

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras

Elaborado por: Fátima Janoudi Lagares

Edición: 5.0

EDITORIAL ELEARNING S.L.

ISBN: 978-84-16360-12-3 • Depósito legal: MA 21-2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

Presentación

Identificación de la unidad formativa

Bienvenido/a a la Unidad Formativa UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo MF0074_2: Mantenimiento de los equipos e instalaciones de una planta de tratamiento de aguas y de una planta depuradora, que forma parte del Certificado de Profesionalidad SEAG0210: Operación de estaciones de tratamiento de aguas, de la familia profesional de Seguridad y Medio Ambiente.

Presentación de los contenidos

La finalidad de esta unidad formativa es realizar la reparación de equipos mecánicos y eléctricos, siguiendo los protocolos e instrucciones dados.

Para ello, se analizará la metrología y mecánica industrial, la hidráulica y electricidad y la organización del mantenimiento correctivo. También se estudiará el mantenimiento correctivo de tuberías y de instalaciones eléctricas.

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

Objetivos de la unidad formativa:

Al finalizar esta unidad formativa podrás:

- Planificar el mantenimiento correctivo de equipos y tuberías de acuerdo a los protocolos establecidos.
- Reparar averías sencillas en equipamientos mecánicos y eléctricos, tuberías y conducciones cumpliendo los partes de mantenimiento establecidos.

Índice

UD1. Metrología y mecánica industrial, hidráulica y electricidad aplicadas al mantenimiento de estaciones de agua potable y depuradoras

1.1. El sistema métrico decimal.....	11
1.2. Unidades de medida	12
1.2.2. Conversión de unidades	30
1.3. Máquinas y herramientas básicas	31
1.3.1. Operaciones básicas con herramientas manuales.....	47
1.3.2. Soldeo con arco eléctrico	54
1.3.2. Soldeo con soplete (TIG).....	58
1.4. Montajes mecánicos	59
1.4.1. Elementos de la máquina.....	63
1.4.2. Elementos de unión.....	74
1.4.3. Ajustes y reparaciones	79
1.4.4. Comprobaciones.....	80
1.5. Flujo laminar y turbulento.....	82
1.6. Volumen, caudal y presión.....	85

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

1.7. Caudales medio, mínimo, máximo y punta	86
1.8. Caudalímetros	88
1.8.1. Sistemas de caudal en canal abierto y cerrado	90
1.8.2. Contadores electromagnéticos	91
1.8.2. Contadores mecánicos	92
1.9. Pérdida de carga.....	95
1.9.1. Sistemas de elevación de agua	96
1.10. Electromagnetismo	97
1.10.1. Principios generales	99
1.10.2. Aplicaciones en ETAP y EDAR.....	100
1.11. Relación entre electricidad y electromagnetismo	101
1.12. Alta y baja tensión.....	102
1.13. Conocimientos básicos de autómatas programables.....	104

UD2. Organización del mantenimiento correctivo

2.1. Interpretación de Planos	115
2.1.1. Normativa.....	120
2.1.2. Escalas	125
2.1.3. Proyecciones	128
2.1.4. Acotación.....	133
2.1.5. Simbología	137
2.1.6. Esquemas mecánicos	140
2.1.6. Esquemas eléctricos.....	143
2.2. Diagnóstico de averías, control y seguimiento.....	144
2.2.1. Parte de mantenimiento	173
2.3. Control de repuestos.....	176

UD3. Mantenimiento correctivo de tuberías

3.1. Conexiones.....	191
3.2. Sistemas a vacío y a presión.....	196

3.3. Reparaciones y mantenimiento	197
3.4. Técnicas básicas de soldadura	200
3.4.1. Equipos mecánicos en una planta de tratamiento de aguas	202
3.4.2. Soldaduras con polietileno (a tope, electrosoldadura)	206
3.4.3. Soldadura de aceros	207
3.5. Bombas e instalaciones de bombeo	211
3.5.1. Sumergidas	213
3.5.1. Sumergidas	214
3.5.2. Superficie	215
3.5.3. Curvas características	216
3.5.4. Rendimientos	218
3.5.5. Estaciones de bombeo	219
3.5.6. Grupos de presión y de vacío	222
3.6. Válvulas	224
3.6.1. Electroválvulas	228
3.6.2. Válvulas de mariposa	229
3.6.2. Válvulas de compuerta	231
3.7. Motores	232
3.7.1. Tipos	234
3.7.2. Esquemas de funcionamiento	237
3.8. Cinta transportadora	268
3.9. Sistemas de aporte de aire	269
3.9.1. Turbinas	270
3.9.2. Soplantes y turbocompresores	272
3.10. Otros equipos mecánicos instalados en una ETAP/EDAR	273
3.10.1. Esquemas de funcionamiento	275
3.10.1. Mantenimiento y limpieza	276
UD4. Mantenimiento correctivo de instalaciones eléctricas	
4.1. Corriente continua y alterna	287

4.2. Circuitos eléctricos	293
4.2.1. Esquemas eléctricos.....	306
4.3. Transformación de la energía eléctrica en calor	316
4.4. Metrología eléctrica	320
4.4.1. Instrumentos de medida	323
4.5. Máquinas y herramientas para cableado eléctrico	352
Glosario	387
Soluciones.....	389

UD1

**Metrología y mecánica industrial,
hidráulica y electricidad aplicadas
al mantenimiento de estaciones de
agua potable y depuradoras**

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

- 1.1. El sistema métrico decimal
- 1.2. Unidades de medida
 - 1.2.1. El Sistema Internacional
 - 1.2.2. Conversión de unidades
- 1.3. Máquinas y herramientas básicas
 - 1.3.1. Operaciones básicas con herramientas manuales
 - 1.3.2. Soldeo con arco eléctrico
 - 1.3.3. Soldeo con soplete (TIG)
- 1.4. Montajes mecánicos
 - 1.4.1. Elementos de máquina
 - 1.4.2. Elementos de unión
 - 1.4.3. Ajustes y reparaciones
 - 1.4.4. Comprobaciones
- 1.5. Flujos laminar y turbulento
- 1.6. Volumen, caudal y presión
- 1.7. Caudales medio, mínimo, máximo y punta
- 1.8. Caudalímetros
 - 1.8.1. Sistemas de medida de caudal en canal abierto y cerrado
 - 1.8.2. Contadores electromagnéticos
 - 1.8.3. Contadores mecánicos
- 1.9. Pérdida de carga
 - 1.9.1. Sistemas de elevación de agua
- 1.10. Electromagnetismo
 - 1.10.1. Principios generales
 - 1.10.2. Aplicaciones en ETAP y EDAR
- 1.11. Relación entre electricidad y electromagnetismo
- 1.12. Alta tensión y baja tensión
- 1.13. Conocimientos básicos de autómatas programables

1.1. El sistema métrico decimal

Desde el inicio del comercio, e incluso desde antes, cada región o país seguía unidades de medida diferentes para realizar sus intercambios y mercaderías.



Los egipcios utilizaban el cuerpo humano para definir las unidades de longitud, de hecho, el codo real egipcio es la unidad de longitud más antigua que se conoce.

A finales de 1700, coincidiendo con la Revolución, se inició en Francia un proceso en para acabar con los conflictos comerciales que se derivaban de las distintas unidades de medida utilizadas por cada uno de los países y dentro de un mismo país entre mercaderes y ciudadanos.

No fue hasta 1800 cuando se prohibió el uso de otro sistema de medida que no fuera el Sistema de Métrico Decimal en Francia.



Napoleón escribió sobre su desacuerdo con el Sistema Métrico Decimal en sus Memorias a Santa Elena, no obstante no lo abolió.

El Sistema Métrico Decimal fue adoptado progresivamente por otros países, en España su uso es oficial desde 1849. Los países de habla inglesa no adoptaron el Sistema Métrico Decimal y crearon el suyo propio: Sistema Imperial Británico. Podemos definir el Sistema Métrico Decimal como un sistema de unidades en el cual cada unidad de medida está relacionada entre sí con el resto por múltiplos o submúltiplos de 10.

El sistema está basado en una unidad de longitud, el metro, y sus unidades de mayor o menor tamaño se consiguen multiplicando o dividiendo por 10 como veremos a continuación. Es muy importante distinguir entre magnitud y unidad. Cada magnitud está compuesta por unidades.



Magnitud: Toda propiedad de un cuerpo que pueda ser medida.

Unidad: Es una cantidad estandarizada de una magnitud física que toma su valor, generalmente de un patrón o de otra unidad de medida de otra magnitud. (caso del volumen medido en metros cúbicos).

1.2. Unidades de medida

El Sistema Métrico Decimal comprende cinco magnitudes:

- Longitud.
- Masa.
- Capacidad.
- Superficie.
- Volumen.

En el Sistema Métrico Decimal no se incluyeron unidades de Tiempo. Esto se debe a que las unidades de tiempo no se relacionan entre sí con múltiplos o submúltiplos de 10, si no de 60.

Vamos a profundizar en las diferentes magnitudes del Sistema Métrico Decimal, sus unidades de medida y cómo realizar los cambios necesarios para pasar de unas a otras.



Importante

Recuerda que en el Sistema Métrico Decimal todas las conversiones se realizan con múltiplos o submúltiplos de 10, por lo tanto es muy importante entender cómo funciona el cambio de unidades ya que siempre se realizará del mismo modo independientemente de la magnitud con la que estemos trabajando.

a) Longitud

La unidad básica de medida de la longitud es el metro. Es a partir del metro desde donde se obtienen unidades de medidas menores o mayores, veamos cómo se hace:

:10	↔	Kilómetro	km	↔ X10
:10	↔	Hectómetro	hm	↔ X10
:10	↔	Decámetro	dam	↔ X10
:10	↔	Metro	m	↔ X10
:10	↔	Decímetro	dm	↔ X10
:10	↔	Centímetro	cm	↔ X10
:10	↔	Milímetro	mm	↔ X10

Cada unidad de longitud es 10 partes de la unidad mayor a ella y se divide en 10 partes iguales para crear la unidad menor a ella, es decir, el metro está dividido en 10 partes iguales que serían los 10 decímetros. El decímetro a su vez está dividido en 10 partes iguales que serían los centímetros...y así sucesivamente.

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

Si partimos del metro, y queremos saber cuántos decámetros hay en un metro tenemos que dividir 1 (metros) entre 10 y sabremos que en 1 decámetro hay 0,1 metros. Si queremos saber cuantos decímetros hay en 1 metro, tenemos que multiplicar 1 (metro) por 10 y tendremos los 10 decímetros que hay en un metro.

Existen unidades por encima del kilómetro y por debajo del milímetro para medir grandes o pequeñas distancias, estas unidades son:

- La Unidad Astronómica (UA), corresponde a la distancia media que existe entre la Tierra y el Sol y se utilizada en astronomía. Su valor es:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,871 \text{ km}$$

- El Año-luz (año luz), corresponde a la distancia recorrida por la luz en un año solar. No tiene un valor exacto pero aproximadamente es igual a 9 461 000 000 000 km. Se utiliza en astronomía.
- Pársec (pc), corresponde a la distancia a la que una UA subtiende un ángulo de un segundo de arco. Es un concepto algo difícil de entender y que sólo es usado en astronomía.
- La Micra o micrómetro (μm), es la millonésima parte de un metro, es decir 1 metro dividido entre un millón.

$$1 \mu\text{m} = 0,000001 \text{ m.}$$

- Nanómetro (nm), siempre ha sido utilizada para medir radiación tal como la luz ultravioleta, la radiación infrarroja..etc, aunque recientemente se usa en nanotecnología y de ahí su nombre, ya que es usada para medir componentes tecnológicos de longitud nano. Un nanómetro equivale a una mil millonésima parte de un metro, es decir mil millones.

$$1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m.}$$

- Angstrom (\AA), se utilizada para medir longitudes de onda, también usada en biología molecular y para medir longitudes atómicas. Equivale a diez mil millones de partes de un metro.

$$1 \text{ \AA} = 0,0000000001 \text{ m.}$$

Las antiguas medidas de longitud no tenían nada que ver con las que acabamos de describir, en la siguiente tabla, y de manera informativa se citan algunas de las más usadas:

Pulgada	Aproximadamente 2,3 cm.
Palmo	9 pulgadas, aproximadamente 20,9 cm.
Pie	12 pulgadas, aproximadamente 27,9 cm.
Vara	3 pies = 4 palmos, aproximadamente 83,6 cm.
Paso	5 pies, aproximadamente 1,39 m.
Milla	1000 pasos, aproximadamente 1,39 km.
Legua	4 millas, aproximadamente 5,58 km.

b) Masa

La masa de un cuerpo corresponde al contenido en materia del cuerpo y es intrínseca del mismo. Es decir, cada cuerpo tendrá una masa que dependerá de la materia de la que esté compuesto y de la cantidad de esta materia.

Coloquialmente se confunden constantemente masa y peso, de hecho normalmente y de manera aceptada compramos cantidades de un cuerpo, por ejemplo fruta, que son medidas con instrumentos que miden pesos.



Dos cuerpos iguales tienen la misma masa estén donde estén pero su peso variará dependiendo de dónde estén. Dos cuerpos iguales tendrán la misma masa en una montaña o en la playa pero no el mismo peso.

La unidad básica de masa es el **kilogramo (kg)** y se corresponde con la masa de un litro de agua.

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

Los múltiplos y submúltiplos del kilogramo son:

:10 ↘	Tonelada métrica	t	↙ X10
:10 ↘	Quintal métrico	q	↙ X10
:10 ↘	Miriagramo	mag	↙ X10
:10 ↘	Kilogramo	kg	↙ X10
:10 ↘	Hectogramo	hg	↙ X10
:10 ↘	Decagramo	dag	↙ X10
:10 ↘	Gramo	g	↙ X10
:10 ↘	Decigramo	dg	↙ X10
:10 ↘	Centigramo	cg	
:10 ↘	Miligramo	mg	↙ X10

Del mismo modo que para la longitud, cuando queremos pasar de kilogramos a submúltiplos de este dividimos entre 10 tantas veces como casillas queramos recorrer hasta llegar a la unidad buscada.

Por el contrario, si lo que queremos es pasar desde una unidad menor a un múltiplo de esta multiplicaremos por 10 tantas veces como sea necesario para alcanzar la unidad de medida deseada.

Las unidades de masa pequeñas, tales como el miligramo, se utilizan para medir dosis de medicamentos, de vitaminas, vacunas...etc. Las unidades de masa utilizadas tradicionalmente no tienen nada que ver con las que acabamos de describir, las más usadas las podemos encontrar en la siguiente tabla:

Onza	1/4 libra, aproximadamente 115 g
Libra	460 g
Arroba	25 libras, aproximadamente 11,5 kg

Ejemplos:

Si quieres saber cuántos decagramos hay en 1000 g;

$$1000 \text{ (g)} : 10 = 100 \text{ dag}$$

Si quieres saber cuantos miligramos hay en 2 quintales;

$$2 \text{ (q)} \times 10000000 = 20\,000\,000 \text{ miligramos}$$

c) Capacidad

En el Sistema Métrico Decimal se usa la palabra capacidad para lo que entenderíamos como el volumen, es decir, la capacidad es la cualidad de poder contener líquidos o materiales “sueltos” y el volumen sería el total de ese líquido o material contenido, el espacio que queda para contener.

La unidad fundamental de la capacidad el litro (L) que sería el volumen de un dm^3 .

Si tenemos un decímetro, es decir 10 centímetros, y lo ponemos en unidad de volumen decímetro cúbico, quiere decir que el cuerpo resultante es un cubo cuya altura, anchura y profundidad son 10 centímetros y cuya capacidad es 1 L.

Los submúltiplos y múltiplos del litro son los siguientes:

- Un litro se divide en 10 partes iguales, cada una de ellas es un decilitro ($1 \text{ dL} = 0,1 \text{ L}$).
- Cada decilitro se divide en 10 partes iguales, cada parte es un centilitro ($1 \text{ cL} = 0,01 \text{ L}$).
- Cada centilitro se divide en 10 partes iguales, cada parte es un mililitro ($1 \text{ mL} = 0,001 \text{ L}$).
- Decalitro: $1 \text{ daL} = 10 \text{ L}$.
- Hectolitro: $1 \text{ hL} = 100 \text{ L}$.
- Kilolitro: $1 \text{ kL} = 1000 \text{ L}$.

UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

Como para el resto de magnitudes del Sistema Métrico Decimal, cada unidad de capacidad es igual a 10 unidades del mismo orden inmediatamente inferior y 10 veces menor que la inmediatamente superior.

Por lo tanto, si queremos saber cuántos decilitros hay en 10 litros:

$$10 (L) \times 10 = 100 \text{ dL.}$$

Si queremos saber a cuantos kilolitros corresponden 100 mililitros:

$$100 (mL) : 1\,000\,000 = 0,0001 \text{ kilolitros.}$$

$\times 10$	Kilolitro	KL	$\times 10$
$\times 10$	Hectolitro	hL	$\times 10$
$\times 10$	Decalitro	daL	$\times 10$
$\times 10$	Litro	L	$\times 10$
$\times 10$	Decilitro	dL	$\times 10$
$\times 10$	Centilitro	cL	$\times 10$
$\times 10$	Mililitro	mL	$\times 10$



Importante

1 metro cúbico (m ³)	1 kL
1 decímetro cúbico (1dc ³)	1 L
1 centímetro cúbico (1cm ³)	1 mL
Cántara	16,13 L
Fanega	55,5 L

d) Superficie

De nuevo como ocurre con la capacidad y el volumen la superficie es a menudo confundida con el área y se usan de manera indistinta. No obstante están relacionados, hay que distinguir entre superficie y área.

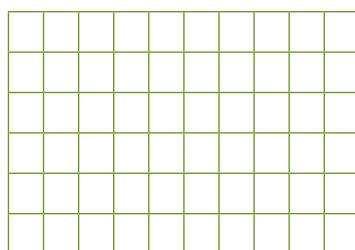
La superficie se refiere a la forma que tiene un objeto y el área a la extensión de su superficie, la cual se puede calcular.

En el Sistema Métrico Decimal, la unidad básica de medida de la magnitud de superficie es el metro cuadrado (m^2) hablando de un cuadrado que tenga sus dos lados de 1 metro. El metro cuadrado (m^2) es la unidad de medida de superficie, tratándose de la superficie de un cuadrado para el cual ambos lados midan un metro.

Los submúltiplos y múltiplos del metro cuadrado son los siguientes:

- El metro cuadrado está dividido en 100 partes iguales, cada una de ellas es un decímetro cuadrado ($1\text{dm}^2 = 0,01\text{ m}^2$), que es la superficie de un cuadrado de un decímetro de lado.
- Cada decímetro cuadrado se divide en 100 partes iguales, cada parte es un centímetro cuadrado ($1\text{cm}^2 = 0,0001\text{ m}^2$).
- Cada centímetro cuadrado se divide también en 100 partes iguales, cada una es un milímetro cuadrado ($1\text{ mm}^2 = 0,000001\text{ m}^2$).
- Decámetro cuadrado ($1\text{ dam}^2 = 100\text{ m}^2$).
- Hectómetro cuadrado ($1\text{ hm}^2 = 10000\text{ m}^2$).
- Kilómetro cuadrado ($1\text{ km}^2 = 1000000\text{ m}^2$).

En la siguiente figura podemos ver de manera ilustrativa la división primaria del metro cuadrado:



UF1670: Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradas

De esta manera, al igual que para las magnitudes que hemos estudiado anteriormente, cuando queramos pasar de una unidad de medida de superficie a la inmediatamente superior o inferior, esta vez tendremos que **multiplicar o dividir por 100**.

De este modo la conversión se realizaría según la siguiente tabla:

:10	Kilómetro cuadrado	KL	x10
:10	Hectómetro cuadrado	hL	x10
:10	Decámetro cuadrado	daL	x10
:10	Metro cuadrado	L	x10
:10	Decímetro cuadrado	dL	x10
:10	Centímetro cuadrado	cL	x10
:10	Milímetro cuadrado	mL	x10

Por otra parte, en agricultura se han seguido utilizando algunas medidas tradicionales y otras de uso mayoritariamente agrícola y que, aunque no pertenecen al Sistema Internacional ni al Sistema Métrico Decimal, se emplean con regularidad.

Son las siguientes:

- La **fanega de tierra** es una medida tradicional de superficie y equivale a 65 áreas, por lo tanto a 6500 m².
- **Área (a):** la superficie de un cuadrado de 10 metros de lado.
- **Hectárea (ha):** equivale a 100 áreas,
- **Centiárea (ca):** cada una de las 100 partes en las que está dividida el área.

Estas unidades, salvando la fanega de tierra que es más tradicional, son llamadas unidades agrarias y pueden convertirse a las unidades de superficie con unos rápidos cálculos.