

Plan 213 Ing.Tec.Ind. Esp Mecánica

Asignatura 16371 INGENIERIA DE LA SOLDADURA

Grupo 1

### Presentación

Generalidades de la Construcción Metálica Soldada. Aceros al Carbono. Aceros aleados. Materiales no féreos. Soldabilidad. Metalurgia de la soldadura del acero. Ciclo Térmico de la soldadura. Discontinuidades en el metal base y en el metal de soldadura. Técnicas operatorias de la construcción metálica. Procesos de soldadura (OAW, SMAW, GMAW, GTAW, SAW, ERW y otros). Defectología. Ensayos destructivos. Ensayos no destructivos (visuales, líquidos penetrantes, magnéticos, ultrasónicos y radiográficos). Cálculo de soldaduras y nudos soldados. Seguridad y protección. En el taller-laboratorio de soldadura se realizan prácticas de los principales procesos modernos de soldadura y técnicas afines, consolidándose así los conocimientos teóricos. Se programan a lo largo del semestre visitas a fábricas y talleres relacionados con la técnica de soldadura. Se apoya con videos la enseñanza de procesos de los que no se disponen en el taller laboratorio.

### Programa Básico

- 1.- Técnicas y diseño de uniones soldadas.
- 2.- Defectología.
- 3.- Ensayos.
- 4.- Especificaciones.

### Objetivos

Los objetivos que se pretenden al impartir esta asignatura son los siguientes: · Dar una visión pormenorizada de los procesos de unión por soldadura y técnicas afines de los materiales más utilizados en la Construcción Metálica, y sus principales aplicaciones en la industria. · El estudio de la soldabilidad en general y especialmente la de los aceros suaves de Construcción. · Aplicación de procedimientos de inspección más utilizados en Construcción Metálica para la evaluación de la calidad de las uniones soldadas. · El cálculo de soldaduras como elemento de transmisión de esfuerzos en las diversas uniones realizadas en Construcción Metálica.

### Programa de Teoría

1. INTRODUCCIÓN A LA C.M SOLDADA Generalidades. Introducción a la tecnología del soldeo. Procesos de soldeo por fusión. Soldero por Arco Eléctrico. Procesos de soldeo por Arco Eléctrico. Soldero Oxigás. Soldero por Resistencia. Selección del proceso por soldeo. Uniones soldadas y técnicas de soldeo. Elementos soldados de la C.M. 2. MATERIALES · Introducción. Objetivos de la selección de un material. Alternativas económicas. Materiales utilizados en C.M. · Aceros al C. Efervescentes y calmados. Consecuencias en soldadura. Evolución de los aceros para C.M. soldada. Incidencia de la evolución en materiales de aporte. · Aceros aleados. · Materiales no féreos. · Propiedades mecánicas de los metales. · Clasificación y designación de los aceros según Normas. · Criterios de selección de aceros. 3. SOLDABILIDAD · Soldabilidad de los metales. Aceros al C, inoxidables, fundición y materiales no féreos. · Metalurgia de la soldadura del acero. Definición de la soldadura. Mecanismos para establecer la continuidad. Técnicas conexas. Caracteres generales de la operación de soldadura. Aspectos térmico-químico y constructivo. Zonas características de la soldadura por fusión. Modificaciones que afectan al tamaño del grano. · Examen metalográfico de las soldaduras. Macrografía y micrografía. Estimación de la dilución. Ejercicios. · Ciclo térmico de la soldadura. Distribución de temperaturas. Energía de aportación. Ecuación del máximo de temperatura. Velocidad de enfriamiento. Velocidad crítica. Temperatura de precalentamiento. Velocidad de solidificación. Efecto del aporte térmico. Ejercicios. 4. FISURACIÓN · Discontinuidades en el metal base. Laminaciones, pliegues, hendiduras y grietas. · Discontinuidades en el metal de soldadura. Porosidad, faltas de fusión, microgrietas, películas intergranulares, inclusiones de óxido y otros tipos esféricos. · Discontinuidades metalúrgicas en el metal de soldadura. Fragilidad térmica, carburación y descaburación superficial. Variaciones de dureza. · Problemas potenciales de la soldadura. Grietas en ZAT y ZMF directas del proceso de soldadura. Fisuración en caliente, quemaduras, desgarre laminar. Fisuración en frío. · Problemas de soldaduras en servicio. Fisuración por T.T. Corrosión. Rotura frágil. Fatiga. · Instrucciones para el proyecto de uniones soldadas. 5. TÉCNICAS OPERATIVAS · Disposición de las soldaduras. A tope y en ángulo. · Preparación de bordes. · Diseños de junta. · Posiciones de soldeo. · Notación de soldaduras. · Técnicas de taller. Preparación del material. Disposiciones de un taller de soldadura. Trazado y corte. Empalmes, Enderezado, plegado y curvado. Taladrado. Punzonado. Armado. Soldero. Repasos. Pintura. · Tensiones y deformaciones originadas por el calor. Factores que intervienen. Procedimientos de atenuación de tensiones. Corrección de deformaciones. 6. PROCESOS DE SOLDADURA · Generalidades. Clasificación. Principios de soldadura por arco metálico. Clases de corriente y máquinas empleadas. · Soldadura OAW. Llamas soldantes. Llama

oxilacetilénica. Gases empleados. Instalaciones. Procedimiento. · Soldadura SMAW. Principios. Transporte de material. Electrodo. Revestimientos. Valores económicos. · Soldadura GMAW-MIG MAG. Principios. Instalación. Modalidades de transporte. Ventajas y limitaciones. MIG pulsado. Productos de aporte. Hilos. Gases de protección. · Soldadura GTAW-TIG. Principios. Productos de aporte. Protección gaseosa. Varillas. Electrodo no consumible. · Soldadura SAW. Principios. Ventajas y limitaciones. Productos de aporte. Electrodo. Fluxes. · Soldadura ERW. · Otros procesos. Soldadura por electroescopía, arco plasma, explosión, haz de electrones y láser. (ESW, PAW, EXW, EBW, Y LBW). · Automatización de las operaciones de soldadura utilizando tecnología robótica. 7. DEFECTOS · Definición, clasificación y parámetros. Definición y clasificación de defectos según documentos IIS/IIW. Parámetros que caracterizan los defectos en la soldadura por fusión de metales. · Causas, correcciones y límites de aceptabilidad de los defectos. 8. ENSAYOS Y CONTROLES · Ensayos mecánicos para la evaluación de las uniones soldadas. Introducción. Propiedades de tracción. Ensayos de tracción, dureza y plegado. Ensayos de tenacidad a la rotura. Ensayos de fatiga. Ensayos de corrosión. · Ensayos de soldabilidad. Teóricos. Simulados. Ensayos sobre soldaduras. Agrietabilidad en caliente, en la raíz, por hidrógeno. · Ensayos no destructivos. Inspección visual, por líquidos penetrantes, por partículas magnéticas, por ultrasonidos. Inspección por radiografiado. Fuentes radiográficas. Técnica radiográfica. Evaluación de radiografías. Protección de radiación. Ejemplos de colección de radiografías. Comparación de ensayos radiográficos y ultrasónicos. 9. CÁLCULO DE SOLDADURAS · Generalidades. Uniones a tope y en ángulo. Uniones planas, espaciales y mixtas. Esfuerzos característicos y ponderados. Tensiones a considerar en una soldadura en ángulo. Normas NBE EA 95, ISO y EUROCODIGO 3. · Casos de uniones en ángulo. Tracción, compresión con soldaduras laterales y frontales combinadas. Flexión simple. Torsión. Esfuerzos cortantes. Esfuerzos combinados. Ejercicios. · Uniones viga-pilar flexibles soldadas. Unión directa de alma. Unión de alma por medio de angulares. Apoyos sobre asiento no rigidizado y rigidizado. Ejercicios. · Nudos rígidos. Uniones viga a soportes. Rigidizadores. Nudos de esquina. Ejercicios. 10. SEGURIDAD Y PROTECCIÓN · Prevención de riesgos en soldadura. Introducción. Análisis de riesgos según tipo de trabajo, por materiales, por agentes contaminantes. Medición de emisiones. · Medidas de prevención. Protecciones personales, colectivas, de materiales y equipos. Protección contra humos y gases. · Normas y Reglamentos. Normativa española y normativa europea.

## Programa Práctico

1. Soldadura SMAW. Máquinas. 2. Electrodo revestido. Aceros al C. y especiales. 3. Valores económicos y costos con SMAW. 4. Soldeo Oxigás. Soldaduras homogéneas y heterogéneas. 5. Estudio metalúrgico de la soldadura. 6. Uniones y especificaciones con SMAW. 7. Oxicorte y costos. 8. Cortes con plasma y láser. Costos. 9. Soldadura GMAW y FCAW. Máquinas. 10. Soldadura GMAW y FCAW. Uniones y especificaciones. 11. Valores económicos y costos con GMAW y FCAW. 12. Soldadura GTAW. Uniones. 13. Soldadura por resistencia FRW. 14. Defectos y controles. 15. Especificación de procedimientos de Soldeo (WPS). 16. Cualificación del procedimiento de Soldeo (WPAR). 17. Calificación del soldador (WPQ). 18. Soldadura robotizada.

## Evaluación

La nota final corresponde a la nota del examen escrito (85%) más la nota de prácticas (15%).  
Los exámenes escritos constarán de cuestiones cortas y problemas.

## Bibliografía

APUNTES Y PROBLEMAS DEL ÁREA DE M.M.C. Y T.E. DE ESTA ESCUELA. \* REINA, Manuel. "Soldadura de los aceros. Aplicaciones". \* ADESOL. "Formación de Inspectores de construcciones soldadas". \* HERNÁNDEZ RIESCO, Germán. "Manual del Soldador (CESOL)". \* PRONTUARIOS DE ENSIDESA. \* SCHIMPKE, Paul. "Tratado General de Soldadura". \* VIDEOS DEL Curso DE SOLDADURA CESOL. \* NORMA NBE- EA 95. \* CÓDIGO ASME Sección IX. \* EUROCODIGO 3.