación desde un apoyo de la línea principal hasta el apoyo con los seccionadores fusibles de protección, otro tramo aéreo más del número de vanos que se desee, y el final será un apoyo que servirá de entronque aéreo-subterráneo. La línea seguirá, a partir de ese punto, subterránea, y morirá en el centro de transformación particular del restaurante.

Del centro partirá una única línea general de alimentación al cuadro general de baja tensión del edificio central. Dicho edificio deberá dibujarse al menos en planta indicando sus diferentes locales. Se incluirá en el proyecto el diseño y el cálculo de la instalación eléctrica interior de este edificio central.



Todo el trabajo se ajustará a la normativa vigente al momento de su presentación, en cuya virtud el origen de la derivación aérea deberá ser obligatoriamente cedido a la empresa distribuidora de la zona (Iberdrola Distribución Eléctrica SAU). En consecuencia, esa parte del proyecto deberá aplicar también la normativa particular de dicha empresa.

Opcionalmente puede incluirse el anejo de condiciones e instalaciones de protección contra incendios relativo al edificio central.

Opcionalmente puede incluirse la instalación eléctrica del cuarto de la depuradora de la piscina, como local clasificado (mojado, corrosión, piscina).

Opcionalmente también puede incluirse la instalación de alumbrado vial funcional y vial ambiental del recinto, sus accesos, y las pistas deportivas, que se regirá por el vigente Reglamento de eficiencia energética del alumbrado exterior.

El trabajo respetará también el resto de normativa aplicable, tanto de gestión de residuos de la construcción como de salud y seguridad en las obras de construcción. Y deberá contar con un pliego de condiciones técnicas generales y particulares, más los planos necesarios para la comprensión de la instalación proyectada, y el anejo de mediciones y presupuesto a precios actuales.

El resto de detalles no especificados en esta descripción podrán ser supuestos por el alumno, pero deberán asemejarse lo más posible a datos extraídos de la realidad.

#### OBSERVACIONES:

Se empleará únicamente el Sistema Internacional de Unidades, con su notación correspondiente.

No se admitirán faltas de ortografía, ni siquiera en las unidades.

El Trabajo es estrictamente personal e individual.

#### ESQUEMA A SEGUIR <sup>(1)</sup>:

##### I. Memoria

- A. Introducción y objeto del proyecto
- B. Normativa aplicada
- C. Necesidades y prestaciones de las instalaciones requeridas
- D. Soluciones adoptadas
- E. Plazo y diagrama de ejecución
- F. Resumen de presupuesto
- G. Conclusión a la Memoria y firma

---

<sup>1</sup> El alumno deberá respetar este esquema aportando contenidos en aquellos apartados donde lo estime necesario, indicando en el resto la mención "No aplicable porque..." seguida de la razón correspondiente. También podrá añadir otros epígrafes si fuera necesario, pero nunca eliminar los que se indican.

Los capítulos opcionales marcados con (\*) que vayan a ser desarrollados en el trabajo seguirán las mismas reglas. Pero los que el alumno no vaya a tratar ni siquiera deberán figurar en él.



- II. Anejo de media tensión
  - A. Introducción y objeto
  - B. Características generales de la instalación
  - C. Derivación en media tensión
    - a. Parte aérea
      - 1. Cálculos mecánicos de los conductores
      - 2. Cálculos mecánicos de los apoyos
      - 3. Cimentaciones
      - 4. Distancias de seguridad, cruzamientos y paralelismos
      - 5. Previsiones de seguridad reforzada
      - 6. Cálculos eléctricos
      - 7. Puestas a tierra
      - 8. Protecciones eléctricas
    - b. Parte subterránea
      - 1. Protecciones de la línea
      - 2. Cruzamientos, paralelismos y casos especiales
  - D. Centro de transformación
    - a. Diseño de la instalación
      - 1. Emplazamiento
      - 2. Características principales
      - 3. Envolverte prefabricada
      - 4. Aparararararar de alta tensión
      - 5. Transformador
      - 6. Interconexión celda - transformador
      - 7. Fusibles limitadores de M.T.
      - 8. Interconexión transformador - cuadro B.T.
      - 9. Cuadro de protecciones de B.T.
    - b. Instalaciones de Puesta a Tierra (PaT)
      - 1. Resistividad media del terreno
      - 2. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra de protección (masas)
      - 3. Cálculo de la intensidad y la tensión de defecto a tierra
      - 4. Cálculo de las tensiones de paso y contacto
      - 5. Diseño del electrodo y verificación de resultados
      - 6. Puesta a tierra del neutro del transformador
      - 7. Separación entre puestas a tierra
      - 8. Materiales a utilizar
    - c. Materiales de seguridad y de primeros auxilios
  - E. Conclusión y firma
- III. Anejo de instalación eléctrica del edificio central
  - A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Características generales de la instalación
    - a. Clasificación del local
    - b. Previsión de cargas
    - c. Suministro, contador y C.G.P.



- d. Línea general de alimentación
  - e. Cuadro general de protecciones
  - f. Protección contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas
  - g. Puesta a tierra
  - h. Canalizaciones
  - i. Conductores
  - D. Disposiciones especiales para locales clasificados
  - E. Protección contra descargas atmosféricas
  - F. Diseño y cálculo de la iluminación ordinaria
    - a. Criterios generales
    - b. Luminarias funcionales elegidas
    - c. Método de cálculo y niveles luminosos adoptados
    - d. Resumen de resultados
  - G. Instalación eléctrica de emergencia
    - a. Alumbrado de emergencia
    - b. Otros suministros de seguridad
  - H. Cálculos eléctricos
    - a. Método de cálculo de intensidades admisibles y caídas de tensión
    - b. Resultados obtenidos
  - I. Conclusión y firma
- IV. Anejo de protección contra incendios (\*)
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Condiciones de protección contra el fuego
    - a. Compartimentación en sectores de incendio
    - b. Cálculo de la ocupación
    - c. Condiciones de las zonas de riesgo especial
    - d. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y mobiliario
    - e. Propagación exterior
    - f. Condiciones y características de los pasos para evacuación
  - D. Instalaciones
    - a. Instalaciones de detección, alarma y extinción
    - b. Alumbrado de emergencia
  - E. Conclusión y firma
- V. Anejo de alumbrado exterior (\*)
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Diseño luminotécnico
    - a. Criterios de diseño del alumbrado exterior
      - 1. Situación de proyecto y niveles de iluminación requeridos.
      - 2. Excepciones a los niveles de alumbrado
    - b. Lámparas y equipos auxiliares
    - c. Sistemas de encendido y apagado
    - d. Regulación del nivel luminoso
    - e. Luminarias



- f. Implantación de puntos de luz
  - D. Criterios de eficiencia energética para el diseño, explotación y mantenimiento de las instalaciones de alumbrado
    - a. Criterios de eficiencia en el diseño del nuevo alumbrado
      - 1. Factor de utilización
      - 2. Factor de mantenimiento y flujo
      - 3. Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares
      - 4. Eficiencia de las luminarias
      - 5. Niveles de iluminación alcanzados
      - 6. Deslumbramientos
      - 7. Resplandor luminoso nocturno
      - 8. Limitación de la luz intrusa o molesta
    - b. Calificación energética de la instalación
      - 1. Eficiencia energética de la instalación
      - 2. Índice de eficiencia energética
      - 3. Índice de consumo energético
      - 4. Categoría energética asignada
    - c. Ficha de cumplimiento de la ITC-EA-05
    - d. Criterios de eficiencia en la explotación y el mantenimiento
    - e. Valoración del consumo eléctrico esperado
    - f. Apreciaciones sobre el mantenimiento
  - E. Cálculos luminotécnicos
    - a. Calles tipo
    - b. Características fotométricas de las luminarias
    - c. Resultados
  - F. Instalación eléctrica
    - a. Características generales de la instalación
      - 1. Clasificación de la instalación
      - 2. Previsión de cargas y acometida
      - 3. Suministro, contador y C.G.P.
      - 4. Línea general de alimentación
      - 5. Centros de control
      - 6. Protección contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas
      - 7. Puesta a tierra
    - b. Estabilizadores y reductores de flujo luminoso
    - c. Líneas
      - 1. Canalizaciones
      - 2. Conductores activos y de puesta a tierra
    - d. Lámparas, luminarias, columnas y cajas de conexión
    - e. Cálculos eléctricos
      - 1. Método de cálculo de intensidades admisibles y caídas de tensión
      - 2. Resultados obtenidos
  - G. Conclusión y firma
- VI. Anejo de instalación eléctrica de la piscina (\*)
- A. Introducción y objeto



- B. Normativa aplicada
  - C. Características generales de la instalación
    - a. Clasificación de la instalación
    - b. Previsión de cargas
    - c. Suministro, contador y C.G.P.
    - d. Línea general de alimentación
    - e. Cuadro general de protecciones
    - f. Protección contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas
    - g. Puesta a tierra
    - h. Canalizaciones
    - i. Conductores
    - j. Bombas
    - k. Iluminación
  - D. Disposiciones especiales para local clasificado
  - E. Conclusión y firma
- VII. Anejo de gestión de residuos de la construcción
- A. Introducción y objeto del anejo
  - B. Normativa aplicada
  - C. Identificación de residuos y cantidades
  - D. Medidas para la reducción de residuos en obra
  - E. Reutilización, valorización o eliminación de residuos de obra
  - F. Medidas para la separación de residuos en la obra
  - G. Conclusión y firma
- VIII. Anejo de cálculos  
[Colección de tablas de datos] <sup>(2)</sup>
- IX. Pliego de condiciones
- A. Pliego de condiciones generales
    - a. Normativa a aplicar
    - b. Replanteo de la obra
    - c. Características y obligaciones del contratista
    - d. Control de la obra y Libro de órdenes
    - e. Aceptaciones parciales y certificaciones periódicas
    - f. Recepción de la instalación
    - g. Plazo de garantía
  - B. Pliego de condiciones particulares
    - a. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la obra civil
    - b. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de las instalaciones de media tensión
    - c. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación

---

<sup>2</sup> Únicamente se considerarán aptas para la evaluación del alumno aquellas tablas o compendios de datos que sean resultado de los cálculos explicados en la Memoria o sus anejos, y siempre que puedan ser evidentemente verificables por el Profesor, lo que al menos exige la correcta identificación de los datos (encabezamientos de filas y columnas, por ejemplo) y la inclusión de la unidad o magnitud de que se trate.



- eléctrica del edificio central
  - d. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de protección contra incendios (\*)
  - e. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de alumbrado (\*)
  - f. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de la piscina (\*)
  - C. Conclusión y firma
- X. Seguridad y salud <sup>(3)</sup>
- A. Características relevantes de la obra
    - a. Descripción de los trabajos
    - b. Coste, plazo de ejecución y mano de obra necesaria
    - c. Documento de seguridad y salud requerido en fase de proyecto
  - B. Peligros detectados y riesgos asumidos
    - a. Peligros generales
    - b. Peligros específicos de cada fase de la obra
    - c. Riesgo de daños a terceros
  - C. Medidas de prevención para aminorar riesgos
    - a. Medidas generales
    - b. Medidas específicas para cada fase de la obra
    - c. Medidas frente al riesgo de daños a terceros
  - D. Conclusión y firma
- XI. Planos <sup>(4)</sup>
- A. Generales: situación y accesos
  - B. Media tensión
    - a. Líneas y esquema unifilar
    - b. Centro de transformación
  - C. Baja tensión: edificio central
    - a. Conjunto de protección y medida y línea general de alimentación
    - b. Planta interior, equipos y líneas
    - c. Esquema unifilar y protecciones

---

<sup>3</sup> Este esquema corresponde a la modalidad de Estudio Básico de Seguridad y Salud en fase de proyecto, que es más resumido. Generalmente no será necesario un Estudio completo. El Estudio Básico no podrá ocupar más de 20 páginas.

<sup>4</sup> Los planos se numerarán respetando esta clasificación. Preferiblemente se dibujarán sobre formato DIN-A3 apaisado. En el cajetín figurará el título del proyecto seguido de la mención "Trabajo fin de grado", el nombre del plano, su número, el nombre del alumno y la fecha (mes y año) en que lo presentará para su evaluación. Como Peticionario del proyecto figurará la "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial - Área de Ingeniería Eléctrica", y se le añadirá la mención "Tutor: ...." con el nombre del tutor correspondiente, todo junto al emblema oficial de la Universidad de Salamanca. Todos los planos deben entregarse firmados manualmente.

Esta lista solo indica el orden en el que se deben disponer y numerar los planos. El alumno puede incluir, dentro de cada apartado todos los planos que precise, pero siempre al menos uno.

Los planos vendrán preferentemente delineados en blanco y negro. No se admitirán letras de menos de 2 mm de altura. Se evitará al máximo el despilfarro de papel.



- D. Protección contra incendios (\*)
    - a. Recorridos de evacuación
    - b. Instalaciones de protección contra incendios
  - E. Baja tensión: alumbrado público (\*)
    - a. Canalizaciones y arquetas
    - b. Líneas y puntos de luz
    - c. Esquema unifilar de líneas y protecciones
  - F. Baja tensión: piscina (\*)
    - a. Planta y sección
    - b. Instalación eléctrica y esquema unifilar
- XII. Mediciones y presupuesto
- A. Presupuesto desglosado
  - B. Cuadro resumen del presupuesto
  - C. Nombre, fecha y firma