

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: DISEÑO DE UN LABORATORIO DE
ANÁLISIS Y ENSAYOS QUÍMICOS Y DE
MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE

Autora: M^a del Carmen MARTÍNEZ GÓMEZ

Fecha: Septiembre 2007





ÍNDICE GENERAL

Documento	Descripción
1	Memoria descriptiva Anexo 1 Anexo 2 Anexo 3 Anexo 4
2	Plano
3	Pliego de condiciones
4	Presupuesto



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y
ENSAYOS QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA
PLANTA DE GALVANIZADO EN CALIENTE**

**DOCUMENTO N° 1:
MEMORIA DESCRIPTIVA**

0 ÍNDICE DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA

0	Índice de la memoria descriptiva	1
1	Objeto.....	4
2	alcance	4
3	Descripción de La planta de galvanizado	4
3.1	Introducción	4
3.2	Descripción de las instalaciones de la planta de galvanizado.....	8
3.3	Descripción del proceso de galvanizado en planta	9
3.3.1	Función de los baños de la planta	10
3.3.1.1	Baño de desengrase de la planta	10
3.3.1.2	Baños de decapado de la planta	11
3.3.1.3	Baño de preflux de la planta	11
3.3.1.4	Baño de fluxado de la planta.....	12
3.3.1.5	Estufa calefactora de la planta	12
3.3.1.6	Baño de cinc fundido o crisol de la planta.....	13
3.3.1.7	Baño de enfriamiento de la planta.....	16
3.3.1.8	Baño de pasivado de la planta.....	17
3.3.2	Características constructivas de los baños de la planta.....	17
4	Descripción del laboratorio.....	20
4.1	Justificación	20
4.2	Distribución de las actividades	23
5	Descripción de ACTIVIDADES del laboratorio	23
5.1	Sección de análisis químicos	23
5.2	Estudios en planta piloto.....	27
5.2.1	Baño de desengrase.....	30
5.2.2	Baño de decapado	32
5.2.3	Baño de prefluxado.....	34
5.2.4	Baño de fluxado	35
5.2.5	Estufa de secado.....	37
5.2.6	Baño de cinc fundido o crisol	38

5.2.7	Baño de enfriamiento.....	40
5.2.8	Baño de pasivado	41
5.3	Sección de ensayos de materiales	43
5.3.1	Normativa de ensayos materiales	44
5.3.1.1	Norma UNE EN ISO 1461:1999	45
5.3.1.2	Especificación técnica de Red Eléctrica Española.....	53
5.3.2	Procedimientos de ensayo.....	59
6	Equipamiento de las secciones	60
6.1	Equipos de la sección de análisis químicos	60
6.1.1	Determinaciones realizadas manualmente.....	60
6.1.1.1	Instrumentación.....	60
6.1.1.2	Reactivos.....	65
6.1.2	Determinaciones automáticas	67
6.2	Equipos de la sección de simulación en la planta piloto.....	69
6.3	Equipos de la sección de ensayos materiales.....	73
7	Descripción de las instalaciones	76
7.1	Emplazamiento	76
7.2	Distribución y dimensionamiento de las secciones	76
7.2.1	Almacén	78
7.2.2	Sección de análisis químicos	92
7.2.3	Sección de simulación	98
7.2.4	Sección de ensayos materiales.....	100
7.2.5	Oficina	102
7.2.6	Aseo	102
7.2.7	Requerimiento total de espacio.....	103
8	SEGURIDAD y salud.....	104
8.1	Organización y recomendaciones generales	105
8.2	Diseño	111
8.3	Ubicación y distribución.....	117
8.4	Elementos de actuación y protección en casos de emergencia.....	117
8.5	Equipos de protección individual (EPI).....	122
8.6	Almacenamiento de productos químicos	125

8.7	Condiciones de protección contra incendios.....	125
8.8	Plan de autoprotección.....	132
8.8.1	Documento 1: Evaluación del riesgo	134
8.8.2	Documento 2. Medidas de protección	140
8.8.3	Documento 3. Plan de emergencia	143
8.8.4	Documento 4. Implantación.....	147
9	Protección medioambiental.....	147
10	Bibliografía	151
10.1	Libros consultados	151
10.2	Catálogos consultados.....	152
10.3	Páginas web	152
10.4	Normas y referencias	153

1 OBJETO

El objetivo de este proyecto es el diseño de un laboratorio de análisis y ensayos químicos y de materiales para una planta real de galvanizado en caliente. En el laboratorio se llevarán a cabo distintas actividades, con el objetivo de mantener, mejorar y verificar la calidad del proceso de galvanizado y del producto obtenido en la planta.

2 ALCANCE

Dentro de este proyecto se incluyen:

- El diseño del laboratorio de análisis y ensayos químicos y de caracterización de materiales de una planta de galvanizado en caliente.
- Los requisitos de higiene y seguridad industrial requeridos para el almacenamiento y manejo de las sustancias químicas a utilizar y de los residuos producidos.

3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE GALVANIZADO

3.1 Introducción

El laboratorio que se diseña en este proyecto va a formar parte de una planta de galvanizado en caliente. En esta planta se realiza el proceso de galvanizado discontinuo en caliente por inmersión en un baño de cinc fundido de piezas de hierro y de acero. Dichas piezas son aportadas por los clientes, que las fabrican en sus respectivos procesos, y llegan a la planta para recibir el tratamiento superficial.

Las piezas que van a ser galvanizadas se limpian de grasas y óxidos, y se introducen en un baño de cinc fundido a 450°C, temperatura a la cual el acero y el cinc muestran una gran afinidad y, por difusión, forman aleaciones Fe-Zn. Que dan lugar a un acero protegido por un revestimiento de cinc.

Al ser recubrimientos obtenidos por inmersión en cinc fundido, cubren la totalidad de la superficie de las piezas, tanto las exteriores como las interiores de las partes huecas, así como otras muchas áreas superficiales de las piezas que no son accesibles para otros métodos de protección. A las piezas así tratadas se les confieren unas propiedades muy interesantes como son la resistencia a la abrasión y la resistencia a la corrosión.

La resistencia a la abrasión se logra por dos razones fundamentalmente, la primera es la característica casi única que presentan los recubrimientos galvanizados, de estar unidos metalúrgicamente al acero base, por lo que poseen una excelente adherencia. La segunda razón deriva de la estructura de varias capas de aleaciones cinc-hierro por las que está formado el recubrimiento, más duras incluso que el acero, y por una capa externa de cinc que es más blanda. La diferente dureza que presenta cada capa de la aleación Fe-Zn se observa en la figura 1. Todas estas capas forman un sistema muy resistente a los golpes y a la abrasión.

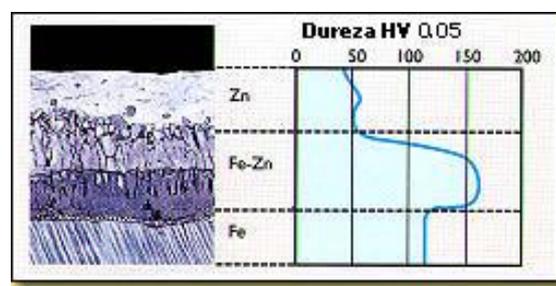


Figura 1. Diagrama de dureza de los recubrimientos galvanizados.

Fuente: ATEG asociación española de galvanización.

La alta resistencia a la corrosión se consigue gracias a una triple protección, la primera de efecto barrera que logra aislar la pieza del medio ambiente agresivo. La segunda de protección catódica o de sacrificio; el cinc constituirá la parte anódica de las

pilas de corrosión que puedan formarse y se irá consumiendo lentamente para proporcionar protección al acero. Mientras exista recubrimiento de cinc sobre la superficie del acero, éste no sufrirá ataque corrosivo alguno. La tercera de restauración de zonas desnudas; los productos de corrosión del cinc, que son insolubles, compactos y adherentes, taponan las pequeñas discontinuidades que puedan producirse en el recubrimiento por causa de la corrosión o por daños mecánicos (golpes, arañazos, etc).

La duración de la protección que proporcionan los recubrimientos galvanizados frente a la corrosión atmosférica es extremadamente alta, aunque depende de las condiciones climatológicas del lugar y de la presencia en la atmósfera de contaminantes agresivos, como son los óxidos de azufre (originados por actividades urbanas o industriales) y los cloruros (normalmente presentes en las zonas costeras).

Categoría de Corrosividad	Ambiente	Pérdida media anual de espesor de cinc (μm)
C1 Muy baja	Interior: Seco	0,1
C2 Baja	Interior: Condensación ocasional	0,1 a 0,7
C3 Media	Interior: Humedad elevada y alguna contaminación del aire Exterior: Urbano no marítimo y marítimo de baja salinidad	0,7 a 2,1
C4 Alta	Interior: Piscinas, plantas químicas, etc. Exterior: Industrial no marítimo, y urbano marítimo	2,1 a 4,2
C5 Muy alta	Exterior: Industrial muy húmedo o con elevado grado de salinidad	4,2 a 8,4

Tabla 1. Velocidad de corrosión del cinc en diferentes atmósferas

La Tabla 1 refleja la relación entre la velocidad de corrosión del cinc y el tipo de atmósfera en la que se encuentra la pieza. Así se definen las categorías de corrosión que se muestran en dicha tabla. La figura 2 representa la protección en años en función del espesor del recubrimiento y de la categoría de corrosión de la atmósfera en la que se encuentre la pieza.

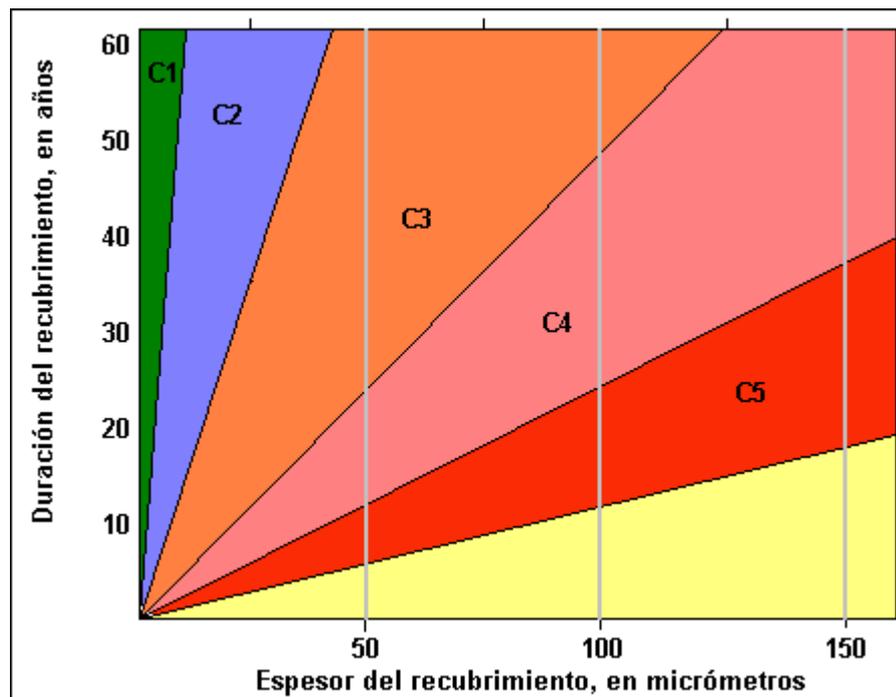


Figura 2. Gráfico que representa la protección en años en función del espesor del recubrimiento y de la categoría de corrosividad de la atmósfera de exposición.

Fuente: ATEG (Asociación española de galvanización)

El galvanizado representa aproximadamente el 50% del consumo de cinc en el mundo y desde hace más de 150 años se ha ido afianzando como el procedimiento más fiable y económico de protección del hierro contra la corrosión. El acero desprotegido tiene un promedio de vida de tan solo dos años, antes de que queden afectadas su funcionalidad o su integridad estructural. En cambio, los recubrimientos galvanizados duran como mínimo diez años sin necesidad de mantenimiento alguno, incluso en las peores condiciones atmosféricas. En muchas partes de Europa pueden esperarse duraciones de más de 50 años. Los otros sistemas de protección necesitan un mantenimiento regular, que puede resultar muy costoso en el caso de que las estructuras a mantener sean de difícil acceso y haya que instalar plataformas o andamiajes. El gran beneficio que aporta la galvanización, tanto a los propietarios de las instalaciones como a los usuarios de las mismas, es que pueden confiar en esta protección durante muchos años.

3.2 Descripción de las instalaciones de la planta de galvanizado

La planta está constituida por dos naves de 2200 m² cada una, unidas longitudinalmente y comunicadas en sus extremos. La primera nave es de preparación, con dos zonas diferenciadas, una zona de cuelgue, donde se reciben y se preparan las piezas que se van a galvanizar y otra zona de descuelgue del material, en la que las piezas ya galvanizadas se inspeccionan y se empaquetan para ser enviadas de nuevo a los clientes. La otra nave es propiamente la nave de tratamiento y galvanizado de las piezas y en ella se sitúa la cadena de baños: el crisol o baño de cinc fundido y los baños de pre y post tratamiento, imprescindibles para obtener un galvanizado de calidad.

Existen dos grandes puertas centrales que comunican las naves, para facilitar las operaciones cuando haya que sustituir el crisol y los baños. Ambas puertas permanecen cerradas en los periodos de funcionamiento de la instalación.

Las piezas que los clientes fabrican en sus respectivos procesos de producción, llegan a la planta en camiones, se descargan y se van introduciendo ordenadamente en la zona de cuelgue. Estas piezas se cuelgan mediante ganchos y alambres en unas estructuras horizontales llamadas perchas, que están situadas a una cierta altura, para facilitar el trabajo sobre unos soportes llamados muelles que suben y bajan.

Estas perchas son enganchadas por los puentes grúas que las mueven horizontalmente de un lado a otro, para trasladar las piezas a galvanizar desde la nave de preparación hasta la cadena productiva, y las piezas galvanizadas en sentido contrario. Se cuenta con dos “transfers”, esto es, soportes móviles que se mueven mediante rieles situados en el suelo en ambos extremos de la planta, en la zona a través de la que se comunican las naves.

En la zona de descuelgue se realiza la operación contraria, las perchas cargadas de piezas galvanizadas llegan en el transfer que comunica la zona de la cadena de baños con la zona de descuelgue y de ahí se pasan a un muelle utilizando un puente grúa. Los

operarios colocan el muelle a la altura adecuada y proceden a descolgar las piezas. Al mismo tiempo que se descuelgan, se inspeccionan y se empaquetan para cargarlas en camiones que las devuelvan al cliente ya galvanizadas.

3.3 Descripción del proceso de galvanizado en planta

La cadena de baños situada en la nave de tratamiento y galvanizado, como se ha comentado anteriormente, está compuesta por nueve baños y una estufa, en este orden: un baño doble de desengrase, tres baños dobles de decapado, uno de enjuague o prefluxado, uno de fluxado, una estufa calefactora, un baño de cinc fundido o crisol, uno de enfriamiento y uno de pasivado. Los baños situados previamente al baño de cinc fundido tienen como objetivo la preparación de la superficie de las piezas para conseguir que su galvanizado se produzca adecuadamente. La función de los baños situados tras el crisol es enfriar las piezas y aportar a su superficie sustancias que aumentan su brillo y su resistencia.

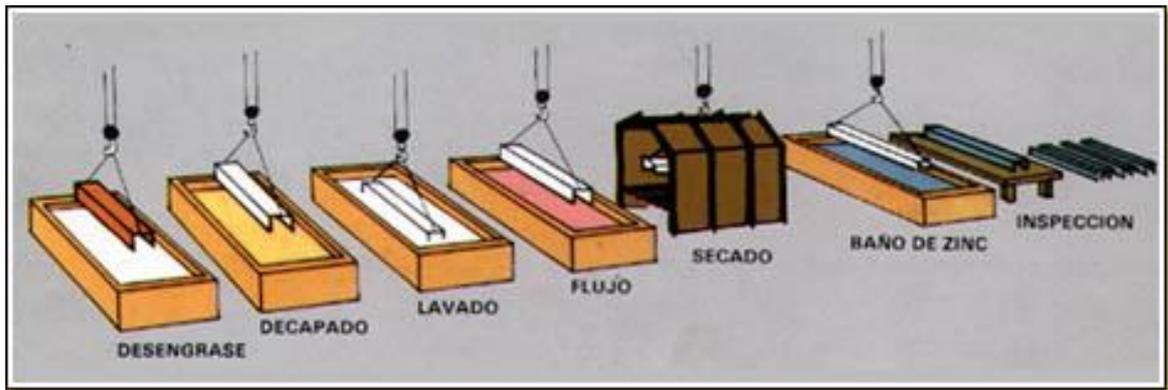


Figura 3. Representación de la cadena de baños del proceso de galvanizado

En la figura 3 se observa de forma simplificada la sucesión de baños que conforman un proceso discontinuo de galvanizado en caliente. Aunque en la figura solo se observen cinco baños y una estufa, la planta que se describe en este proyecto cuenta con una cadena formada por nueve baños y una estufa, como ya se ha mencionado.

3.3.1 Función de los baños de la planta

En la figura 4 se presenta una secuencia esquemática del proceso de galvanizado, el cual se describe con más detalle a continuación.



Figura 4. Representación del proceso de galvanizado

3.3.1.1 Baño de desengrase de la planta

La función de este baño es conseguir limpiar la superficie de las piezas de impurezas de aceite, partículas de polvo, marcas de tinta y pequeñas inclusiones procedentes de los procesos de fabricación del acero. Si las grasas que acompañan a las piezas no se eliminaran, contaminarían los baños de decapado, el baño de flux o el crisol de cinc, impidiendo un galvanizado de calidad. La actividad que se realiza en este baño es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de las posteriores etapas del proceso de galvanizado.

Este baño está compuesto por 188 m³ de agua, 21 m³ de ácido clorhídrico al 33 % y 420 Kg de *P3-T-3151*, un producto líquido neutro, que contiene una alta concentración de una combinación de emulgentes especialmente eficaces en medio ácido: 30-50% de tensioactivos no iónicos, menos del 5% de tensioactivos iónicos y menos del 5% de inhibidores de corrosión. Su densidad es de 1,06 g /cm³ y su pH de 2,9.

3.3.1.2 Baños de decapado de la planta

En la planta hay tres baños dobles de decapado, lo que supone que se pueden decapar seis perchas al mismo tiempo. El proceso de decapado es fundamental en el proceso de galvanizado y requiere un tiempo considerable en comparación con el resto de pasos que forman el proceso, por esta razón es importante poder decapar en varios baños.

El objetivo de estos baños es la eliminación de los óxidos metálicos, la cascarilla de fabricación, el óxido del recocido y el orín de las piezas para que queden químicamente limpias, pero sin llegar a atacar la superficie del acero. Para que el ataque al metal base sea mínimo, se adicionan inhibidores. La limpieza conseguida ha de cumplir con la norma ISO 8501 alcanzando el grado de limpieza SA3.

La composición de este baño es de 50% de agua, 50% de ácido clorhídrico y menos del 0,01% de *Rodine 60*, un inhibidor líquido para el ácido clorhídrico que permite prolongar los tiempos de decapado y que consiste en una disolución acuosa de hexametilentetramina, con densidad de 1,06 g/cm³ y pH de 7-8

3.3.1.3 Baño de preflux de la planta

Este baño que tiene como finalidad eliminar de la superficie de las piezas los restos de la disolución del baño anterior, para de esta manera evitar la contaminación de los baños siguientes. El arrastre de restos de hierro al baño de cinc fundido (crisol) provoca la formación de las denominadas matas de cinc, una aleación hierro-cinc sólida que contiene 25 partes de cinc frente a una de hierro, lo que supone un mayor consumo de dicho metal. Teóricamente, por cada gramo de hierro que se arrastre a baño de cinc fundido, se forman 25 gramos de mata de cinc, por lo que es fundamental que esta etapa de lavado se realice eficazmente.

Inicialmente el baño está compuesto exclusivamente de agua pero a medida que es utilizado, cambia su composición ya que va acumulando impurezas arrastradas por

las piezas que sucesivamente se van introduciendo en él, apareciendo sales ferrosas e hidratos férricos.

3.3.1.4 Baño de fluxado de la planta

La función de este baño es la de activar la superficie del acero y facilitar así su reacción con el cinc fundido. Al sumergir las piezas en el baño de fluxado, se crea una fina capa de sales cristalizadas que favorece la difusión intermetálica del cinc sobre el hierro cuando las piezas son introducidas en el crisol. De esta forma se asegura un buen galvanizado, con capas de cinc perfectamente unidas a la superficie metálica de las piezas a tratar. Además debido a que, entre otros componentes, el baño contiene cloruro de amonio se consigue el efecto de un decapado suplementario.

La composición inicial de este baño es: agua, cloruro de cinc y cloruro de amonio, formando una sal doble en proporción 56/44, con una concentración de 1400 g/l que también se puede expresar en grados Baumé y se sitúa entre 20-40 °Bé. La composición del baño irá cambiando, porque, a pesar de la existencia del baño de preflux, la superficie de las piezas al llegar a este baño aún sigue presentando restos de ácido clorhídrico y cloruro ferroso procedentes de la disolución de los decapados, con lo cual en la composición del flux irán apareciendo sales ferrosas e hidróxidos de hierro.

3.3.1.5 Estufa calefactora de la planta

La estufa calefactora se engloba dentro de la cadena de baños porque está situada entre ellos. Precede al crisol y su función es la de secar la superficie de las piezas para minimizar el riesgo de salpicaduras de cinc que pueden producirse al sumergirlas en el baño de cinc fundido a 450°C, por la evaporación inmediata del agua que traen adherida las piezas tras el pretratamiento.

La estufa tiene forma de prisma rectangular y está colocada como el resto de baños a cota negativa, con un metro de altura aparente. Sus dimensiones aproximadas son 15,5 x 3,5 x 5 m. Está construida en acero y reforzada con perfilera de acero

soldada entre sí formando una malla. Las paredes internas se encuentran recubiertas con ladrillos. Dispone de colada aislante ligera a base de vermiculita y cemento fundido y colada aislante de medio peso, a base de pedrisco aislante y cemento fundido.

3.3.1.6 Baño de cinc fundido o crisol de la planta

Este baño es el principal dentro del proceso, ya que es donde se lleva a cabo la galvanización. Las piezas se introducen en un baño de cinc fundido que se encuentra a una temperatura de 445-465°C, el cinc reacciona por difusión con el acero de las piezas y produce capas de Zn-Fe de espesor variable en la interfase. Las capas que se forman son las cuatro que se observan en la figura 5 y se denominan "gamma", "delta", "zeta" y la más externa de cinc prácticamente puro es la fase "eta", que se forma al solidificar el cinc arrastrado del baño y que confiere al recubrimiento su aspecto característico gris metálico brillante. Las capas gamma, delta y zeta son más duras que el acero base, lo cual protege al recubrimiento de daños mecánicos. La capa eta es bastante dúctil lo cual confiere resistencia al impacto al recubrimiento.



Figura 5. Capas del recubrimiento galvanizado

Si la reacción se controla adecuadamente, la composición de la parte externa de las piezas es la misma que la del baño de cinc, consiguiéndose así la unión metalúrgica entre el recubrimiento y el metal base.

Al principio del proceso, la velocidad de reacción es muy alta, y es en ese momento cuando se forma el espesor principal del recubrimiento, por lo que es difícil

obtener una capa fina de recubrimiento. Posteriormente la reacción se ralentiza y el espesor del recubrimiento no aumenta en gran medida.

Es necesario que la velocidad a la que se realiza la inmersión sea lo más alta posible, para conseguir que la exposición al cinc dure lo mismo para todas las piezas y el espesor que alcancen sea uniforme en toda la superficie. Las piezas se suelen mantener sumergidas durante uno o dos minutos.

La extracción de las piezas se hace lentamente para evitar que aparezcan gotas y grumos en la superficie. Además al hacerlo lentamente se consigue que el cinc no aleado que queda sobre la superficie reaccione con el sustrato y se formen más compuestos Zn-Fe.

La superficie del baño siempre ha de mantenerse limpia antes de introducir y extraer las piezas, eliminando la capa de óxido de cinc que se sitúa en la superficie del baño en forma de cenizas, mediante el uso de rasquetas. Así se evita que se depositen sobre las piezas y el galvanizado obtenido sea defectuoso.

Las piezas al salir del baño se sacuden o se rascan dependiendo de su tamaño y geometría para retirar el cinc sobrante de su superficie.

El cinc del baño ha de tener como mínimo una riqueza del cinc del 98,5% de pureza en peso . Hay que tener precaución en el uso de cinc refundido ya que puede presentar alto contenido en hierro, lo que provoca la formación de las matas de cinc comentada anteriormente, que terminan atacando a las paredes del baño.

En muchas ocasiones el cinc de la cuba va acompañado de pequeñas cantidades de otros metales que producen diferentes efectos sobre el resultado final del galvanizado.

Algunos metales se añaden al baño de cinc fundido para conseguir efectos beneficiosos en el proceso o en la calidad del producto galvanizado como ocurre en el caso del plomo, el aluminio, el magnesio y el níquel.

El **plomo** suele añadirse para ayudar a la eliminación de las matas de cinc. Debido a que su peso específico es mayor, el fondo del baño se cubre totalmente con plomo líquido, quedando protegido de la formación de matas. Además su presencia supone un aumento de la densidad de la disolución del baño, lo que permite que las piezas al extraerlas del baño escurran más fácilmente evitando la formación de grumos.

Otro metal que aparece normalmente en las cubas de galvanizado es el **aluminio**, en una proporción próxima al 0,005%. Gracias a él se consigue reducir considerablemente la velocidad de oxidación del cinc fundido, logrando minimizar así las pérdidas de cinc. Además, el aluminio mejora la uniformidad del recubrimiento. Sin embargo, estas adiciones no han de superar el 0,01%, ya que a partir de ese valor puede que se produzcan dificultades en la formación del recubrimiento.

El **magnesio** es otro de los metales que se añaden al baño de cinc porque adiciones del 0,03% de magnesio proporcionan una mayor resistencia a la corrosión del recubrimiento.

El **níquel** también se añade a los baños de galvanizado para controlar la excesiva reacción de algunos aceros con el cinc fundido ya que provoca una bajada en la velocidad de reacción, consiguiéndose así una disminución de espesor de recubrimiento que se traduce un aspecto más liso, más brillante y que dura más tiempo.

Hay otras sustancias que aparecen acompañando al cinc fundido pero que no aportan ningún efecto beneficioso; son impurezas de dicho metal. Algunos metales que aparecen como impurezas son el hierro, el cobre y el cadmio.

Se puede encontrar **hierro** en la cuba galvanizado y es importante prestar especial atención a la cantidad presente en el baño, porque es escasamente soluble en el

cinc fundido y cualquier cantidad por encima del 0,02% producirá matas de cinc, que se depositan en el fondo de la cuba. Las matas de cinc deben eliminarse periódicamente del fondo del baño, como la solubilidad del hierro varía con la temperatura, cuanto más baja es la temperatura, mayor cantidad de matas se eliminarán.

El **cobre** es otra de las impurezas que suele encontrarse en los baños de galvanizado. En pequeñas cantidades la adición de cobre suele aumentar el crecimiento de la capa de aleación.

Otro de los metales que se presenta como impureza es el **cadmio**, es una impureza de los minerales de cinc que suele aparecer en pequeñas cantidades, dependiendo de la pureza del cinc empleado.

En la tabla 2 se muestra la composición de un baño de cinc en % en peso

Metal de aleación	Porcentaje en peso
Cinc	98,9%
Plomo	1,0%
Aluminio	0,002%
Cadmio	0,02%
Otros metales (Cu)	Trazas

Tabla 2. Composición de un baño de cinc

3.3.1.7 Baño de enfriamiento de la planta

Como indica su propio nombre, en este baño se enfrían las piezas al extraerlas del baño de cinc fundido, desde 400°C hasta temperatura ambiente, para permitir la manipulación y la inspección en la zona de descuelgue.

Este modo de enfriamiento se utiliza para casos en los que sea conveniente un enfriamiento rápido, normalmente en piezas no susceptibles a sufrir deformaciones. Las que presentan riesgo de deformación se enfrían dejándolas un tiempo prudencial en la zona de salida del crisol o pulmón de salida, donde se van enfriando mediante aire que entra a la nave a través de las puertas laterales.

Este baño contiene exclusivamente agua de red, que antes de ser introducida en la cuba se hace pasar por un descalcificador, consiguiéndose de esa manera que su contenido en carbonatos sea mínimo.

3.3.1.8 Baño de pasivado de la planta

El propósito de esta etapa es recubrir la pieza galvanizada con una película de cromo con el fin de dar a la capa de cinc una resistencia aún mayor a la corrosión y proporcionar un aspecto más brillante a la superficie de la pieza.

El baño está compuesto por un 99% de agua y un 1% de Novocoat 800, una solución acuosa compuesta por ácido crómico, ácido fosfórico y sales de cinc, con densidad de 1,08 g/cm³ y pH 2,5. Esta solución se emplea para la formación de capas de conversión sobre el acero galvanizado, que suponen un aumento de la adherencia, de la resistencia a la corrosión y de la protección ante el manchado del material que aparece durante el almacenamiento y transporte.

De todas las características de los baños descritas anteriormente dependen los resultados del proceso de galvanizado de la superficie de las diferentes piezas, por lo que es necesario mantenerlos continuamente vigilados.

3.3.2 Características constructivas de los baños de la planta

La capacidad unitaria aproximada de los baños varía en función de que sean dobles o simples. El volumen de los baños dobles es de 210 m³, (14,5 x 4,5 x 3,2 m) y el de los baños simples, como son el de enjuague, el de fluxado, el de cinc fundido, el de

enfriamiento y el de pasivado, disponen de un volumen de 103 m³ (14,5m x 2,2m x 3,2 m). Cada baño se compone de un armazón realizado en hierro recubierto por una capa epoxi y una capa de pintura de acabado RAL 8012/15. El recubrimiento interior de la cuba es de chapa de polipropileno de 20 mm de espesor sobre las cinco paredes, en material RAL 70302.

La diferencia entre los baños simples(llamados simplemente baños) y los baños dobles es que los segundos tienen el doble de capacidad. Todos tienen la misma profundidad y el mismo largo, pero los segundos tienen el doble de ancho, por lo tanto en ellos pueden sumergirse dos perchas a la vez. Presentan diferentes ventajas, en cuanto al control de temperatura y composición, ya que se trata de un único baño y la más importante es que permite trabajar con dos perchas al mismo tiempo, pero de manera independiente.

Las cubas se sitúan sobre soportes de madera, y éstos sobre vigas de hierro que a su vez descansan sobre el hormigón; no van atornilladas ni soldadas para favorecer la sustitución o el desmontaje.

Los baños cuentan con una pared de servicios en la que se alojan el intercambiador de calor y la rejilla de ventilación por aspiración.

Para proteger los baños de cualquier rotura que pudiera producirse por impactos durante la introducción de las piezas, tanto el fondo como la pared opuesta a la de servicios están reforzados con chapa de acero y forrados con otra capa de polipropileno formando una estructura tipo sándwich.

Entre cubas hay una separación de entre 80 y 120 cm. Las cubas tienen en su fondo una válvula de mariposa DN-100 en vitón, situada en su frontal para vaciado y limpieza mediante conexión de un tubo de 110 mm de diámetro exterior que comunica con la planta de almacenamiento de ácido agotado, a fin de evitar riesgos de derrames y fugas asociados a tuberías y válvulas.

Los baños de desengrase y decapado están dotados de sistema de agitación y de calefacción para mejorar su eficacia. La agitación se consigue mediante inyección de aire comprimido a través de tuberías perforadas colocadas en esquinas opuestas de los baños, favoreciendo así la circulación continua del fluido y prolongando su vida útil.

Para calentarlos se emplea un intercambiador de calor mediante serpentín de agua calentada desde el economizador, cuyo caudal es regulable mediante electroválvulas y sondas de temperatura. La energía para el calentamiento de los baños procede de los gases de los quemadores, por lo que el consumo energético de esta medida puede considerarse despreciable. Con este sistema de calentamiento se garantiza el atemperado continuo de los baños; sin embargo, en las puestas en marcha se tarda en calentarlos, porque también el fundido del cinc es lento.

Todos los baños que contienen disoluciones de tratamiento están en fosos de hormigón que forman parte de la estructura de cimentación de la nave. Son fosos completamente estancos porque se construyen sin fisuras ni juntas de dilatación, son un elemento de cimentación. El foso de los baños de desengrase, decapado y enjuague es de unos 2800 m³ y el del baño de pasivado tiene una capacidad aproximada de 600 m³. Ambos fosos garantizan la contención de todo el líquido puesto en juego en el proceso. El fondo del foso está a cota negativa de manera que la altura aparente de los baños queda en aproximadamente 1 m, altura segura y que a la vez no dificulta los trabajos de recogida de muestras, de adicción de productos, etc. El foso lleva protección de pintura antiácida (poliuretano), y está cubierto a cota cero por una estructura de polipropileno o PVC para permitir el paso de los operarios.

4 DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO

4.1 Justificación

El diseño del laboratorio objeto de este proyecto nace como una necesidad de mejora y ampliación de las instalaciones con las que la planta de galvanizado cuenta actualmente para la realización de los análisis químicos.

La instalación actual consiste en un laboratorio de unos 15 m² en el cual se realizan pruebas y análisis sencillos, siendo obligatorio enviar a laboratorios externos las muestras para determinar parámetros específicos y poder así conocer las analíticas completas.

El envío de muestras a laboratorios provoca un desfase entre los resultados recibidos y el estado de los baños en el momento de recibirlos. Actualmente estos análisis se completan en una semana, por lo que los resultados siempre están referidos a muestras recogidas de los baños la semana anterior y no tienen porque reflejar el estado en el que se encuentran los baños en el momento que se reciben.

El nuevo laboratorio que se va a diseñar para la planta va a constar de tres secciones de trabajo diferenciadas, en cada una de las cuales se van a llevar a cabo trabajos relacionados con aspectos determinantes en la calidad final del producto y del proceso de galvanizado: el control de la composición de los baños mediante análisis químicos, la simulación del proceso de galvanizado y la comprobación del cumplimiento de las propiedades materiales exigidas en las normas a las piezas tras ser galvanizadas.

La primera sección del laboratorio se diseña para poder realizar en la planta todos los análisis necesarios que permitan conocer el estado de los baños, sin necesidad de enviar muestras al exterior. Los resultados de los análisis pueden conocerse con

inmediatez permitiendo hacer en el momento las correcciones oportunas de las variables de cada uno de los baños, con la certeza total de que son las necesarias en el momento.

Otra de las ventajas perseguidas con el diseño de esta sección es poder incrementar el número y el tipo de análisis a realizar, consiguiendo de esa manera aumentar la información sobre el estado de los baños. Más información disponible facilita el mantenimiento de las condiciones de trabajo adecuadas y la detección de cualquier anomalía en el proceso.

Una vez descrita la labor de la que se ocupa la primera sección del laboratorio en proyección y justificada su necesidad, hay que explicar las otras dos secciones. Antes de explicar en que centrarán su actividad, se argumentarán las razones consideradas para incluirlas dentro del proyecto del nuevo laboratorio y se intentará justificar la importancia del trabajo que en ellas se realiza enfocándolo siempre a la mejora de la calidad tanto del producto como del proceso desarrollados en la planta.

La segunda sección del laboratorio a proyectar se diseña para dedicarla a la investigación a través de la experimentación, centrandó su trabajo en la cadena de baños de la planta. La experimentación consiste en la realización de diversos ensayos de optimización en los cuales se van probando diferentes combinaciones de las variables de operación de cada baño.

El objetivo de experimentar es, pues, buscar las condiciones óptimas de trabajo de cada uno de los baños. Encontrar dichas condiciones de operación despierta un gran interés porque supone lograr una mejora sustancial en la calidad del proceso y del producto galvanizado.

En la planta actual no cabe la posibilidad de experimentar o ensayar, ya que no se cuenta con instalaciones destinadas a ello. La única manera sería ir modificando las variables de operación de los baños del proceso, lo que supondría una alteración de las condiciones de trabajo actuales. Esta operación no es nada fácil, ya que implica alterar

el proceso normal de producción de la planta y además exige el manejo de grandes volúmenes de fluidos.

Por todo lo explicado anteriormente, las ventajas que aporta poder realizar ensayos y lo dificultoso que resulta hacerlo sin contar con las instalaciones adecuadas, se decide incluir dentro del diseño del laboratorio que se proyecta, una sección destinada a la experimentación.

Esta sección incluye una cadena de baños construidos a pequeña escala, situados siguiendo la misma configuración de la planta, en donde, además de las actividades habituales realizadas en los baños de la planta, se podrá comprobar el efecto de las modificaciones de las variables sobre la superficie de las piezas.

De la misma manera que las dos primeras secciones, la tercera y última también enfoca su trabajo hacia la consecución de un aumento de la calidad tanto del producto como del proceso, centrando su labor en la verificación de las propiedades materiales del recubrimiento de las piezas.

Por normativa es obligatorio realizar una serie de ensayos y medidas para determinar que las piezas han sido galvanizadas adecuadamente.

Aunque algunos de los ensayos y medidas pueden realizarse directamente en la zona de descuelgue, otros han de realizarse en una zona habilitada adecuadamente para ello. Para los ensayos se utiliza un material y unos equipos específicos, que también requieren un lugar de almacenamiento y además de cada ensayo se desprende una información que debe quedar recogida y almacenada en un lugar adecuado, para poder ser consultada en cualquier momento, por personal de la planta y por clientes que galvanicen sus piezas en la planta.

En la planta actual no existe ninguna zona, que reúna los requisitos necesarios para poder ser destinada a cubrir esas necesidades, por lo que surge la necesidad de diseñar un área íntegramente destinada a la realización de ensayos y medidas de

propiedades materiales de las piezas y a todo lo que su realización requiere. Puesto que esta área comparte con las dos secciones anteriormente explicadas el objetivo final de búsqueda de la calidad tanto del producto como del proceso, se decide integrarla en el laboratorio, pasando a ser la tercera sección.

4.2 Distribución de las actividades

Como se ha comentado en el apartado anterior, se decide diseñar un laboratorio en el cual se engloban trabajos relacionados con tres aspectos determinantes en la calidad final del producto y del proceso de galvanizado: el control de la composición de los baños mediante análisis químicos, la experimentación e investigación relacionada con las variables de operación de los baños a través de ensayos y la comprobación del cumplimiento de las propiedades materiales exigidas en las normas a las piezas tras ser galvanizadas.

Al ser tres aspectos de trabajo bien diferenciados cada uno de ellos requiere unas instalaciones independientes. El laboratorio a proyectar cuenta con tres zonas de trabajo distintas, en cada una de las cuales se realizan actividades correspondientes a estas áreas. Una sección únicamente dedicada a la realización de análisis químicos, otra a la simulación y la otra al desarrollo de pruebas y ensayos de caracterización de materiales.

5 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL LABORATORIO

5.1 Sección de análisis químicos

Esta sección del laboratorio proyectado se dedica al control de la composición de los baños de pretratamiento y postgalvanizado de la planta, centrandose su actividad en la realización de medidas y análisis químicos, que permiten conocer si la composición de los baños es la adecuada para llevar a cabo su función correspondiente.

Los baños sometidos a control son los ocho baños de pretratamiento y postgalvanizado de la planta: un baño de desengrase, tres de decapado, uno de prefluxado, uno de fluxado, uno de enfriamiento y uno de pasivado.

Es fundamental reseñar la importancia que tiene en el trabajo de análisis realizado en esta sección, el modo en el cual se recogen de los baños las muestras que se van a analizar. Hay que tener en cuenta las dimensiones de los baños a la hora de diseñar la recogida de las muestras, ya que pueden influir en los resultados obtenidos.

Como se ha señalado en el punto anterior correspondiente a las características constructivas de los baños, se trata de cubas con una profundidad y una longitud considerables (3,2 y 14 m) respectivamente. Estas dimensiones tan extensas pueden dar lugar a diferencias importantes en la composición de dos muestras recogidas en distintos puntos de un mismo baño, además, algunos baños, debido a su actividad, acumulan en sus fondos sustancias más densas. Por dichas razones es importante diseñar una recogida de muestras que permita tomar muestras a lo largo del baño y a diferentes profundidades. De esa manera se podrán estudiar los posibles gradientes de concentración existentes en el baño y la estratificación de sustancias en función de sus densidades.

El análisis de la composición de los baños puede hacerse por zonas del baño, analizando independientemente las muestras recogidas en cada punto seleccionado o mezclar las muestras de los distintos puntos de recogida y realizar un único análisis. Esta elección se hace en función de lo que se desee medir y de la variabilidad de las condiciones de unos puntos a otros del baño.

Por todo lo explicado anteriormente, es fundamental contar con un equipo de recogida de muestras que permita realizar una toma de muestra a diferentes profundidades del baño. El equipo toma-muestras adecuado para recoger muestras en los baños de la planta, consiste en un sistema que consta de tres partes, un pistón, un tubo de muestreo y un dispensador de peso. Para recoger una muestra, el tubo de muestreo se engancha en el pistón, se baja a la profundidad deseada, que puede

determinarse fácilmente debido a que el cable que sujeta al tubo de muestreo se encuentra graduado y se sumerge el peso, dejándolo caer, en ese momento se inicia el mecanismo de cierre y el tubo de muestra cae y corta la columna de agua.



Imagen 1. Equipo de recogida de muestras

Dado que cada baño presenta unas características particulares, distinguiéndose en sus composiciones y en sus capacidades, hay análisis y medidas generales a todos los baños y otros específicos. En la tabla 3 se reflejan todas las medidas y análisis que se llevan a cabo en el laboratorio y a que baños se le realizan.

	Densidad	pH	Temperatura	HCl	Fe ²⁺	Zn ²⁺	NH ₄ Cl	ZnCl ₂	Cl ⁻	Novocoat®
Desengrase	X		X	X	X	X				
Decapados (3)	X		X	X	X	X				
Preflux		X	X	X	X					
Flux	X	X	X		X		X	X		
Enfriamiento		X	X							
Pasivado									X	X

Tabla 3. Análisis, medidas y baños a los que se realizan

La periodicidad con la que se realizan los análisis se relaciona con la masa de hierro que se galvaniza. No todos los análisis se realizan con la misma periodicidad, ésta varía según la importancia que en el proceso tenga el parámetro a determinar. En el proceso de galvanizado es fundamental mantener bajo control, las cantidades de hierro y de ácido clorhídrico de los baños, ya que son parámetros fundamentales en la preparación de la superficie de las piezas para que el posterior galvanizado. Además sus concentraciones varían con más velocidad, por esta razón estas dos determinaciones se realizan más a menudo que el resto. Mientras que el resto de determinaciones recomiendan realizarlas cada 500 toneladas de hierro que se galvanizan, las de ácido clorhídrico y de hierro han de realizarse una vez al menos por cada 300 toneladas de hierro galvanizado.

Considerando que la empresa en la cual se va a ubicar el laboratorio que se está proyectando, galvaniza 2000 toneladas de hierro al mes y que se trabajan 5 días a la semana, cada día se galvanizan 100 toneladas de hierro. Por tanto los análisis de ácido clorhídrico y de hierro, han de realizarse cada tres días y el resto cada cinco días.

Los análisis químicos efectuados en esta sección pueden llevarse a cabo de manera manual o automatizada, por lo que, en el diseño de este laboratorio, se contempla la posibilidad de automatizar algunos de los análisis. Teniendo en cuenta principalmente el factor económico, las dos determinaciones a automatizar son las de hierro y la de ácido clorhídrico, ya que son las dos que se realizan a un mayor número de baños y con más frecuencia.

En cuanto a las medidas de densidad, pH y temperatura, cada una de las cuales se realizan a unos baños determinados (tabla 3) es conveniente que se hagan en el inicio de cada turno de galvanización, ya que son parámetros fáciles de medir y que indican si son correctas las condiciones de trabajo.

Como se argumentaba anteriormente, la sección de análisis químicos al igual que las otras dos que forman parte del laboratorio a diseñar, tiene como objetivo final aumentar la calidad tanto del proceso de galvanizado, como del producto obtenido en él.

Consultando la norma UNE-EN ISO /IEC 17025 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*, dedicada a la calidad en relación con actividades desarrolladas en un laboratorio, se deduce que lo deseable es acreditar el laboratorio de acuerdo dicha norma. Lograr esa acreditación exige el cumplimiento de una serie de requisitos que requieren una dedicación exclusiva y que están fuera de los objetivos de este proyecto.

No obstante, se ha considerado adecuado utilizar, siempre que sea posible, el tipo de documentos que exige la norma, ya que facilitan la realización de los procedimientos y garantizan la uniformidad en los resultados obtenidos.

Todos los procedimientos de las actividades llevadas a cabo en la sección de análisis químicos del laboratorio, desde la recogida de muestras a analizar, hasta los análisis y las medidas realizadas, pasando por el funcionamiento de los equipos utilizados, son presentados con el formato exigido por la norma UNE-EN ISO /IEC 17025.

En el anexo 1 se incluyen los procedimientos normalizados de trabajo (PNT), los procedimientos específicos de ensayos (PEE) y los procedimientos específicos de equipos (PEQ) que es necesario aplicar para la realización de medidas y la determinación de concentraciones que se llevan a cabo en el laboratorio.

5.2 Estudios en planta piloto

En la segunda sección se trabaja en la búsqueda y determinación de las variables óptimas de funcionamiento de los baños de pretratamiento, galvanizado y postgalvanizado de la planta, mediante la simulación en planta piloto.

Esta instalación cuenta con una cadena de baños que a pequeña escala representan los baños utilizados en la planta. La cadena de baños está compuesta por un

total de siete baños, un baño de desengrase, uno de decapado, uno de prefluxado, uno de fluxado, un horno de cinc fundido, un baño de enjuague y uno de pasivado.

En el proceso de la planta, las piezas antes de entrar en el baño de cinc fundido, son secadas en una estufa. En la planta piloto, este secado se realiza utilizando un secador de mano que proporciona el aire caliente necesario para secar la superficie de las piezas antes de ser introducidas en el crisol de galvanización.

Las variables de funcionamiento de los baños de la planta piloto son las mismas que las de los baños reales. El objetivo de la planta piloto es poder simular y hacer ensayos cambiando los valores de dichas variables, pudiendo así obtener conclusiones interesantes para mejorar la forma de trabajo en los baños reales.

Todos los baños, excepto el de cinc fundido, tienen la misma forma y las mismas dimensiones, son cubas prismáticas de dimensiones ancho x largo x alto de 40 x 40 x 45 cm. El crisol de galvanizado es de forma cilíndrica de 50 cm de diámetro y 76 cm de altura. Las dimensiones y la forma de los baños han sido escogidas, de acuerdo a la información aportada por otras empresas del sector que cuentan con plantas de simulación.

Todos los baños excepto el horno de cinc fundido o crisol, son de polipropileno blanco. Este material ha sido seleccionado porque presenta una serie de propiedades que lo hacen muy adecuado para este fin; soporta temperaturas cercanas a los 100°C, posee una naturaleza apolar, gracias a la cual no se ve afectado por agentes químicos y resiste adecuadamente las soluciones de detergentes comerciales.

El baño de crisol simulado es un baño diferente al resto de baños de la cadena. El proceso que se realiza en él es el de galvanizado, propiamente dicho, por eso contiene cinc fundido combinado con pequeñas proporciones de otros metales. La temperatura a la que opera este baño es cercana a los 460° C, lo que limita claramente el tipo de material a utilizar para su construcción. El material seleccionado es de tipo cerámico refractario, porque es capaz de resistir las altas temperatura. Es una estructura

cerámica que está contenida en un soporte metálico y el espacio entre ambos se cubre con material de asilamiento, que minimiza las pérdidas de calor del horno.

La geometría elegida para la confección del horno ha sido la cilíndrica, porque permite contar con mayor volumen útil. El baño cuenta con una resistencias interiores que transfieren una alta cantidad de calor, necesario para calentar el contenido y fundir el cinc, dichas resistencias llevan incorporadas unas sondas de temperatura que automáticamente activan y desactivan las resistencias, de manera que se asegura el mantenimiento de la temperatura requerida para la operación de galvanizado.

Todas las cubas se encuentran instaladas una a continuación de otra con una cierta separación entre ellas para evitar que se produzcan salpicaduras que provoquen la contaminación de sus contenidos. El horno cerámico que se utiliza como crisol está situado algo alejado de la cadena de baños debido a que las operaciones que se realizan en él presentan mayor riesgo de salpicaduras y son de mayor peligrosidad, por lo cual requiere un perímetro de seguridad mayor que las otras cubas.

Para realizar los ensayos n planta piloto, se utilizarán piezas del mismo material del que están fabricadas las piezas que llegan a la planta, que tendrán un tamaño acorde con el tamaño de los baños de ensayo. Siempre que sea posible, la geometría de la pieza de ensayo será la misma que la de las piezas reales que se van a galvanizar en la planta, ya que este es un factor determinante en el proceso.

Hay que estudiar baño por baño de la planta para establecer cuales son las variables fundamentales en el funcionamiento y posteriormente probar diferentes combinaciones de valores de éstas variables en la sección de simulación, para poder, finalmente, comparar resultados y determinar cuales son las condiciones óptimas de funcionamiento de cada baño.

La cantidad de pruebas y ensayos que se pueden realizar en esta sección del laboratorio es amplísima, ya que hay un gran número de variables que influyen en el

funcionamiento de cada baño. A continuación se detallan algunos de los ensayos que pueden llevarse a cabo en cada baño.

5.2.1 Baño de desengrase

Como se explicaba anteriormente, la actividad que se realiza en este baño es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de las posteriores etapas del proceso de galvanizado. Su función consiste en limpiar la superficie de las piezas de impurezas de aceite, partículas de polvo, marcas de tinta y pequeñas inclusiones procedentes de los procesos de fabricación del acero.

Las variables de funcionamiento del baño de desengrase de la planta industrial son:

- *Composición inicial del baño:*
 - 188 m³ de H₂O
 - 21m³ de HCl (33%)
 - 420 Kg de P3-T-3151 (Combinación de emulgentes)
- *Composición del baño en funcionamiento (% respecto al volumen total)*
 - H₂O → 87- 92%
 - HCl (33%) → 6-10%
 - P3-T-3151 → 0,1-1%
 - Fe²⁺ < 60 g/l
 - FeCl₂ < 40 g/l
- *Rango de temperaturas de funcionamiento:* entre 35 y 45 °C

- *Tiempo*: la duración de la inmersión varía según sea la cantidad de piezas que lleve colgada la percha, el material del que están fabricadas y la geometría de éstas.
- *Agitación*: se consigue mediante aire comprimido que se introduce al baño a través de dos tuberías situadas verticalmente en las esquinas opuestas del baño y orientadas de tal forma que impulsa la circulación del fluido del baño.

Baño de desengrase de la planta piloto

Mediante la simulación desarrollada en el baño de desengrase se puede:

- Estudiar los resultados obtenidos al trabajar con diferentes productos emulgentes, que tengan distintas proporciones de tensioactivos iónicos y no iónicos.
- Relacionar eficacia de desengrase, tiempo de inmersión y temperatura de trabajo, comprobando cómo varía la eficacia al realizar inmersiones más duraderas y a distintas temperaturas.
- Determinar cuál es la cantidad de hierro máxima a partir de la cual la eficacia del baño comienza a disminuir y si ésta aumenta o disminuye en función de la temperatura a la cual se están realizando los ensayos.
- Comprobar en que grado la agitación aumenta la eficacia del desengrase.

5.2.2 Baño de decapado

El objetivo de este baño, como se explicó anteriormente, es la eliminación de los óxidos metálicos, la cascarilla de fabricación, el óxido del recocido y el orín de las piezas para que queden químicamente limpias. Es fundamental que el proceso de limpieza no ataque la superficie del acero y para que eso no ocurra, se adicionan inhibidores.

Las variables de funcionamiento a tener en cuenta en el funcionamiento de los baños de decapado de la planta industrial son las mismas que para el baño de desengrase: Composición, temperatura, tiempo de inmersión y agitación.

- *Composición inicial del baño (% respecto al volumen total) :*
 - <0,01% de Rodine 60 (inhibidor líquido)
 - 50% de H₂O
 - 50% de HCl (33%)
- *Composición del baño en funcionamiento (% respecto al volumen total):*
 - H₂O → 50%
 - HCl (33%) → 25-50%
 - Rodine 60 → 1- 1,5%
 - Fe²⁺ < 60 g/l
 - FeCl₂ < 40 g/l
- *Temperatura de trabajo:* Temperatura ambiente.
- *Tiempo:* la duración de la inmersión, al igual que ocurre en el caso del desengrase, varía según sea la cantidad de piezas que lleve colgada la percha, el material del que están fabricadas y la geometría de éstas.

- *Agitación:* se consigue mediante aire comprimido que se introduce al baño de la misma manera que en el desengrase, a través de dos tuberías situadas verticalmente en esquinas opuestas del baño y orientadas de tal forma que impulsa la circulación del fluido del baño.

Baño de decapado de la planta piloto

Las variables de funcionamiento del baño a pequeña escala son las mismas que las del baño real, por lo tanto mediante la simulación llevada a cabo en el baño de decapado de la planta piloto, se pueden obtener resultados del comportamiento de las variables al estudiarse individualmente y al estudiarse combinadas entre ellas de diferentes maneras.

Mediante la experimentación realizada en los baños de ensayo de decapado se puede:

- Comparar los resultados obtenidos al utilizar distintos inhibidores y ver cual garantiza una limpieza más adecuada y proporciona una protección suficiente para que no se produzca el ataque al metal.
- Comprobar la influencia de la temperatura del baño sobre la velocidad de decapado, considerando que la velocidad del proceso ha de ser más o menos homogénea.
- Estudiar la variación del tiempo de decapado con la concentración de ácido en la cuba, ya que, a altas concentraciones el tiempo disminuye considerablemente, pero el material base puede verse afectado. Hay que encontrar la concentración de ácido que no ponga en peligro el material y que permita trabajar a la máxima velocidad.

- Observar cómo afecta a la velocidad de decapado la concentración de hierro que se va depositando en la cuba ensayo tras ensayo y cómo se relaciona con la concentración de ácido.
 - Determinar el límite de solubilidad del cloruro ferroso en el ácido clorhídrico, dato fundamental porque indica cuando el baño deja de ser eficaz.
 - La cantidad de hierro con la cual se agota la actividad del baño, suele rondar los 140-150 g/l, pero es útil determinar las condiciones que permiten que se alcance con menor rapidez.

5.2.3 Baño de prefluxado

La función de este baño como ya se explicó anteriormente, es eliminar de la superficie de las piezas los restos de la disolución del baño anterior, para de esta manera evitar la contaminación de los baños siguientes.

VARIABLES FUNDAMENTALES DEL FUNCIONAMIENTO DEL BAÑO DE PREFLUXADO DE LA PLANTA INDUSTRIAL:

- *Composición inicial del baño:* Agua.
- *Composición del baño en funcionamiento:* El agua que inicialmente es la única componente, va siendo contaminada por sales ferrosas e hidratos férricos, originadas por los arrastres de ácido y de hierro de las cubas anteriores.
- *Temperatura de trabajo:* Temperatura ambiente.

- *Tiempo de inmersión:* al igual que ocurre en los casos anteriores, varía según sea la cantidad de piezas que lleve colgada la percha, el material del que están fabricadas y la geometría de éstas. Las piezas no se mantienen sumergidas mucho tiempo, ya que el objetivo de este baño es únicamente enjuagarlas.

Baño de prefluxado de la planta piloto

Los factores de los que depende el funcionamiento de este baño permiten una experimentación bastante reducida. La cuba de prefluxado se necesita porque éste es un paso necesario del proceso, pero las únicas conclusiones que se pueden extraer de los ensayos que en ella se realizan están relacionadas con el efecto que tiene el tiempo que dura la inmersión de las piezas en la cantidad de sustancias ferrosas encontradas en los baños situados tras ella en el proceso.

5.2.4 Baño de fluxado

Este baño, tal y como se explicaba anteriormente tiene un papel fundamental en la consecución de un buen galvanizado. Su función consiste en activar la superficie del acero, creando una fina capa de sales cristalizadas que favorece la difusión intermetálica del cinc sobre el hierro cuando las piezas son introducidas en el crisol.

Las variables que determinan el funcionamiento del baño de fluxado de la planta industrial son:

- *Composición inicial del baño:*
 - Agua
 - Sales 400 g/l: Cloruro de cinc y Cloruro amónico proporción (60/40)

- *Composición del baño en funcionamiento:*
 - Agua
 - Sales : Cloruro de cinc y Cloruro amónico.
 - Sales ferrosas
 - Hidróxidos de hierro
- *Rango de temperaturas de funcionamiento:* entre 45-50°C
- *Tiempo de inmersión:* Una vez más, el tiempo dependerá de la cantidad de piezas que lleve colgada la percha, el material del que están fabricadas y la geometría de estas.
- *Rango de PH de la disolución:* entre 4 y 5, que permite que los iones hierro arrastrados de etapas anteriores precipiten como hidróxidos y al mismo tiempo se mantenga el poder decapante del baño.

Baño de fluxado de la planta piloto

En los ensayos que se realizan en la cuba de fluxado de la planta piloto se puede estudiar la dependencia que de cada uno de los anteriores factores tiene el resultado del proceso. Así se puede:

- Estudiar los efectos que se producen sobre la eficacia del proceso y sobre la emisión de humos tras la inmersión, al utilizar en lugar de la sal de cloruro de amonio, una sal de cloruro de potasio.
- Determinar los valores de pH a los que es recomendable trabajar, considerando que son recomendables valores cercanos a pH 4,5, que existe un límite de pH a partir del cual se produce la precipitación de los iones de hierro arrastrados de otros baños, como hidróxidos de

hierro y que existe otro límite a partir del cual se pierde el poder decapante del baño.

- Hacer un seguimiento de la variación de la densidad de la disolución del baño con el tiempo y relacionarla con la eficacia de la operación. Ya que la densidad del baño es la medida de la concentración de sales en el baño, fundamentales en el proceso de fluxado.
- Evaluar el efecto que la temperatura de la disolución del baño tiene sobre la eficacia de la operación. La temperatura aumenta la solubilidad de las sales, por tanto un aumento de la temperatura del baño supone una mejora en el proceso. Es necesario determinar en que rangos de temperatura es conveniente trabajar.
- Mantener bajo control la formación de sustancias ferrosas que precipitan y son depositadas en el fondo de la cuba. Estos precipitados suponen un riesgo, ya que el nivel de depósitos puede ser tan alto que las piezas cuando son sumergidas en el baño entren en contacto con ellos. Esta cuba de menores dimensiones permite tomar muestras del fondo y vigilar el nivel de depósitos, tarea imposible de realizar en el baño real.

5.2.5 Estufa de secado

En la planta esta operación se realiza en un baño que actúa como estufa. Su único objetivo es secar la superficie de las piezas para evitar que lleguen al baño de cinc con restos de agua. El agua, al sumergir la pieza en el baño, se evapora inmediatamente provocando peligrosas salpicaduras.

Estufa calefactora de la planta piloto

En la planta piloto las piezas, antes de ser llevadas al crisol, se escurren perfectamente y son secadas utilizando un secador de mano. Este aparato proporciona el aire caliente necesario para secar la superficie de las piezas, debido al reducido tamaño de éstas, evitando así el riesgo de salpicaduras durante la inmersión de las piezas en el crisol.

5.2.6 Baño de cinc fundido o crisol

Este baño es el principal dentro del proceso que se lleva a cabo en la planta, porque es donde se lleva a cabo la galvanización. Es un baño de cinc fundido que se encuentra a una temperatura de 445-465° C en el que las piezas son introducidas. A esta temperatura el cinc de la cuba y el acero de las piezas muestran gran afinidad y, por difusión, forman aleaciones de Fe-Zn de espesor variable en la interfase.

VARIABLES FUNDAMENTALES DEL FUNCIONAMIENTO DEL BAÑO REAL DE LA PLANTA:

- *Composición inicial del baño:* El baño se compone de cinc fundido acompañado en mínimos porcentajes de otros elementos. En la tabla 2 se muestra un ejemplo orientativo de composición de un baño de cinc fundido.
- *Rango de temperaturas de funcionamiento:* Entre 445-465° C.
- *Tiempo:* Las piezas se suelen mantener sumergidas durante uno o dos minutos.
- *Velocidad:* las velocidades de inmersión y extracción de las piezas son determinantes en las propiedades del producto galvanizado.
 - La velocidad de inmersión ha de ser lo más alta posible, para conseguir que la exposición al cinc dure el mismo tiempo para

todas las piezas y el espesor que alcancen sea uniforme en toda la superficie.

- La extracción ha de ser lenta para evitar que aparezcan gotas y grumos en la superficie, consiguiéndose además que el cinc no aleado que queda sobre la superficie reaccione con el sustrato y se formen más compuestos Zn-Fe.

Baño de cinc fundido de la planta piloto

En el baño de cinc de la planta piloto se pueden realizar ensayos diversos, combinando los factores especialmente influyentes en la calidad y el espesor del recubrimiento de las piezas:

- El cinc utilizado puede ser más o menos puro y dentro de las impurezas que pueden acompañarlo existen impurezas que provocan efectos beneficiosos en el galvanizado y otras que provocan efectos negativos. En este baño de simulación se pueden comprobar los distintos efectos sobre la superficie de las piezas galvanizadas.
- El rango de temperaturas a las que trabaja el horno de la planta se sitúa entre 445 y 465°C. Las pruebas que se realizan en el baño cerámico permiten determinar, dentro de ese rango cual es la temperatura que da lugar a mejores resultados.
- El tiempo de inmersión de la pieza está establecido entre uno y dos minutos pero se puede ir probando para averiguar los tiempos exactos en función del tipo de material, la geometría de la pieza y el número de piezas sumergidas.

- Las velocidades de inmersión y de extracción de la pieza del baño de cinc, aunque ya se sabe que la primera ha de ser alta y la segunda baja, pueden determinarse mediante la experimentación con el fin de conseguir los valores óptimos de estas velocidades.
- El modo de sacudido y limpieza de las piezas al ser extraídas del baño también puede ensayarse. Poder experimentar en el modo de sacudido es muy interesante porque en la planta real, en la que el número de piezas sumergidas suele ser grande y el tiempo para hacer pruebas suele ser escaso, los operarios no se pueden permitir perder el tiempo en esas pruebas y la información que puede aportar la simulación es importante para el resultado final del galvanizado.

5.2.7 Baño de enfriamiento

Como indica su propio nombre en este baño se enfrían las piezas al extraerlas del baño de cinc fundido, desde 400°C hasta temperatura ambiente, para permitir la manipulación y la inspección en la zona de descuelgue.

VARIABLES FUNDAMENTALES DEL FUNCIONAMIENTO DEL BAÑO DE ENFRIAMIENTO DE LA PLANTA:

- *Composición inicial del baño:* El baño inicialmente se encuentra únicamente compuesto de agua.
- *Composición del baño en funcionamiento:* El agua va siendo lentamente contaminada por restos de hierro y cinc procedentes del recubrimiento que acaba de recibir la pieza.
- *Temperatura de trabajo:* Temperatura ambiente.

- *Tiempo de inmersión:* Una vez más, el tiempo dependerá de la cantidad de piezas que lleve colgada la percha, el material del que están fabricadas y la geometría de éstas.

Baño de enfriamiento de la planta piloto

La experimentación que es posible realizar en este baño es bastante reducida. El enfriamiento es un paso necesario del proceso, pero las únicas conclusiones que se pueden extraer de los ensayos que en él se realizan están relacionadas con el efecto que tiene el tiempo que dura la inmersión de las piezas en la temperatura de salida de las piezas y en el aspecto externo de éstas.

5.2.8 Baño de pasivado

El objetivo de este baño es recubrir la pieza galvanizada con una película de cromo con el fin de dar a la capa de cinc una resistencia aún mayor a la corrosión y proporcionar un aspecto más brillante a la superficie de la pieza.

VARIABLES FUNDAMENTALES DEL FUNCIONAMIENTO DEL BAÑO DE PASIVADO DE LA PLANTA:

- *Composición inicial del baño:* el baño está compuesto por un 99% de agua y un 1% de Novocoat 800, una solución acuosa de ácidos y sales de Cromo.
- *Composición del baño en funcionamiento:* el baño no varía prácticamente de composición durante el funcionamiento, únicamente puede reducir mínimamente su porcentaje de Novocoat 800.
- *Temperatura de trabajo:* temperatura ambiente.

- *Tiempo de inmersión:* como ocurre en el resto de baños, el tiempo dependerá de la cantidad de piezas que lleve colgada la percha, el material del que están fabricadas y la geometría de éstas.

Baño de pasivado de la planta piloto

La experimentación que se puede realizar en este baño de ensayo consiste en variar el tiempo de inmersión. Las modificaciones efectuadas se tienen que relacionar obligatoriamente con las propiedades de las piezas, ya que, en este baño, el proceso que se produce es la formación de capas de conversión sobre acero galvanizado, que suponen un aumento de la adherencia, de la resistencia a la corrosión y de la protección ante el manchado del material que aparece durante el almacenamiento y transporte.

En la tabla 4 se muestran resumidamente las variables de funcionamiento y los estudios que se pueden realizar en cada uno de los baños de la sección de simulación.

Baños	VARIABLES DE FUNCIONAMIENTO	ESTUDIOS DE SIMULACIÓN
Desengrase	Composición: H ₂ O, HCl (33%) y emulgentes Temperatura de trabajo (35-45°C) Tiempo de inmersión Agitación	Trabajos con distintos emulgentes Comprobar la eficacia con la temperatura y tiempo de inmersión Influencia de la temperatura en la cantidad de Fe máxima permitida Efecto de la agitación
Decapado	Composición: H ₂ O, HCl (33%) e inhibidor Temperatura de trabajo Tiempo de inmersión Agitación	Pruebas con distintos inhibidores Influencia de la temperatura en la velocidad de decapado Búsqueda de la concentración de HCl que permita trabajar a la máxima velocidad sin atacar el metal Determinar la relación entre las concentraciones de HCl y Fe y su efecto en la eficacia del proceso
Prefluxado	Composición: H ₂ O Tiempo de inmersión	Efecto del tiempo de inmersión de las piezas en la cantidad de sustancias ferrosas encontradas en baños posteriores

Baños	VARIABLES DE FUNCIONAMIENTO	ESTUDIOS DE SIMULACIÓN
Fluxado	Composición: H ₂ O y sales de ZnCl ₂ y NH ₄ Cl Temperatura de trabajo (35-45°C) Tiempo de inmersión PH de la disolución (4-5)	Pruebas con distintas sales Determinar valores de los valores de pH más recomendables dentro del rango Estudiar la relación de la eficacia del fluxado con la densidad del baño y su variación con el tiempo Comprobar la mejora de la eficacia con el aumento de la temperatura de la disolución Control de la formación de precipitados ferrosos
Crisol	Composición del baño: Zn, Pb, Al, Cd y trazas de otros metales Temperatura de trabajo (445-465°C) Tiempo de inmersión Velocidades de inmersión y extracción de piezas	Comprobar los resultado al utilizar cinc de diferentes purezas Seleccionar la temperatura y el tiempo de inmersión más conveniente para cada tipo de piezas Precisar los valores de velocidad de inmersión y extracción Experimentar los distintos modos de sacudido de piezas
Enfriamiento	Composición: H ₂ O Tiempo de inmersión	Estudiar la relación entre el tiempo de inmersión y el aspecto superficial de las piezas
Pasivado	Composición: H ₂ O y agente pasivante Tiempo de inmersión	Estudiar el efecto del tiempo de inmersión en las propiedades materiales del recubrimiento

Tabla 4. Resumen de variables de funcionamiento y actividades a realizar en los baños de la sección de simulación del laboratorio

Es fundamental estudiar detenidamente las superficies de las piezas tras cada proceso simulado, para comprobar diferencias y determinar las condiciones que dan lugar a un galvanizado de mayor calidad. El estudio de dichas propiedades se realizará en el laboratorio de ensayos de caracterización de materiales, que se describe en el siguiente punto.

5.3 Sección de ensayos de materiales

La tercera sección del laboratorio centra su trabajo en el estudio de las características materiales de las piezas galvanizadas en la planta y en la sección de simulación. En ella se llevan a cabo actividades relacionadas con la verificación del

cumplimiento de los requisitos exigidos por la normativa correspondiente para el recubrimiento de la superficie de las piezas galvanizadas.

5.3.1 Normativa de ensayos materiales

En la sección de ensayos materiales se procede a la verificación del cumplimiento de las propiedades del recubrimiento de la superficie de las piezas galvanizadas, dichas propiedades se especifican en una norma básica, la norma española e internacional UNE EN ISO 1461:1999 "Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo".

Además de esta norma UNE, para las piezas galvanizadas que van a formar parte de las instalaciones pertenecientes a la empresa Red Eléctrica de España, S.A. (REE), existe una especificación técnica de "Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente" que exige que las piezas cumplan las condiciones indicadas en la norma UNE EN ISO 1461 con una serie de complementos. En dicha especificación técnica se recogen:

- Las características de los recubrimientos sobre piezas de acero u otros materiales férreos, obtenidos por inmersión en cinc fundido.
- Los métodos de ensayo para determinación y evaluación de dichas características.
- Los planes de muestreo para evaluar y determinar dichas características.
- Los criterios de aceptación y rechazo de las piezas evaluadas.

A continuación se analiza la norma UNE EN ISO 1461 y seguidamente la especificación de Red Eléctrica Española.

5.3.1.1 Norma UNE EN ISO 1461:1999

La norma UNE EN ISO 1461:1999 es la norma que la asociación técnica española de galvanización y las empresas que de ella forman parte, tienen en cuenta para la inspección de piezas y la determinación de la calidad de sus recubrimientos.

La norma detalla que las propiedades que sirven de criterio para determinar la calidad de los recubrimientos son el aspecto superficial, el espesor y la adherencia.

Antes de empezar a estudiar cada propiedad determinante en la calidad del recubrimiento, conviene definir una serie de términos para entender perfectamente las indicaciones de la norma.

- **Masa del recubrimiento:** Masa total de cinc y/o de aleaciones de cinc-hierro por unidad de superficie, expresada en gramos por metro cuadrado, (g/m^2)
- **Espesor del recubrimiento:** Espesor total de cinc y/o aleaciones de cinc-hierro, expresado en micrómetros, (μm)
- **Superficie significativa:** Parte de la pieza cubierta o a cubrir por el recubrimiento, para la que el recubrimiento juega un papel esencial en cuanto a su utilización y/o su aspecto.
- **Área de referencia:** Área en cuyo interior tienen que efectuarse un número especificado de medidas individuales.
- **Muestra de control:** Pieza o grupo de piezas tomadas de un lote con fines de control.

- **Espesor local de recubrimiento:** Valor medio del espesor del recubrimiento obtenido a partir del número especificado de medidas efectuadas dentro de un área de referencia por un ensayo magnético.
- **Espesor medio de recubrimiento:** Valor medio de los espesores locales determinados sobre una pieza de gran tamaño, o bien sobre todas las piezas que constituyen la pieza de control.
- **Masa local de recubrimiento:** Valor de la masa del recubrimiento obtenido mediante un solo ensayo gravimétrico.
- **Masa media de recubrimiento:** Valor medio de las masas de recubrimiento obtenidas sobre una muestra de control.
- **Valor mínimo:** En el interior de un área de referencia, la media más baja obtenida a partir del número especificado de medidas en un ensayo magnético.
- **Lote para inspección:** Pedido o entrega individual.
- **Áreas sin recubrir:** Áreas de la superficie de los artículos de hierro o acero que no reaccionan con el cinc fundido.

Para evaluar las propiedades de cada lote de piezas galvanizadas, no se miden todas las piezas del lote, ya que pueden llegar a estar formados por miles de piezas, se toman un número determinado de piezas que conforman una muestra de control. La norma indica el número mínimo de piezas que han de constituir cada muestra de control, según sea el número total de piezas del lote a inspeccionar.

La tabla 5 indica el número mínimo de piezas a tomar de cada lote, para formar una muestra de control.

Número de piezas que forman el lote para inspección	Número mínimo de piezas en la muestra de control
1 a 3	Todas
4 a 500	3
501 a 1200	5
1201 a 3200	8
3210 a 10000	13
>10000	20

Tabla 5. Número mínimo de piezas que forman la muestra de control en función del número de piezas que forma el lote de inspección

Tras determinar el número mínimo de piezas que se han de someter a la inspección de las propiedades determinantes de la calidad del recubrimiento galvanizado, se analizan separadamente cada una de estas propiedades:

❖ **Aspecto**

En la inspección del aspecto de la superficie significativa de todas las piezas galvanizadas, debe comprobarse que está exenta de:

- Ampollas (Protuberancias sin metal sólido en su interior)
- Rugosidades
- Puntos punzantes
- Zonas no recubiertas
- Sales de flujo
- Grumos y cenizas de cinc

Al examinar el aspecto de la superficie significativa de las piezas hay que tener precaución y no confundir con causas de rechazo ciertas características de la superficie que pueden provocar confusión en la persona que inspecciona, como pueden ser:

- Las zonas grises oscuras (con aspecto celular)
- Una irregularidad superficial
- Las manchas de almacenamiento húmedo → Productos de corrosión blancos u oscuros, constituidos por óxidos básicos de cinc.

En caso de que, durante la inspección visual, se rechacen piezas, éstas deben reacondicionarse o galvanizarse de nuevo y someterse después a una nueva inspección visual.

❖ **Espesor**

Ésta es la más relevante de las tres propiedades, ya que la duración de la protección frente a la corrosión que proporcionan los recubrimientos aplicados mediante galvanización en caliente es proporcional al espesor de la capa de cinc adquirida.

Es importante, antes de señalar los valores de espesor indicados por la norma, comentar los métodos que pueden utilizarse para su determinación. Existen dos métodos, el método gravimétrico y el magnético.

- **Método gravimétrico:** Determina la masa de cinc depositada sobre una pieza de área conocida, tomada del producto o artículo que se desea ensayar, por diferencia de masa entre la de la probeta con recubrimiento y la de la misma probeta después de disolver el cinc con una disolución de ácido clorhídrico y cloruro antimoniado.

El valor de masa de cinc depositada se puede convertir en espesor local (micrómetros) dividiendo el valor obtenido por la densidad nominal del recubrimiento (7,2 g/cm³).

Este es el método al que se recurre en caso de arbitraje. No se utiliza en el control de calidad rutinario del taller de galvanización, ya

que se trata de un método destructivo y su realización requiere un tiempo considerable.

- **Método magnético:** En este método el espesor del recubrimiento se determina mediante aparatos que miden la atracción magnética entre un imán y el metal base, que está influenciada por la presencia del recubrimiento. Se realizan medidas individuales de espesor sobre una superficie muy pequeña.

Si el número de medidas realizadas sobre un área de referencia es suficiente, se obtendrá el mismo espesor local por el método magnético que por el método gravimétrico.

Este es el método más apropiado de medida de espesores dentro del taller de galvanización y es el que se utiliza en el control de la rutina de calidad.

Según la norma, excepto en caso de litigio, debe utilizarse un ensayo no destructivo para la determinación del espesor, a no ser que el cliente acepte que sus piezas puedan cortarse para hacer determinaciones de pérdida de masa.

Las medidas de espesor han de ser representativas de toda la superficie de la pieza, por lo que antes de realizarlas es importante decidir el número de áreas de referencia en las que se va a dividir la pieza, su situación y su tamaño.

La selección del número de áreas de referencia se hace en función del tamaño de las piezas que constituyen la muestra de control, siguiendo las indicaciones de la norma.

Superficie significativa de la pieza (m ²)	Número de áreas de referencia
$S > 2$	3
$1 < S < 2$	2
$0,1 < S < 1$	1
$S < 0,1$	Σ Areas ref = 0,1 m ²

Tabla 6. Número de áreas de referencia en función de la superficie significativa de la pieza

La tabla 6, elaborada con la información extraída de la norma, indica el número de áreas de referencia seleccionadas en función de la superficie de la pieza.

En cuanto a la selección del tamaño y la situación en la pieza de las áreas de referencia, la norma indica que:

- Las áreas de referencia han de tener al menos 0,1 m² y dentro de cada una de ellas han de realizarse como mínimo cinco lecturas magnéticas individuales.
- No deben realizarse medidas de espesor en superficies resultantes de cortes o en áreas situadas a menos de 10 mm de los bordes, ni en las esquinas, ni en superficies que hayan sido cortadas con soplete.

Los valores de espesor del recubrimiento varían según sea el espesor de la pieza, la norma establece los valores de espesor mínimo que han de tener los recubrimientos de las piezas galvanizadas en función de su espesor. La tabla 7 recoge los valores mínimos de espesor de recubrimiento correspondientes a las piezas de diferentes espesores.

Espesor de la pieza (mm)	Espesor local del recubrimiento (μm)	Espesor medio del recubrimiento (μm)
Acero ≥ 6	70	85
$6 >$ Acero ≥ 3	55	70
$3 >$ Acero $\geq 1,5$	45	55
Acero $< 1,5$	35	45
Piezas moldeadas ≥ 6	70	80
Piezas moldeadas < 6	60	70

Tabla 7. Espesores locales y medios mínimos en función del espesor de la pieza

La norma, junto con los valores mínimos de recubrimiento recogidos en la tabla 7, indican una serie de consideraciones a tener en cuenta al medir los espesores:

- Para cada área de referencia el espesor del recubrimiento ha de ser mayor o igual al espesor local de recubrimiento correspondiente indicado en la tabla 7.
- El espesor medio de todas las áreas de referencia de una muestra ha de ser mayor o igual al espesor medio de recubrimiento correspondiente indicado en la tabla 8.
- Las lecturas magnéticas individuales pueden ser inferiores a los valores indicados en la tabla 7.
- El valor medio del recubrimiento en cada área de referencia ha de ser mayor o igual al espesor local de recubrimiento correspondiente indicado en la tabla 7.

Cuando una muestra de control no cumple los requisitos de recubrimiento medio, se debe volver a medir sobre el doble número de piezas del lote para ensayo que las tomadas inicialmente. Si esta nueva muestra de control ampliada es conforme, todo el lote debe aceptarse. Si no lo es, las piezas que no cumplan con los requisitos deben rechazarse a no ser que el cliente autorice su regalvanización.

❖ **Adherencia**

Actualmente no existe norma ISO que especifique los ensayos de adherencia de los recubrimientos galvanizados sobre productos fabricados de hierro y acero.

Normalmente no es necesario ensayar la adherencia entre el recubrimiento de cinc y el metal de base, porque el procedimiento de galvanización se caracteriza por proporcionar una unión adecuada para resistir una manipulación coherente con la naturaleza y el espesor del recubrimiento y correspondiente a un empleo normal del producto galvanizado sin que se produzcan desprendimientos o exfoliaciones.

En el caso en los que sea necesario ensayar la adherencia, por ejemplo, para casos en los que las piezas metálicas van a estar sometidas a sollicitaciones mecánicas elevadas, cualquier ensayo debe realizarse únicamente sobre las zonas en las que la adherencia sea importante para a efectos de la utilización prevista y siempre como consecuencia de un acuerdo entre el cliente y el galvanizador.

Para los casos en los que tras la galvanización aparecen piezas que presentan áreas sin cubrir porque no han reaccionado con el cinc fundido, la norma contempla un tratamiento de Reacondicionamiento.

Para que una pieza se pueda reacondicionar ha de cumplir unos requisitos:

- El conjunto de las superficies de la pieza a reacondicionar no debe superar el 0,5% de la superficie total de la misma.
- Cada superficie no recubierta no debe medir más de 10 cm².

Cuando las superficies no recubiertas superan dichos valores, la pieza debe ser regalvanizada, salvo acuerdo en contrario entre el cliente y el galvanizador.

Métodos de reacondicionamiento:

- Mediante proyección térmica de cinc.
- Pintura rica en cinc.
- Barras de aleación de cinc.

Cuando el cliente advierta algún requisito especial en relación con la pieza, el galvanizador debe informar al cliente del método de reacondicionamiento propuesto antes de su aplicación.

El tratamiento debe incluir la limpieza, la eliminación de óxido y cualquier otro pretratamiento que sea necesario para garantizar la adherencia.

El recubrimiento de las zonas reacondicionadas debe de cumplir una serie de requisitos:

- Presentar un espesor de recubrimiento al menos 30 veces superior a los valores indicados en la tabla 7, salvo que el cliente indique lo contrario al galvanizador.
- Ser capaz de proporcionar protección de sacrificio al acero sobre el que se aplique.

5.3.1.2 Especificación técnica de Red Eléctrica Española

Es la especificación técnica que se utiliza para la inspección del recubrimiento de las piezas galvanizadas que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica de España, S.A. (REE). En ella se recogen las características de los

recubrimientos, los métodos de ensayo para su determinación y evaluación y el establecimiento de planes de muestreo y criterios de aceptación y rechazo.

La especificación indica que las piezas destinadas a las instalaciones de Red Eléctrica de España, S.A. (REE) cumplirán las condiciones indicadas en la norma UNE EN ISO 1461 con una serie de complementos.

Las características que servirán de criterio para establecer la calidad de los recubrimientos galvanizados en caliente serán, el aspecto superficial, la continuidad y uniformidad del revestimiento, el espesor de la capa y la adherencia, a continuación se analizan separadamente y en este análisis se incluyen los complementos respecto a la norma UNE EN ISO 1461.

❖ Aspecto superficial

La inspección del aspecto superficial se realizará sobre la totalidad de la partida presentada a recepción. El recubrimiento deberá ser liso, uniforme, homogéneo, sin manchas, estando las piezas exentas de ampollas, escorias o proyecciones de soldadura, inclusiones de flujo, cenizas o motas apreciables a simple vista.

Las piezas no deberán tener glóbulos o depósitos de cinc que puedan perturbar el ensamblaje normal de las piezas o presenten inconvenientes o peligro en su manipulación.

El aspecto superficial se verificará por inspección ocular. Las características a controlar deberán estar de acuerdo con lo indicado. En algunos casos, el recubrimiento podrá presentar un aspecto gris mate, lo que no se considerará por sí solo como demérito del galvanizado.

❖ Continuidad y uniformidad del recubrimiento

El recubrimiento ha de presentar una continuidad y uniformidad tal, que la masa de cinc se encuentre uniformemente repartida y no aparezcan zonas desnudas en la superficie.

Para la verificación de la continuidad y de la uniformidad del recubrimiento se puede realizar el ensayo por inmersión en sulfato de cobre de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 7.183. Para superar satisfactoriamente el ensayo, las piezas galvanizadas han de soportar como mínimo 6 inversiones en sulfato de cobre.

Este ensayo podrá ser sustituido por la medida del espesor de recubrimiento. No obstante, el inspector de REE podrá solicitarlo cuando lo considere oportuno.

El número de piezas pertenecientes al lote a las que se le realiza la inspección de continuidad y uniformidad, se selecciona en función del total de piezas que conformen el lote, como se indica en la tabla 8.

Número de piezas en el lote	Número de piezas en muestra de control
2-50	2
51-500	3
501-3500	5

Tabla 8. Número de piezas que forman la muestra de control según el número de piezas totales del lote

En los tres casos, independientemente del número de piezas que se inspeccionen, no se acepta ninguna pieza que no cumpla los requisitos de continuidad y uniformidad.

❖ Adherencia

El recubrimiento no debe presentar ninguna exfoliación apreciable a simple vista; además, debe quedar lo suficientemente adherido para que la continuidad y

uniformidad de la capa no se vean alteradas durante las operaciones de transporte y de montaje.

Según la especificación técnica de REE, la verificación de la adherencia se realiza de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 37.501 “Galvanización en caliente, características y métodos de ensayo”. Ésta es una norma que se encuentra anulada por la norma UNE EN ISO 1461:1999 desde el 23 de Mayo del año 2002.

La norma UNE EN ISO 1461:1999 actualmente vigente, no recoge información sobre los posibles ensayos para verificar la adherencia, por tanto se recurre a la anulada en la cual se hacía referencia a los distintos métodos existentes.

Los ensayos de verificación de la adherencia varían según sea el proceso mediante el cual se galvanizan las piezas. La planta de la cual va a formar parte el laboratorio a diseñar, realiza el proceso de galvanizado discontinuo en caliente por inmersión en un baño de cinc fundido, por tanto de los ensayos recogidos en la norma UNE 37.501, únicamente son aplicables el de acuchillado y el de martillado.

- **Ensayo de acuchillado:**

- Se utiliza para la determinación de la adherencia del recubrimiento sobre superficies de artículos diversos.
- Consiste en aplicar la punta de un cuchillo poco afilado sobre la superficie del recubrimiento.

- **Ensayo de martillado:**

- Se utiliza para inspeccionar la adherencia en superficies planas de recubrimientos galvanizados de elementos estructurales de acero de 8mm o más de espesor, pero no es aplicable para inspeccionar recubrimientos de espesor superior a 120 micrómetros.

- Consiste en realizar dos o más huellas sobre la superficie de la pieza galvanizada, mediante la percusión con un martillo de dimensiones, masa y forma normalizadas

La inspección de la adherencia no se realiza al total de piezas que componen un lote, si no que se realiza un muestreo en el cual se selecciona un número determinado de piezas en función del tamaño del lote.

La especificación técnica indica el número de piezas a inspeccionar y los criterios de aceptación y rechazo según el número total de piezas que componen el lote. La tabla 9 recoge dicha información, señalando el número de piezas a inspeccionar, el número de piezas aceptadas sin cumplir la especificación y el número de piezas que se pueden rechazar por no cumplirla, según sea el tamaño del lote inspeccionado.

Tamaño del lote (Nº de piezas)	Número de Muestras	Piezas aceptadas	Piezas rechazadas
Hasta 15	2	0	1
16 a 50	3	0	1
51 a 150	5	0	1
151 a 500	8	1	2
501 a 3200	13	1	2
3201 a 35000	20	3	4

Tabla 9. Muestreo para inspeccionar Adherencia y Espesor

❖ **Espesor del recubrimiento**

Como se indicaba anteriormente en la exposición de los criterios de calidad de un recubrimiento evaluados por la norma UNE EN ISO 1461:1999, el espesor del recubrimiento es la propiedad más relevante ya que la cantidad de cinc adquirida por la

superficie de la pieza al galvanizarse proporcionará una protección proporcional contra la corrosión.

La especificación de REE indica valores mínimos puntuales y valores mínimos medios de espesor del recubrimiento en función del espesor del material, dichos valores se recogen en la tabla 10.

Espesor del Material (mm)	Espesor del Recubrimiento (Valores mínimos)	
	Espesor Puntual (μm)	Espesor medio (μm)
$e > 5$	75	90
$5 < e > 2$	70	80

Tabla 10. Espesores del recubrimiento en función del espesor del material.

La verificación del espesor de recubrimiento se realiza preferentemente, por el método no destructivo. Se realizan no menos de 5 medidas puntuales, para determinar el valor mínimo y medio del espesor de recubrimiento en cada pieza, que deberán cumplir lo indicado en la tabla 10.

Igual que ocurre con el resto de propiedades, cuando se inspecciona el espesor del recubrimiento, no se somete a ensayo todas las piezas que componen el lote, si no que se selecciona y se inspecciona un número determinado de piezas.

Las indicaciones de la especificación técnica en cuanto al número de piezas a inspeccionar y los criterios de aceptación y rechazo de piezas que se utilizan durante la inspección del espesor del recubrimiento, coinciden con los usados en la inspección de la adherencia de la superficie de las piezas galvanizadas y pueden consultarse en la tabla 9 que se aparece anteriormente en el documento.

5.3.2 Procedimientos de ensayo

En la tabla 11 se especifican las propiedades que sirven de criterio para determinar la calidad de los recubrimientos de las piezas galvanizadas, indicando el modo de determinación de cada propiedad en función de la normativa o especificación técnica que se utilice en la inspección.

Propiedades	Normativa	Modo de Determinación
Aspecto Superficial	UNE 1461 Especificación REE	Inspección visual
Espesor	UNE 1461 Especificación REE	Método gravimétrico Método magnético
Adherencia	UNE 1461 Especificación REE	Ens. de acuchillado Ens. de martillado
Continuidad y Uniformidad	Especificación REE	Medida de espesor Ensayo de Inmersión en Sulfato de cobre

Tabla 11. Propiedades que sirven de criterio para determinar la calidad de los recubrimientos de las piezas galvanizadas, normativa y método de determinación utilizado.

Los procedimientos de todos los ensayos, los recogidos en la norma UNE EN ISO 1461:1999 y los de la especificación técnica de la empresa Red Eléctrica Española se recogen en el anexo número 2. Los procedimientos están elaborados con el formato exigido por la norma UNE-EN ISO /IEC 17025 con el propósito de garantizar la repetibilidad de cada uno de los ensayos.

6 EQUIPAMIENTO DE LAS SECCIONES

6.1 Equipos de la sección de análisis químicos

En la sección de análisis químicos las determinaciones se realizan manualmente, aunque también se cuenta con un equipo que, de manera automatizada, determina el contenido de algunas sustancias en las muestras. Por tanto esta sección tiene equipos de dos tipos, según sea el modo de realización de los análisis.

6.1.1 Determinaciones realizadas manualmente

6.1.1.1 Instrumentación

En caso de que las determinaciones y medidas de los parámetros se realicen manualmente, la cantidad de instrumental necesario es mayor, pero el coste de éste es muy inferior al del equipo automático.

Para cada análisis se requiere un número determinado de instrumentos. Como el tipo de instrumentos a utilizar suele ser común para todos los análisis, se presentan en varias tablas los instrumentos más utilizados y el número necesario de cada uno de ellos según el análisis a realizar. (Ver tablas 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18)

ANÁLISIS	PROBETAS		
	250 ml	100 ml	25 ml
HCl	1		
Fe ²⁺	1		
Zn ²⁺	1		1
NH ₄ Cl	1	1	
ZnCl ₂	1	1	1
Cl ⁻	1		
Novocoat®	1		
Densidad	1		
TOTAL	8	2	2

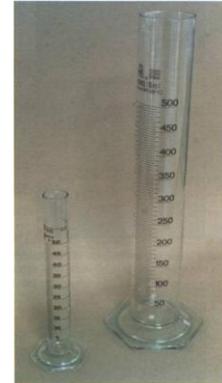


Imagen 2. Probetas

Tabla 12. Probetas



Imagen 3. Pipetas

ANÁLISIS	PIPETAS			
	2 ml	5 ml	10 ml	25ml
HCl	1			
Fe ²⁺			2	
Zn ²⁺	1		3	1
NH ₄ Cl			1	1
ZnCl ₂		1	2	1
Cl ⁻		1		1
Novocoat®	1			
Total	3	2	8	4

Tabla 13. Pipetas

ANÁLISIS	BURETAS	
	25 ml	50 ml
HCl	1	
Fe ²⁺		1
Zn ²⁺	1	
NH ₄ Cl		1
ZnCl ₂		1
Cl ⁻		1
Novocoat®	1	
TOTAL	3	4



Imagen 4. Bureta

Tabla 14. Buretas

ANÁLISIS	MATRACES AFORADOS			
	100 ml	250ml	500ml	1000ml
HCl				
Fe ²⁺	1			
Zn ²⁺				1
NH ₄ Cl			1	
ZnCl ₂			1	
Cl ⁻		1		
Novocoat®				
TOTAL	1	1	2	1



Imagen 5. Matraz aforado

Tabla 15. Matraces aforados

ANÁLISIS	MATRACES ERLENMEYER		
	100 ml	250 ml	300 ml
HCl		3	
Fe ²⁺	3		
Zn ²⁺	4		
NH ₄ Cl		1	
ZnCl ₂			3
Cl ⁻	2		
Novocoat®	3		
TOTAL	12	4	3



Imagen 6. Matraz erlenmeyer

Tabla 16. Matracas erlenmeyer

ANÁLISIS	INSTRUMENTACIÓN VARIADA				
	Vasos de precipitado	Matraz Kjeldahl	Embudos	Pipeteadores	Cuentagotas
HCl	-		1	1	1
Fe ²⁺	1		1	2	1
Zn ²⁺	1		2	3	
NH ₄ Cl	2	1	1	2	1
ZnCl ₂	1		1	2	1
Cl ⁻	1		1	1	1
Novocoat®	-		1	1	1
TOTAL	6	1	8	12	6

Tabla 17. Instrumentación variada

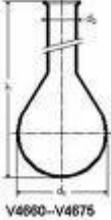
Vasos de precipitado	Matraz Kjeldahl	Embudos	Pipeteadores	Cuentagotas
				

Tabla 18. Imágenes de instrumentación variada

El laboratorio ha de contar con una serie de aparatos e instrumentos además del instrumental descrito hasta ahora. Algunos instrumentos son necesarios para realizar medidas que se utilizan en la determinación de alguna de las sustancias como son la determinación de la masa y la determinación de la densidad, y otros instrumentos se utilizan para medir parámetros independientes, como son el pH y la temperatura.

En el caso de la medida de la masa, el laboratorio debe de contar con una balanza automática. (Imagen 7)



Imagen 7. Balanza electrónica

Para medir la densidad de las muestras recogidas de los baños, se utilizan densímetros. Son instrumentos en los que se distinguen dos partes, la inferior que consiste en un flotador de vidrio lastrado con perdigones de plomo y la parte superior que es una escala graduada. El laboratorio dispone de varios densímetros con diferente graduación para medir disoluciones de distintas densidades. (Imagen 8)



Imagen 8. Densímetro

La medida del pH y de la temperatura de las muestras a analizar en el laboratorio se realizan utilizando un equipo que realiza simultáneamente ambas medidas, un medidor de pH y temperatura con microprocesador. (Imagen 9)



Imagen 9. Medidor de pH y Temperatura

6.1.1.2 Reactivos

Para cada una de las determinaciones se requiere la utilización de unos reactivos y unos indicadores determinados. Todos ellos vienen recogidos en los procedimientos normalizados de trabajo incluidos en los anexos. En la tabla 19 aparecen todas las determinaciones que se realizan en el laboratorio y los reactivos que para cada una de ellas son necesarios. Del mismo modo en la tabla 20 se plasman los indicadores utilizados en las determinaciones.

Determinaciones		HCl	Fe ²⁺	Zn ²⁺	NH ₄ Cl	ZnCl ₂	Cl ⁻	Novocoat®
Reactivos								
Agua destilada		X	X	X	X	X	X	X
Hidróxido Sódico	1N	X						
	0,1N							X
	5N				X			
Permanganato Potásico 0,1N			X					
Ácido Sulfúrico	Conc.		X					
	30%			X				
	0,5N				X			
EDTA 0,1N				X		X		
Ácido Nítrico Conc.					X	X		
Hexametilentetramina						X		
Nitrato de Plata 0,1N							X	
Cromato Potásico 5%							X	
Ácido Bórico Conc.					X			

Tabla 19. Reactivos para los análisis manuales

Determinaciones		HCl	Fe ²⁺	Zn ²⁺	NH ₄ Cl	ZnCl ₂	Cl ⁻	Novocoat®
Indicadores								
Anaranjado de metilo		X						
Tableta indicadora merck				X				
Rojo de metilo					X			

Anaranjado de Xilenol					X		
Fenoltaleina							X

Tabla 20. Indicadores para los análisis manuales

6.1.2 Determinaciones automáticas

La decisión de automatizar los análisis realizados en el laboratorio ha de ser estudiada. La automatización de los análisis es costosa, y resulta rentable dependiendo de la importancia que la sustancia a determinar tenga en el proceso de galvanizado y el número de veces que se realice.

Las determinaciones de ácido clorhídrico y de hierro son las que hay que realizar más asiduamente, ya que sus concentraciones varían con mayor facilidad y es fundamental mantenerlas bajo control debido a la importancia de un pretratamiento adecuado para un galvanizado satisfactorio. Mientras que el resto de determinaciones conviene realizarlas cada 500 toneladas de hierro que se galvanicen, las de ácido clorhídrico y de hierro han de realizarse una vez al menos por cada 300 toneladas de hierro galvanizado.

Considerando que la empresa en la cual se va a ubicar el laboratorio que se está proyectando, galvaniza 2000 toneladas de hierro al mes y que se trabajan 5 días a la semana, cada día se galvanizan 100 toneladas de hierro. Por tanto los análisis de ácido clorhídrico y de hierro han de realizarse cada tres días y el resto cada cinco días. Además hay que tener en cuenta que estas dos sustancias se determinan a un número mayor de baños que el resto.

Por las razones expuestas anteriormente, se decide utilizar un método semiautomatizado de medida únicamente para las determinaciones de ácido clorhídrico y de hierro.

El análisis del **ácido clorhídrico** se lleva a cabo mediante una reacción ácido-base, en la que el punto final de la valoración se determina mediante la medida del pH. El método de medida utilizado es la potenciometría, en la cual la medida del pH se basa en la transformación de la señal eléctrica obtenida con un electrodo de vidrio(indicador) y uno de referencia. Dicha señal es proporcional a la actividad de los iones H^+ , de acuerdo con la ley de Nernst. El electrodo de vidrio proporciona un potencial que depende directamente del pH de la muestra, mientras que el electrodo de referencia tiene un potencial constante frente al que se compara el obtenido con el electrodo indicador.

La determinación del contenido en **hierro** de los baños se realiza mediante una reacción redox, en la cual se mide el potencial de óxido-reducción, el método utilizado es la potenciometría en la que se utiliza un pH-metro midiendo mV y un electrodo metálico. Para esta determinación es conveniente utilizar un electrodo metálico de oro, especialmente indicado para disoluciones ácidas en las que exista presencia de hierro.

Tras consultar catálogos de empresas especializadas en el suministro de equipos de análisis químicos, se comprueba que existen equipos que permiten realizar ambas determinaciones adaptándole los sensores adecuados, que en este caso serán de medida de pH y de medida del potencial redox, también es interesante incluir una sonda de temperatura.

Además de todo lo comentado, el equipo presenta la ventaja de que se le pueden adaptar electrodos selectivos, para el caso en el que se decida automatizar también la determinación de sustancias como los cloruros y el cloruro de amonio.

El equipo seleccionado permite realizar simultáneamente las medidas de pH, temperatura y las determinaciones de ácido clorhídrico y de hierro en 14 muestras, sin intervención del operario, lo que supone una disminución muy importante del trabajo de análisis del laboratorio. (Imagen 10)



Imagen 10.Equipo automático de análisis

6.2 Equipos de la sección de simulación en la planta piloto

La instalación en la que se simula está formada por seis cubas prismáticas cubas prismáticas de dimensiones ancho x largo x alto de 40 x 40 x 45 cm, y un horno cerámico de 50 cm de diámetro y 76 cm de altura.

Como se señalaba anteriormente, todas las cubas prismáticas se encuentran unas junto a otras, con una separación de 15 cm entre unas y otras para evitar que se produzcan salpicaduras que provoquen la contaminación de sus contenidos. Todas ellas se sitúan sobre una poyata colocada a una altura tal que facilite la introducción y la extracción de las piezas, teniendo en cuenta que las cubas tienen una altura de 45cm, la poyata ha de elevarse unos 70 cm sobre el suelo.

Por encima de los baños de desengrase y decapado, se sitúa una campana extractora que se encarga de retirar gases ácidos procedentes de las diferentes operaciones.

El manejo de las piezas se realiza utilizando un utensilio con forma de gancho, que se introduce por un orificio que presentan todas las piezas que se someten a ensayo.

Para facilitar la realización de los ensayos; se cuenta con un dispositivo de barras elevadas situadas encima de la cadena de baños, dos barras cilíndricas colocadas a

diferentes alturas y con distintas funciones. La barra situada por debajo se usa para enganchar el utensilio y mantener las piezas sumergidas en la cuba sin que entren en contacto con ninguna de las superficies de ésta. La barra más elevada se utiliza para mantener las piezas sobre el baño sin que se encuentren sumergidas, de manera que escurran en la cuba de la que se acaban de extraer.

Así, cambiando únicamente el utensilio con forma de gancho de una barra a otra, de la misma manera que ocurre en la planta real, las piezas pueden ser desplazadas fácilmente de un baño a otro, se pueden escurrir y dejar sumergidas sin que sea necesario sostenerlas.

Se cuenta con ganchos de diferentes longitudes para utilizar en función de las dimensiones de la pieza con la que se va a ensayar. De esa manera, se asegura en todos los ensayos que las piezas se sumergen completamente y que no rozan la superficie inferior de las cubas. Para los casos en los que las piezas que deban colgarse por más de un punto, se utiliza un alambre que pase por los puntos de cuelgue y es éste el que se engancha al gancho.

Las cubas prismáticas en las que se realiza la preparación de las piezas para ser galvanizadas y en las que se efectúa el postratamiento tienen un volumen total de 72 litros. Por razones de seguridad durante los trabajos efectuados en ellas, las cubas no se encuentran completamente llenas para evitar los posibles derrames que puedan suceder al introducir y extraer las piezas. Considerando que tienen una altura de 45 cm, es conveniente que el contenido no sobrepase los 35 cm, con lo que el volumen de disolución contenido en las cubas se reduce a 56 litros.

El contenido de cada cuba se corresponde con el de las reales de la planta, por tanto escalando las composiciones de los baños de la planta al volumen útil de las cubas, se determinan las cantidades de cada uno de los componentes que han de contener las cubas de ensayo.

El baño de desengrase y el de flux trabajan a una temperatura por encima de la ambiental, por lo que, las cubas de ensayo correspondientes a dichos baños, cuentan con resistencias eléctricas que se encargan de calentar las disoluciones hasta la temperatura adecuada de trabajo. Dichas resistencias poseen incorporado un dispositivo de control de temperatura, que activa y desactiva automáticamente el funcionamiento de la resistencia.

Los baños de decapado y de desengrase de la planta, cuentan con un sistema de aireación mediante el cual, se agita el contenido de los baños, para mantenerlo mezclado. En las cubas de ensayo dicha agitación se logra manualmente introduciendo y extrayendo la pieza con la que se está ensayando.

Como se comentaba anteriormente el crisol de cinc fundido que se utiliza en la sección de simulación consiste en un horno calefactado. Para conseguir que se mantenga la temperatura que exige la operación de galvanizado, la parte interior del horno, la que está en contacto con el cinc, es de material cerámico, porque es un tipo de material que soporta adecuadamente dichas temperaturas. Dicha estructura cerámica está contenida en un soporte metálico y el espacio intermedio entre ambos se encuentra cubierto con material de asilamiento, que minimiza las pérdidas de calor del horno.

Para alcanzar la temperatura que requiere el galvanizado, alrededor de los 460°C, es necesario que el horno posea en su interior unas resistencias, que transmitan al cinc el calor necesario para que se funda. Estas resistencias poseen su propio control de temperatura, que las hace entrar en funcionamiento y desactivarse automáticamente.

Este horno, debido a la peligrosidad de las operaciones que en él se llevan a cabo, se sitúa alejado de la cadena de baños, además por encima de él, se coloca una campana extractora, que se encarga de retirar los humos que se producen durante la galvanización.

De la misma manera que el resto de baños, el baño de cinc fundido, no se encuentra lleno al 100% de su capacidad, por razones de seguridad y con el objetivo de

reducir el riesgo de salpicaduras, el contenido del horno no sobrepasa los 50 cm, con lo cual el volumen inicial del horno que es de 149 litros queda reducido a 98 litros.

En la tabla 21 se recogen las cantidades de las sustancias que forman las disoluciones a contener en cada una las cubas de ensayo y en el horno de cinc fundido, determinadas a partir de los datos de los volúmenes de los baños reales, de los datos de los volúmenes de las cubas de ensayo, tanto totales como útiles, y de los datos de las proporciones de las sustancias que componen las disoluciones de cada baño.

Baños	Volumen baño Real (m ³)	Volumen baño de simulación (l)		Composición		
		Total	Útil	Componentes	% Volumen	Cantidades (L)
Desengrase	210	72	56	H ₂ O	89,5%	50,1
				HCl	10 %	5,6
				P3-T-3151	0,5%	0,12
Decapado	210	72	56	H ₂ O	49,5%	27,7
				HCl	49,5%	27,7
				Rodine	1%	0,56
Preflux	103	72	56	H ₂ O	100%	56
Flux	103	72	56	H ₂ O	*71,43%	56
				ZnCl ₂	*17,14%	*13,44
				NH ₄ Cl	*11,42%	*8,96
Crisol	105	149	98	Zn	*98,9%	*692
				Pb	*1,1 %	*7,72
Enfriamiento	103	72	56	H ₂ O	100%	56
Pasivado	103	72	56	H ₂ O	99,9%	55,44
				HCl	1 %	0,56

* Porcentajes referidos a masa y cantidades expresadas en kilogramos

Tabla 21. Composición de los baños de simulación

6.3 Equipos de la sección de ensayos materiales

Como se explicó anteriormente, la superficie de las piezas galvanizadas en la planta se pueden inspeccionar siguiendo indicaciones recogidas en dos documentos diferentes:

- La norma española e internacional UNE EN ISO 1461:1999, “Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero”.
- La especificación técnica de “Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente” para las piezas galvanizadas que van a formar parte de las instalaciones pertenecientes a la empresa Red Eléctrica de España, S.A. (REE).

Cada uno de estos documentos recoge una serie de propiedades que sirven de criterio para determinar la calidad de los recubrimientos. En el punto 5.3.1 se recogían dichas propiedades y se explicaba el modo de determinación y la forma de realización de los ensayos para verificar cada una de ellas, en los casos en los que su determinación así lo exigiese.

Los equipos con los que es necesario contar en esta sección del laboratorio, son aquellos que se utilizan para la realización de las medidas y los ensayos de determinación de las propiedades exigidas por normativa a las superficies de las piezas galvanizadas.

Hay propiedades que se inspeccionan visualmente, con lo que normalmente no es necesario trasladar las piezas al laboratorio, otras sin embargo requieren para su determinación someter la pieza a unos ensayos determinados que exigen contar con una superficie del laboratorio adecuadamente acondicionada para su realización.

En la tabla 22 se recogen propiedades que sirven de criterio para determinar la calidad de los recubrimientos en las piezas inspeccionadas según la norma UNE EN ISO 1461:1999 y la especificación técnica de la empresa Red Eléctrica Española, el modo y el lugar de determinación de cada una y los materiales con los que hay que contar en esta sección para su determinación.

Propiedades	Normativa	Modo de Determinación	Lugar de Determinación	Material
Aspecto Superficial	UNE 1461 Especificación REE	Inspección visual	Planta / Laboratorio	_____
Espesor	UNE 1461 Especificación REE	Método gravimétrico Método magnético	Laboratorio Planta / Laboratorio	Equipo de ensayo gravimétrico Medidor magnético
Adherencia	UNE 1461 Especificación REE	Ens. de acuchillado Ens. de martillado	Laboratorio	Cuchillo Martillo de masa
Continuidad y Uniformidad	Especificación REE	Medida de espesor Ensayo de Inmersión en Sulfato de cobre	Planta / Laboratorio Laboratorio	Medidor magnético Equipo de ensayo de CuSO ₄

Tabla 22. Propiedades determinantes en la calidad del recubrimiento de las piezas galvanizadas

La realización del ensayo gravimétrico de determinación del espesor, requiere unos reactivos y materiales especiales, en el procedimiento normalizado de este ensayo recogido en el anexo 2 se enumeran los reactivos y materiales necesarios para relizarlo:

- Reactivos
 - Ácido clorhídrico
 - Cloruro antimonioso
 - Disolvente orgánico volátil

- Lavadero con agua corriente
- Balanza
- Horno
- Cuba o recipiente para inmersiones
- Cepillo
- 2 Paños de algodón

De la misma manera, la realización del ensayo de inmersión en sulfato de cobre, para la determinación de la continuidad y la uniformidad de la superficie de las piezas galvanizadas, también requiere unos reactivos y materiales, que se recogen detalladamente en el procedimiento específico de ensayo incluido en el anexo 2. Consultando dicho procedimiento se enumeran los materiales y reactivos necesarios:

- Reactivos
 - Sulfato de cobre comercial
 - Agua destilada
 - Hidróxido cúprico
 - Disolvente orgánico volátil
 - Alcohol
- Lavadero con agua corriente
- Placa calefactora
- Filtro o decantador
- Cuba o recipiente para sumergir las piezas
- Trapos de algodón
- Cepillo de cerdas duras

Todos los materiales necesarios para realizar estos dos ensayos y los demás, ya se realicen en la planta o en el propio laboratorio, requieren un lugar para almacenarlos, mientras no son utilizados. Por lo tanto esta sección cuenta con una serie de armarios diseñados específicamente para ese fin.

7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

7.1 Emplazamiento

La planta de galvanizado cuenta con una dependencia situada en la nave donde se encuentran los baños, que en la actualidad no está siendo utilizada. Esta sala presenta un espacio disponible de 150 m² y posee una entrada desde la planta y una salida directa al exterior, lo que facilita bastante el trabajo en el laboratorio, la entrada de materiales y sustancias y la salida de residuos de las distintas salas del laboratorio. Por estas razones se decide ajustar el diseño del laboratorio a dicha sala.

Esta sala ha de ser remodelada y adaptada a su nueva concepción, esa remodelación exigirá una obra civil consistente en levantar tabiques de separación entre las nuevas dependencias y adaptar las instalaciones de electricidad y fontanería para adecuarlas a las necesidades que presentan cada una de las salas de trabajo. Esos trabajos no se contemplan en este proyecto, el montaje de las instalaciones que se describen en el punto siguiente de este apartado, se realizarán una vez que se hayan llevado a cabo esos trabajos de remodelación y adaptación.

7.2 Distribución y dimensionamiento de las secciones

Como se ha justificado a lo largo de esta memoria, el laboratorio requiere tres zonas de trabajo distintas. Una sección únicamente dedicada a la realización de análisis químicos, otra a la experimentación y la otra al desarrollo de pruebas y ensayos de caracterización materiales.

Además de las tres zonas de trabajo comentadas hasta ahora, el laboratorio diseñado cuenta con dos dependencias adicionales, una en la que se instala una oficina, que cuenta con dos ordenadores y con mobiliario adecuado para guardar toda la documentación relacionada con cada uno de los trabajos llevados a cabo en el laboratorio y otra dedicada exclusivamente al almacenamiento de sustancias químicas.

Respecto al tamaño del laboratorio no existe un criterio definido; solamente se recomienda que debe disponerse de espacio suficiente para el normal desenvolvimiento del trabajo, siendo recomendable una superficie $>10 \text{ m}^2/\text{persona}$. En el RD 486/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se indican unas dimensiones mínimas de 3 m^3 no ocupados por trabajador o de 2 m^2 de superficie libre por trabajador. A continuación se relacionan ventajas o inconvenientes según se trate de un laboratorio grande (único) o varios pequeños.

- Laboratorios grandes:
 - Ventajas: Visibilidad (útil en casos de accidente); con un grupo pequeño de responsables se puede controlar y coordinar el trabajo en el mismo; ausencia de sensación de claustrofobia.
 - Inconvenientes: Los siniestros afectan a una gran superficie (lo que dificulta las acciones a tomar); es prácticamente imposible ventilarlos adecuadamente; puede reunirse en los mismos una elevada cantidad de personas (como ocurre en los de prácticas), con los problemas que ello representa en casos de emergencia y evacuación.

Teniendo en cuenta las razones anteriores, se comprende que estos recintos sean los que se suelen elegir para prácticas en centros de enseñanza, para trabajos en los que se necesita mucho personal para efectuar una determinada tarea o bien, cuando la generación de contaminación ambiental, incluyendo el ruido es escasa. El problema se plantea cuando la tarea a desarrollar conlleva la utilización de materiales inflamables, explosivos o de elevada toxicidad.

- Laboratorios pequeños:

Las ventajas e inconvenientes en este caso son, evidentemente, los contrarios a los indicados en el apartado anterior. La distribución y organización de los laboratorios pequeños puede optimizarse teniendo en cuenta, entre otras, las recomendaciones siguientes:

- Cada laboratorio estará ocupado por un técnico responsable, dos o tres ayudantes y un auxiliar.
- La superficie adecuada del laboratorio es función del tipo de trabajo a realizar; se recomienda preferiblemente entre 40 y 50 m², y que no sea inferior a 15 m².
- Deberá estar prevista la existencia de una mesa escritorio para cada uno de los colaboradores.
- El técnico responsable dispondrá de un despacho adosado. Para facilitar el contacto directo con el trabajo, el tabique de separación estará provisto de un cristal con una RF adecuada.

Para el cálculo de los metros cuadrados útiles de cada una de las dependencias, primero se determinan las dimensiones de cada uno de los equipos e instalaciones que cada una requiere y posteriormente se considera un espacio suficiente para que se pueda trabajar cómodamente en ellas. Dado que las actividades a realizar en cada una de las dependencias del laboratorio son bastante diferentes, primero se analizan las necesidades de espacio que tiene cada una separadamente.

7.2.1 Almacén

El objetivo de esta dependencia dentro del laboratorio es contener el stock de productos químicos, consiguiendo de esta manera que en el área de trabajo de cada una de las secciones se encuentren únicamente los productos que se vayan a utilizar.

Al tratarse de un almacenamiento de productos químicos, es necesario recurrir a la legislación vigente para diseñar una instalación segura, concretamente al **Real Decreto 379/2001**, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias **MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7**. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001.

Dichas Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), son las siguientes:

- ITC MIE APQ 1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
- ITC MIE APQ 2: Almacenamiento de óxido de etileno.
- ITC MIE APQ 3: Almacenamiento de cloro.
- ITC MIE APQ 4: Almacenamiento de amoníaco anhidro.
- ITC MIE APQ 5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- ITC MIE APQ 6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
- ITC MIE APQ 7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.
- ITC MIE APQ 8: Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno.

El problema es que dicha normativa sobre almacenamiento de productos químicos, excluye de su ámbito de aplicación los almacenamientos de productos químicos de capacidad igual o inferior a las que se indican en la tabla 23.

Líquidos inflamables y combustibles	Líquidos corrosivos	Líquidos tóxicos ^{a) b) c)} Cantidad total almacenada <600 L
≤ 50 L clase B	≤ 200 L clase a	
≤ 250 L clase C	≤ 400 L clase b	≤ 50 L clase T+
≤ 1000 L clase D	≤ 1000 L clase c	≤ 150 L clase T

- a) Los cocientes entre las cantidades almacenadas y permitidas para cada clase superará el valor de 1.
- b) La capacidad máxima unitaria de los envases en los almacenamientos exentos no podrá superar los 2 L para la clase T+ y los 5 L para la clase T.
- c) En las instalaciones excluidas se seguirán las medias de seguridad establecidas por el fabricante de los líquidos tóxicos que entregará la correspondiente documentación

Tabla 23 . Límites mínimos de capacidad para la aplicación de las ITC del RD 379/2001

Para comprobar si a la instalación que se está diseñando le son aplicables o no las ITC del Real Decreto de Almacenamiento de Productos químicos, es necesario analizar una a una todas las sustancias a utilizar.

Consultando los Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) incluidos en el anexo 1, donde se recogen todos los análisis que se realizan en la sección de análisis químicos del laboratorio y las fichas de seguridad correspondientes a cada sustancia, incluidas en el anexo 4, se obtiene el siguiente listado con las sustancias químicas necesarias para la realización de los análisis, su peligrosidad, la naturaleza de los riesgos específicos atribuidos (Frase R) y los consejos de prudencia relativos a cada sustancia (Frase S).

Reactivos		Peligrosidad	Frase R	Frase S
Hidróxido Sódico	1N	Corrosivo	35	26-37/39-45
	0,1N	-	-	-
	5N	Corrosivo	35	26-37/39-45
Permanganato Potásico 0,1N		Comburente Nocivo	8-22	-
Ácido Sulfúrico	Conc	Corrosivo	35	26-30-36/37/39-45
	30%	Corrosivo	35	26-30-36/37/39-45
	00,5N	Corrosivo	35	26-30-36/37/39-45
EDTA 0,1N		Irritante	36	-
Ác. Nítrico Conc.		Corrosivo	35	23c-26-36/37/39-45-51
Hexametileno-tetramina		Inflamable Nocivo	11-42/43	16-22-24-37
Nitrato de Plata 0,1N		Corrosivo	34-52/53	26-36/37/39-45-61

Cromato Potásico 5%	Tóxico PeligrosoM.A	43-46-49-51/53	24-37-45-53-60-61
Ácido Bórico Conc.	No clasif		

Tabla 24. Características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas a utilizar en la ección de análisis químicos

Cada una de las cubas de la sección de simulación contiene un volumen de 56 litros de disolución de sustancias químicas distinta en función de la operación que en ella se va a llevar a cabo, es importante tener en cuenta dichos contenidos y conocer las características de las sustancias que lo componen, a la hora de diseñar las instalaciones y el lugar de almacenaje. En las tablas 25, 26, 27, 28 y 29 se especifican las composiciones de cada una de las cubas de simulación de la planta piloto, indicándose las cantidades, las características de peligrosidad y las frases R y S de las sustancias químicas que forman la disolución contenida en cada baño, estas últimas indicaciones se extraen de las fichas de seguridad de las sustancias que están incluidas en el anexo 3.

➤ **Cuba de desengrase:**

Composición	%Volumen	Cantidad (l)	Pictograma	Frases R	Frases S
H₂O	89,5	50,1	-		
Ác.Clohídrico (33%)	10	5,6	Corrosivo Tóxico	23-35	1/2 – 9-26-36/37/39-45
P3-T 3151 ® (emulgentes e inhibidor)	0,5	0,12	Irritante	36	24-25-26-28-36-62-63-64

Tabla 25. Cantidades, características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas del baño de simulación de desengrase

➤ **Cuba de decapado:**

Composición	%Volumen	Cantidad (l)	Pictograma	Frases R	Frases S
H ₂ O	49,5	27,7	-		
Ác. Clohídrico (33%)	49,5	27,7	Corrosivo Tóxico	23-35	1/2 – 9-26-36/37/39-45
Rodine 60 ® (emulgentes e inhibidor)	1	0,56	Nocivo		

Tabla 26. Cantidades, características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas del baño de simulación de decapado

➤ **Cuba de prefluxado:**

Esta cuba está compuesta únicamente por agua.

➤ **Cuba de fluxado:**

Composición	Cantidad (kg)	Pictograma	Frases R	Frases S
H ₂ O	56	-		
Cloruro de cinc	13,44	Corrosivo Peligroso para M.A	34-50/53	1/2 -7/8-28-45-60-61
Cloruro de amonio	8,96	Nocivo	22-36	2–22

Tabla 27. Cantidades, características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas del baño de simulación de fluxado

➤ **Horno de cinc fundido:**

Composición	% Peso	Cantidad (Kg)	Pictograma	Frases R	Frases S
Cinc	98,9	692	Inflamable	15-17	2-7/8-43
Plomo	1	7,72	Tóxico Peligroso para M.A	61-20/22-33-50/53-62	53-45-60-61

Tabla 28. Cantidades, características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas del baño de simulación de crisol

➤ **Cuba de enfriamiento:**

Esta cuba está compuesta únicamente por agua.

➤ **Cuba de pasivado:**

Composición	%Volumen	Cantidad (l)	Pictograma	Frases R	Frases S
H ₂ O	99	55,44	-	-	-
Novocoat ® (agente pasivante)	1	0,56	Tóxico	23-36/37/38-42-43- 45-46-48/20-52-53	25-26-28-62

Tabla 29. Cantidades, características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas del baño de simulación de pasivado

En la sección de ensayos materiales, aunque los ensayos que se practiquen sean relacionados con las propiedades de las piezas resultantes, algunos de ellos requieren el uso de sustancias químicas para llevarlos a cabo. Dichos ensayos son el ensayo gravimétrico de la determinación del espesor de cinc en piezas galvanizadas y el ensayo de inmersión en sulfato de cobre para la verificación de la uniformidad del recubrimiento de la superficie de las piezas galvanizadas. En las tablas 29 y 30 se especifican las características de peligrosidad y las frases R y S de las sustancias químicas que se utilizan en cada ensayo.

➤ **Ensayo gravimétrico de la determinación del espesor de cinc en piezas galvanizadas**

Sustancias Químicas	Pictograma	Frases R	Frases S
Ac. Clorhídrico	Corrosivo Tóxico	23-35	1/2 – 9-26-36/37/39-45
Cloruro Antimonioso	Corrosivo Peligroso para M.A	34-51/53	1/2-26-45-61

Tabla 30. Características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas a utilizar en el Ensayo gravimétrico de la determinación del espesor

➤ **Ensayo de inmersión en sulfato de cobre para la verificación de la uniformidad del recubrimiento de la superficie de las piezas galvanizadas**

Sustancias Químicas	Pictograma	Frases R	Frases S
Sulfato de cobre	Nocivo Peligroso para M.A	22-36/38-50/53	2-22-60-61

Tabla 31. Características de peligrosidad y frases R y S de las sustancias químicas a utilizar en el Ensayo de inmersión en sulfato de cobre

Las cantidades de sustancias químicas necesarias para llevar a cabo dichos ensayos materiales son pequeñas.

Tras analizar las tablas anteriores, desde la número 25 a la número 31, se pueden conocer cuales son sus características de peligrosidad: hay productos corrosivos, tóxicos, peligrosos para el medio ambiente y algunos inflamables, y se comprueba que las cantidades que es necesario almacenar no alcanzan los límites mínimos a partir de los cuales el Real Decreto 379/2001 y sus ITC son aplicables, mostrados en la tabla 23. Aunque la instalación se encuentre exenta de dicha normativa reglamentaria vigente, para conseguir que sea lo más segura posible, se siguen recomendaciones técnicas basadas en dicho Real Decreto, se tienen en cuenta las fichas internacionales de seguridad química de cada una de las sustancias y se consultan las notas técnicas de prevención relacionadas con la instalación de un laboratorio (algunas de las cuales se detallarán en el apartado de seguridad y salud)

Existen unos criterios generales que es conveniente considerar en cualquier almacenamiento de productos químicos:

1. Comprobar que los productos químicos están adecuadamente etiquetados. En la etiqueta está la primera información sobre los riesgos de los productos químicos en los pictogramas de riesgo y las frases R, lo cual es una primera información útil para saber cómo hay que almacenar los productos.

2. Disponer de su ficha de datos de seguridad de cada una de las sustancias, en las que se recoge información sobre la manipulación y almacenamiento del producto químico y se da información de cómo almacenarlo.
3. Llevar un registro actualizado de la recepción de los productos que permita evitar su envejecimiento.
4. Clasificar y agrupar los productos por su riesgo respetando las incompatibilidades existentes entre sustancias químicas, las cuales se muestran en la tabla 32

	Explosivos	Comburentes	Inflamables	Tóxicos	Corrosivos
Explosivos	SI	NO	NO	NO	NO
Comburentes	NO	SI	NO	NO	NO
Inflamables	NO	NO	SI	NO	(1)
Tóxicos	NO	NO	NO	SI	SI
Corrosivos	NO	NO	(1)	SI	SI
Nocivos	NO	(2)	SI	SI	SI

(1) Se podrán almacenar conjuntamente si los productos corrosivos no están envasados en recipientes frágiles

(2) Se podrán almacenar juntos si se adoptan ciertas medidas de prevención. Son criterios generales

Tabla 32. Incompatibilidades en el almacenamiento de productos químicos.

Almacenamiento separado o conjunto

5. Colocar los productos considerando la clasificación realizada en función de las incompatibilidades, las restricciones de almacenamientos conjuntos y las cantidades máximas recomendadas. Evitar la colocación de todos los productos juntos formando un sistema tipo península, porque el personal puede quedar parcialmente encerrado entre estanterías y en caso de accidente puede verse

dificultado su retirada de la zona. Elegir la configuración más adecuada en función del tamaño del almacén. Existen dos posibles configuraciones:

- a) Sistema de islas: consiste en dedicar una serie de estanterías a una familia determinada (p.e., inflamables) de modo que a su alrededor queden pasillos. De este modo, un almacén puede quedar constituido por varias islas, dedicada cada una de ellas a una familia de productos (plano superior de la figura 6).
- b) Sistema de estanterías: en las estanterías se disponen los productos, intercalando inertes entre incompatibles. Se puede recurrir a este sistema cuando el stock de productos no es voluminoso (plano inferior de la figura 6).

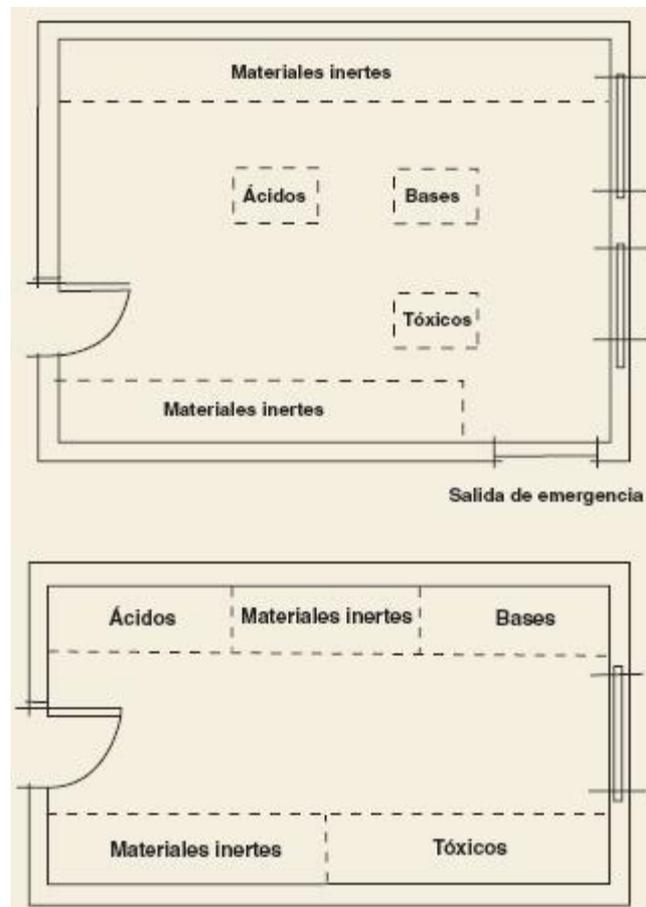


Figura 6. Tipos de Distribución de almacenamientos, Sistema de islas (superior) y Sistema de estanterías (inferior)

6. Aislar o confinar ciertos productos, como:
 - Cancerígenos y sustancias de alta toxicidad
 - Sustancias pestilentes
 - Sustancias inflamables

7. Limitar el stock de productos y almacenar sistemáticamente la mínima cantidad posible para poder desarrollar cómodamente el trabajo del día a día. Controlando las entradas y las salidas para facilitar la gestión.

8. Implantar procedimientos de orden y limpieza y comprobar que son seguidos por los trabajadores.

9. Planificar las emergencias para actuar correctamente en caso de:
 - Salpicaduras
 - Derrames
 - Rotura de un envases
 - Incendio

10. Formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos del almacenamiento de productos, como prevenirlos y como protegerse.

Además de esta información general aplicable a cualquier almacenamiento de productos químicos, en las fichas internacionales de seguridad química correspondientes a las sustancias químicas a utilizar en el laboratorio, que se encuentran recogidas en los anexos, hay un apartado de consideraciones a tener en cuenta para el almacenamiento de dichas sustancias. En la tabla 33 se recogen dichas recomendaciones a tener en cuenta para el almacenamiento, sustancia por sustancia.

SUSTANCIAS	RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO
Hidróxido Sódico	Separado de ácidos fuertes, metales y materiales combustibles. Mantener en lugar seco y bien cerrado Almacenar en una área con suelo de hormigón, resistente a la corrosión.
Permanganato potásico	Separado de sustancias combustibles y reductoras, metales en forma de polvo . Bien cerrado.
Ácido sulfúrico	Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes y bases fuertes Almacenar en un área con suelo de hormigón resistente a la corrosión. Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado.
EDTA	Separado de oxidantes fuertes, bases fuertes, cobre y sus aleaciones, níquel; herméticamente cerrado; mantener en lugar frío, seco.
Ácido Nítrico	Separado de sustancias combustibles y reductoras, bases, compuestos orgánicos. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado. Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado.
Hexametilentetramina	Separado de ácidos fuertes.
Nitrato de Plata	Separado de sustancias combustibles, orgánicas e incompatibles tales como, acetileno. Mantener en lugar fresco, oscuro, y bien ventilado. Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado.
Cromato Potásico	-----
Ácido bórico	Separado de bases fuertes.
Cloruro de Cinc	Separado de bases fuertes. Mantener en lugar seco. Bien cerrado.
Cloruro de Amonio	Separado de nitrato amónico, clorato potásico, ácidos, álcalis, sales de plata. Mantener en lugar seco.
Cinc	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, bases, ácidos. Mantener en lugar seco.
Plomo	Separado de oxidantes fuertes, bases fuertes y ácidos fuertes.
Cloruro Antimonioso	Mantener en lugar seco. Bien cerrado
Sulfato de Cobre	Mantener en lugar seco. Bien cerrado
Ácido clorhídrico	Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, metales. Mantener en lugar bien ventilado.

Tabla 33. Recomendaciones de almacenamiento de las sustancias

Según la normativa vigente, las salas de almacenamiento se clasifican según su situación respecto al laboratorio. En la figura 7 se observa que las salas de almacenamientos pueden ser:

- Sala de almacenamiento interior, que se encuentra totalmente cerrada al interior del edificio y no tiene paredes exteriores.
- Sala de almacenamiento aneja, que es aquella que encontrándose en el interior del edificio tiene una o más paredes interiores.
- Sala de almacenamiento separada, que es aquella que no tiene paredes comunes con otro edificio.

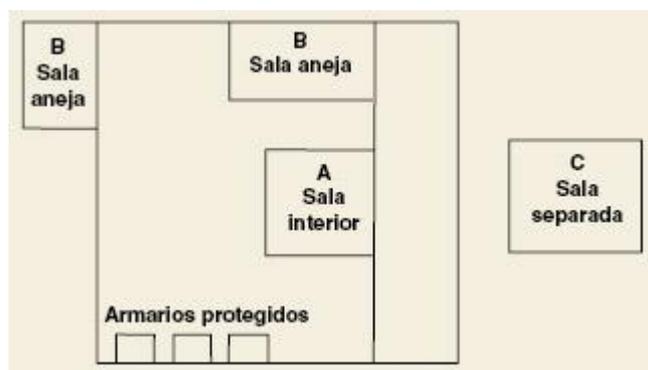


Figura 7. Clasificación de las salas de almacenamiento

En el caso del laboratorio que se está diseñando, el almacén de productos químicos se trata de una sala aneja, ya que se va a encontrar en el interior del propio laboratorio, pero situada en una de sus esquinas.

Al no ser necesario almacenar un stock de productos muy elevado y disponer de un espacio reducido, el sistema escogido para la distribución de productos en el almacén, es el de estanterías (la segunda de las configuraciones de la imagen 10). Las sustancias se colocan en ellas atendiendo a las indicaciones de las fichas internacionales de seguridad recogidas en el anexo 4 y resumidas en la tabla 33, intercalando entre las sustancias peligrosas sustancias inertes, evitándose de esa manera los posibles riesgos.

El almacén, al tratarse de una sala aneja al laboratorio, únicamente requiere una puerta de acceso, que se encontrará convenientemente señalizada.

El suelo y los primeros 100 mm (a contar desde el mismo) de las paredes del interior del almacén, serán estancos al líquido, inclusive en puertas y aberturas.

El espacio necesario para almacenar adecuadamente el stock de productos químicos destinados a la realización de los ensayos y los análisis, teniendo en cuenta que la configuración que se va a adoptar es la de estanterías, es de 7,5 m².

En el interior del almacén se dispondrá de armarios protegidos, uno para almacenar las sustancias corrosivas y otro para las sustancias tóxicas. Las sustancias inflamables que se utilizan en el laboratorio al encontrarse en estado sólido no requieren un armario específico para ser almacenadas.

Las sustancias corrosivas se disponen en un armario especial, con las siguientes características:

- Cuerpo exterior de chapa de acero fino con recubrimiento endurecido de epoxi.
- Cuerpo interior con paneles especiales de melamina endurecida de alta resistencia.
- Juntas de labio para evitar la salida de los vapores peligrosos al lugar de trabajo.
- 2 compartimentos herméticos independientes de almacenamiento.
- Pies de soporte para salvar las irregularidades del suelo.
- Los elementos mecánicos de cierre están fuera de la zona de almacenamiento, se evita la corrosión y se protegen los componentes principales.
- Puertas batientes:
 - Apertura de las puertas hasta 90°.
 - Ambas puertas se pueden utilizar por separado e incluyen cerradura con llave adaptable a la llave maestra del edificio.

- Cajones extraíbles:
 - Construcción robusta.
 - Cajones extraíbles con cubetas de plástico desmontables, estancas y muy resistentes.
- Ventilación:
 - Resistente a la corrosión, canales de ventilación libres de metales.
 - Ventilación independiente en ambos compartimentos.
 - Ventilación adecuada de ambos compartimentos mediante una sola conexión en el techo.
- Datos técnicos
 - Dimensiones del armario A x F x H (mm):
 - Exteriores aprox. 1200 x 605 x 1970
 - Interiores aprox. 485 x 565 x 1865 (cada compartimento)
 - Peso del armario: aprox. 160 Kg.
 - Dimensiones de las cubetas de plástico: A x F x H (mm): aprox. 430 x 475 x 80.
 - Capacidad de recogida: 15 l
 - Capacidad de carga (uniformemente distribuida): 25 Kg



Las sustancias tóxicas y peligrosas para el medio ambiente, también se colocan en armarios específicamente preparados, con las siguientes características:

- Construcción robusta en chapa de acero plastificada, gris claro RAL 7035.
- Puertas batientes con cerradura con llave
- Ventilación
 - Conducto de ventilación de serie en el techo.
 - Corriente de aire vertical gracias a la rejilla inferior de las puertas.
- Datos técnicos
 - Dimensiones A x F x H (mm): aprox. 1200 x 500 x 1970
 - Peso: aprox. 70 kg
- Bandejas
 - Altura ajustable en 25 mm
 - Capacidad de carga: 75 kg
 - Capacidad de recogida del cubeto de retención: aprox. 36 l
- Accesorios
 - Protectores en PE para bandejas incremento de la protección en caso de accidente.
 - Caja con tapa para reactivos – para almacenar separadamente productos ligeramente agresivos dentro del armario.
 - Cofre interior con cerradura especial para los productos de acceso restringido dentro de un armario de seguridad.
 - Cofre sin conexión a ventilación forzada.

7.2.2 Sección de análisis químicos

Las necesidades de espacio de esta sección del laboratorio, vienen marcadas por el tipo de análisis que en ella se llevan a cabo. Como se comentaba anteriormente en el laboratorio todas las determinaciones se van a realizar manualmente y para la determinación de ácido clorhídrico y de hierro se cuenta con un equipo automático de análisis.

En el apartado de equipamiento de las secciones (subapartado correspondiente a la sección de análisis químicos realizados de manera manual), se enumeran todos los materiales necesarios para realizar las determinaciones. En la siguiente tabla se recogen los materiales más usados y el número de usos, teniendo en cuenta a cuantos baños se realiza cada una de las determinaciones.

	MATERIALES															
	Probetas			Pipetas				Buretas		Matraces aforados				Matraces Erlenmeyer		
	250	100	25	2	5	10	25	25	50	100	250	500	1000	100	250	300
Densidad	5															
HCl	5			5				5							15	
Fe²⁺	6					12			6	6				18		
Zn²⁺	2		2	1		6	2	2					1	8		
NH₄Cl	1	1				1	1		1						1	
ZnCl₂	1	1	2		1	2	1		1			1				3
Cl⁻	1				1		1		1		1	1		2		
Novocoat®	1			1				1						3		
TOTAL DE USOS	22	2	4	7	2	21	5	8	9	6	1	2	1	31	16	3

Tabla 34. Número total de usos de cada material

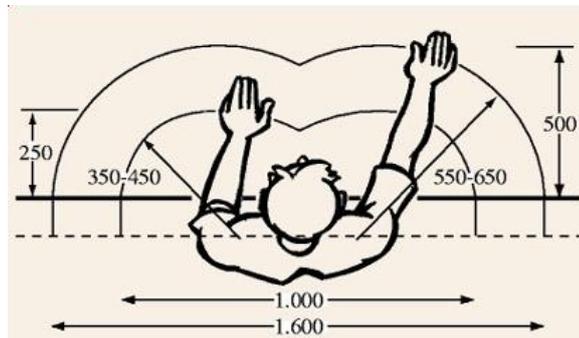
Este material de laboratorio es material de vidrio y puede ser utilizado en múltiples ocasiones para distintos análisis si se lava adecuadamente después de cada determinación. No será necesario tener a uso el número total de materiales recogido en la tabla 34, sino que los usos podrán ser compartidos. Por otra parte no se debe olvidar la necesidad de tener materiales de reserva, debido a que el vidrio presenta la desventaja de romperse fácilmente.

El material que esté a uso para las distintas determinaciones, se dispondrá en cajones y estantes situados, bajo y sobre las poyatas, mientras que el material de reserva y el que se utilice escasamente, se colocará en armarios.

Las determinaciones realizadas de manera manual requieren una zona de poyata en la que se puedan disponer los materiales necesarios para instalar dos puestos de trabajo, aunque no sea necesario estar utilizándolos simultáneamente, es conveniente poder disponer de ambos, para no tener que interrumpir una determinación en caso de querer realizar otra en ese momento.

Para calcular el espacio que ha de estar disponible en las poyatas para que se puedan realizar cómodamente en ellas las determinaciones correspondientes, ha de considerarse varias cosas:

- El trabajador para trabajar correctamente, necesita que el área de la poyata sobre la que se va a realizar el trabajo, tenga unas dimensiones determinadas, que se indican en la figura siguiente

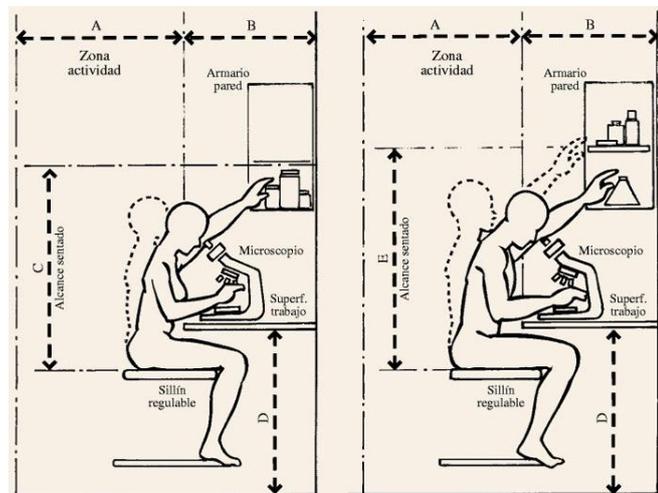


Las distancias marcadas en la figura están medidas en milímetros

Figura 8. Distancias óptimas para el trabajo encima de una mesa

- El trabajo de a realizar puede desarrollarse alternando las posiciones de pie o sentado, por lo tanto hay que analizar el espacio requerido en cada posición.

- En caso de trabajar de pie, es necesario que el plano de trabajo tenga una altura del orden de 95 cm, considerando que dicho plano debe estar entre 5 y 10 cm por debajo del codo.
- Si se trabaja sentado con la altura del plano de trabajo antes indicada, se recomiendan sillas con respaldo y reposapiés, siendo preferibles a los clásicos taburetes, así como disponer de espacio suficiente para colocar los pies debajo del plano, proporcionando las distancias y alcances adecuados, tanto para mujer como para hombre, tal y como se esquematiza en la figura 9.



Donde cada una de las letras corresponde a una distancia:

- A → Zona de actividad (70 cm)
- B → Anchura de la mesa (60cm)
- C → Alcance de una mujer sentada (100cm)
- D → Altura de la mesa (95 cm)
- E → Alcance de un hombre sentado (110cm)

Figura 9. Distancias y alcances adecuados para el trabajo sentado de mujer y hombre

Los productos químicos a utilizar en esta sección, se almacenarán de forma conveniente en un armario, las cantidades disponibles de estos productos, serán pequeñas, ya que el stock se encuentra en el almacén situado dentro del laboratorio, junto a la sección de análisis, donde las condiciones de almacenaje son las convenientes.

Los armarios que se van a utilizar, tanto para guardar el material como los reactivos, tienen las siguientes dimensiones: 2m de alto, 1,20m de ancho y 0,6m de profundidad.

Esta sección del laboratorio cuenta con un sistema de extracción localizada, cuyo objetivo es captar el contaminante en el lugar más próximo al punto donde se ha generado, evitando que se difunda al ambiente general del laboratorio. El sistema de extracción seleccionado, acorde con las necesidades de la sección es una vitrina extractora de gases, que se utilizará para los casos en los que se trabaja con sustancias líquidas que desprenden gases tóxicos e irritantes para los trabajadores.

De las distintas clases de vitrinas que existen en el mercado, la que se selecciona para esta sección es la vitrina de tipo convencional, ya que constituye el modelo más versátil para el laboratorio. Esta vitrina mantiene el plano de trabajo a la misma altura que las mesas y poyatas del laboratorio, permitiendo efectuar cómodamente las manipulaciones en su interior. La figura 8 representa el tipo de vitrina convencional seleccionada para esta sección del laboratorio.

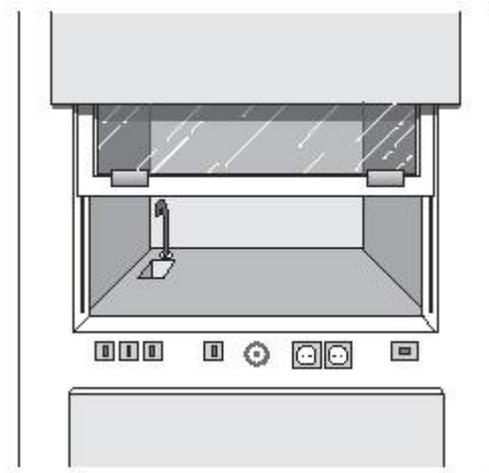


Figura 10. Vista frontal de una vitrina de extracción de gases

Las dimensiones comerciales de esta vitrina es de 0,90 m de ancho, 1,80 m de altura y 0,65m de fondo, con lo que el volumen interno resultante es del orden del m³.

La vitrina dispone de servicios de toma de corriente y de agua, cubeta o pila de desagüe y sifón propio. Los controles de todos estos servicios, por razones de seguridad se sitúan en la parte frontal de la vitrina.

Al seleccionar la ubicación de la vitrina en el laboratorio hay que evitar las corrientes de aire producidas por las actividades del laboratorio y la circulación del personal demasiado cerca de ella, ya que son factores que puedan interferir en su buen funcionamiento.

Existen unas distancias mínimas recomendables, a tener en cuenta en la ubicación de la vitrina para evitar perturbaciones en su trabajo. Dichas distancias se recogen en la tabla 35.

SITUACIÓN	DISTANCIA
Entre la pantalla de la vitrina y:	
Una vía de circulación habitual.	1 m
Una poyata o mesa de trabajo paralela a la vitrina a utilizar.	1,5 m
Una pared u obstáculo opuesto.	2 m
La pantalla de otra vitrina.	3 m
Una puerta en una pared perpendicular a la vitrina.	1,5 m
Un difusor de aire de compensación si no es de baja velocidad.	1,5 m
Entre el extremo de la vitrina y:	
Una pared u otro obstáculo perpendicular a la vitrina.	0,3 m
Una columna situada por delante del plano de la pantalla.	0,3 m
Una puerta en una pared paralela a la vitrina.	1 m

Tabla 35. Distancias mínimas recomendadas

En cuanto al equipo automatizado seleccionados para las determinaciones de ácido clorhídrico y de hierro, se caracterizan por no requerir un espacio muy amplio para su instalación. En la sección se destinará para su colocación un espacio libre de poyata.

Una zona de la poyata se reserva para la instalación de la balanza, tratando de que sea un lugar poco húmedo, alejado de focos de calor y de vibraciones y que no sea atravesado por corrientes de aire.

Un armario del laboratorio será destinado únicamente a almacenar las muestras, en una de sus partes las muestras analizadas y en otra parte las muestras sin analizar que se recogen al mismo tiempo que las otras y que son reservadas por si es necesario utilizarlas posteriormente.

Es necesario que esta sección cuente con un fregadero que permita tomar agua para los usos requeridos y para lavar el material.

Teniendo en cuenta todas las necesidades comentadas hasta el momento y las indicaciones del Real Decreto 486/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, que recomienda que se cuente con 2 m² de superficie libre por trabajador, se determina que el espacio con el que ha de contar esta sala es de 19,8 m².

7.2.3 Sección de simulación

La simulación que en esta sección se va a realizar, determina los requerimientos de espacio. Dicha simulación exige el montaje de una instalación a modo de planta piloto.

En esta sección la zona de ensayo se encuentra repartida en dos zonas, la zona de los baños, que como se explicaba en apartados anteriores, está formada por seis cubas prismáticas de dimensiones ancho x largo x alto de 40 x 40 x 45 cm, y la zona en la cual

se sitúa un horno cerámico de 50 cm de diámetro y 76 cm de altura, que debido a la peligrosidad que presentan las operaciones que en él se llevan a cabo, se sitúa algo alejado de la cadena de baños y cuenta con un perímetro de seguridad a su alrededor.

Ambas zonas están dotadas de un sistema de extracción de gases, cuya función es retirar los humos y gases calientes provenientes de los baños de desengrase y decapado y del horno. El sistema de extracción localizada más conveniente para el tipo de operaciones que se realizan en esta sección del laboratorio es el de campana extractora. Por lo tanto, se cuenta con dos campanas extractoras en la sección: una situada sobre las cubas de desengrase y decapado, de las que se pueden desprender gases ácidos durante las operaciones en ellas realizadas; la otra campana se coloca sobre el horno de cinc fundido, ya que durante el galvanizado se desprenden humos que es necesario retirar.

La figura 11 representa una campana extractora de gases, tales como las que se disponen sobre los baños.

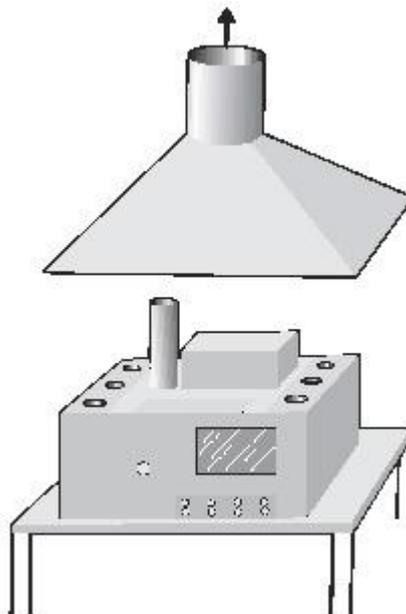


Figura 11. Campana suspendida para eliminación de calor, vapores y humos

Para facilitar la realización de los ensayos, se cuenta con un dispositivo de dos barras cilíndricas, situadas entre la cadena de baños y el sistema de extracción de gases, colocadas a distintas alturas para facilitar la realización de los ensayos.

En la sección además de la zona dedicada a la realización de ensayos, es necesario instalar una mesa de trabajo para poder observar las piezas antes y después de someterlas a simulación y un armario destinado al almacenaje de diferentes cosas, como pueden ser utensilios, productos, muestras.

El espacio que ha de tener la sala destinada a esta sección, para poder ubicar los equipos y el mobiliario necesarios para realizar los trabajos de simulación correspondientes, es de 24 m².

7.2.4 Sección de ensayos materiales

El espacio con el que ha de contar esta sección viene determinado por el mobiliario que requiere el tipo de ensayos que en ella se realizan.

Los equipos con los que es necesario contar en esta sección del laboratorio, son aquellos que se utilizan para la realización de las medidas y los ensayos de determinación de las propiedades exigidas por normativa a las superficies de las piezas galvanizadas.

Como se señalaba anteriormente, hay propiedades que se inspeccionan visualmente, con lo que normalmente no es necesario trasladar las piezas al laboratorio, y otras sin embargo que requieren para su determinación someter la pieza a unos ensayos determinados que exigen contar con una superficie del laboratorio adecuadamente acondicionada para su realización.

Consultando la tabla 36 en la cual se recogen las propiedades materiales determinantes en la calidad del recubrimiento de las piezas galvanizadas, el modo de determinación de esas propiedades, el lugar donde es recomendable determinarlas y los

materiales necesarios para hacerlo, se puede estimar el espacio con el que ha de disponer la sección de ensayos materiales del laboratorio.

Propiedades	Modo de Determinación	Lugar de Determinación	Material
Aspecto Superficial	Inspección visual	Planta / Laboratorio	_____
Espesor	Método gravimétrico Método magnético	Laboratorio Planta / Laboratorio	Equipo de ensayo gravimétrico Medidor magnético
Adherencia	Ens. de acuchillado Ens. de martillado	Laboratorio	Cuchillo Martillo de masa
Continuidad y Uniformidad	Medida de espesor Ensayo de Inmersión en Sulfato de cobre	Planta / Laboratorio Laboratorio	Medidor magnético Equipo de ensayo de CuSO ₄

Tabla 36. Propiedades determinantes en la calidad del recubrimiento de las piezas galvanizadas

En la sección de ensayos materiales hay que contar con dos puestos de trabajo destinados uno a la realización del ensayo gravimétrico de determinación del espesor y otro a la realización del ensayo de inmersión en sulfato de cobre, para la determinación de la continuidad y la uniformidad de la superficie de las piezas galvanizadas. Como se recoge en los procedimientos normalizados de trabajo, en los que se describen dichos ensayos, cada uno requiere unos reactivos y materiales específicos, con los que se contará en cada uno de los puestos.

Los ensayos de acuchillado y martillado, destinados a la determinación de la adherencia de los recubrimientos de las piezas galvanizadas, han de realizarse sobre una superficie amplia y despejada. Para realizar estos dos ensayos y las medidas y observaciones de piezas, la sala de la sección cuenta con una mesa de amplias dimensiones.

Todos los materiales necesarios para realizar los ensayos, ya se realicen en la planta o en el propio laboratorio, requieren un lugar para almacenarlos, mientras no son utilizados. Por lo tanto esta sección cuenta con una serie de armarios, cuyo interior se encuentra adecuadamente diseñado para dicha función.

Para albergar todo el mobiliario requerido para el desarrollo adecuado del trabajo de esta sección de ensayos materiales, la sala donde se ubica ha de contar con una superficie de 15m².

7.2.5 Oficina

El laboratorio ha de contar con una oficina en la cual se almacene toda la documentación desprendida de los ensayos y análisis realizados en el laboratorio. Desde ella la persona responsable de todo el laboratorio dirige el trabajo de los responsables de las tres secciones.

La oficina dispone de dos equipos informáticos, uno destinado al responsable del laboratorio y otro a disposición de los encargados de las secciones, para consultar y registrar datos de sus experiencias.

Además la oficina estará dotada de estanterías en las cuales se colocan libros relacionados con los trabajos realizados en el laboratorio, los archivadores en los que se registran todos los seguimientos de los análisis y los ensayos realizados.

El espacio necesario para ubicar la oficina es de unos 14m².

7.2.6 Aseo

Entre las instalaciones del laboratorio, se dispone de un aseo de pequeñas dimensiones, dentro del cual se sitúan un plato de ducha, un retrete y un lavabo. Este aseo está destinado para uso exclusivo del personal que se encuentra trabajando en el laboratorio.

7.2.7 Requerimiento total de espacio

En la tabla siguiente se muestran las necesidades de espacio de cada una de las dependencias del laboratorio y la superficie total que ha de tener el laboratorio.

SECCIONES	DIMENSIONES (m²)
Almacén	3 x 3 = 9
Análisis químicos	3,6 x 5,5 = 19,8
Simulación	6 x 4 = 24
Ensayos materiales	3 x 5 = 15
Oficina	3,1 x 4,5 = 13,95
Baño	1,5 x 2 = 3
Pasillos	(3,6 x 1,5) + (4,4 x 3) + (3,1 x 1,5) = 23,25
TOTAL	108

Tabla 37. Requerimiento total de espacio

Teniendo en cuenta los requerimientos de espacio determinados para cada una de las secciones y el tamaño y forma de la sala disponible en la planta, las secciones se ubican intentando aprovechar de la mejor manera el espacio de la sala.

En el plano que se incluye en el proyecto se observa la distribución de las distintas dependencias del laboratorio y los elementos que componen cada una de ellas.

8 SEGURIDAD Y SALUD

Dadas las características propias de un laboratorio, el trabajo en éste presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan y las operaciones que se realizan con ellos. A favor de la prevención del riesgo en el laboratorio, hay que destacar que, aunque los productos que se manipulan pueden ser peligrosos, las cantidades que se manejan suelen ser pequeñas. Por otro lado, la implantación de criterios para el aseguramiento de la calidad, tanto si se trata de la obtención de una acreditación o la certificación en base a la ISO 9000, lleva implícita la aplicación de una política de seguridad. La experiencia demuestra que los laboratorios que han implantado una política de calidad presentan un elevado nivel de seguridad.

La información en materia de seguridad y salud que se presenta en este proyecto proviene íntegramente del Instituto Nacional de Seguridad y Salud (INSHT), organismo que, entre otras muchas, tiene las funciones de asesorar técnicamente en la elaboración de la normativa legal y en el desarrollo de la normalización, tanto a nivel nacional como internacional, promover y realizar actividades de formación, información, investigación, estudio y divulgación en materia de prevención de riesgos laborales, con la adecuada coordinación y colaboración, en su caso, con los órganos técnicos en materia preventiva de las Comunidades Autónomas, apoyar técnicamente y colaborar con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el cumplimiento de su función de vigilancia y control, colaborar con organismos internacionales y desarrollo de programas de cooperación internacional en este ámbito, facilitando la participación de las Comunidades Autónomas, velar por la coordinación, apoyar el intercambio de información y las experiencias entre las distintas Administraciones Públicas y especialmente fomentar y prestar apoyo a la realización de actividades de promoción de la seguridad y de la salud por las Comunidades Autónomas, prestar de acuerdo con las Administraciones competentes, apoyo técnico especializado en materia de certificación, ensayo y acreditación y actuar como Centro de Referencia Nacional en relación con las Instituciones de la Unión Europea garantizando la coordinación y transmisión de la

información que facilita a escala nacional y desempeña, además, la Secretaría de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La información usada para la elaboración de este proyecto queda recogida concretamente en las notas técnicas de prevención (NTP) 432, 433, 500, 550 y 551, las cuales se encuentran en los anexos.

Las NTP son documentos editados por el INSHT con el fin de facilitar una información puntual, precisa y de aplicación inmediata sobre distintos y muy variados aspectos relacionados con la Prevención de Riesgos Laborales.

8.1 Organización y recomendaciones generales

La organización del laboratorio debe permitir la correcta gestión de la prevención. Partiendo del propio compromiso de la dirección, el laboratorio debe estar adecuadamente jerarquizado para que la aplicación del principio de la seguridad en línea se pueda establecer sin problemas.

El laboratorio debe disponer de su propio plan de emergencia o estar incluido en el del edificio o empresa en los que se halle ubicado. El desarrollo del plan de emergencia lleva implícita una política sobre protección de incendios, evacuación y señalización contenida en el Código Técnico de Edificación o, si están presentes sustancias peligrosas, en el RD 374/2001 y si se encuentran en cantidades superiores a determinados valores en el RD 1254/1999, además debe cumplir los RD 485/1997 sobre señalización y 486/97 sobre lugares de trabajo. Si el laboratorio se halla en una empresa química afectada por las normativas sobre protección de grandes accidentes, el plan de emergencia interior deberá realizarse en conexión con el plan de emergencia exterior. Estos aspectos serán detallados en capítulos posteriores.

A continuación se detallan los aspectos más importantes a tratar en la prevención de riesgos en un laboratorio.

Evaluación de riesgos. El laboratorio debe realizar la evaluación inicial de riesgos y actualizarla cuando cambien las condiciones de trabajo y siempre que se detecten daños para la salud. En apartados posteriores se detallará el análisis del laboratorio que se proyecta en esta memoria. Como guía para la evaluación de los riesgos en el laboratorio se pueden considerar los siguientes factores de riesgo:

- Desconocimiento de las características de peligrosidad de las sustancias.
- Empleo de métodos y procedimientos de trabajo intrínsecamente peligrosos.
- Malos hábitos de trabajo.
- Empleo de material de laboratorio inadecuado o de mala calidad.
- Instalaciones defectuosas.
- Diseño no ergonómico y falta de espacio.
- Contaminación ambiental.

De una manera general, las acciones preventivas para la minimización de los riesgos causados por estos factores son:

- Disponer de información sobre las características de peligrosidad de las sustancias.
- Disponer de la adecuada información para realizar el trabajo de manera segura.
- Adquirir y mantener buenas prácticas de trabajo.
- Trabajar con material suficiente y adecuado a las necesidades y en buen estado.
- Llevar una buena política de mantenimiento preventivo, con revisiones periódicas, y reparar con rapidez las averías.
- Considerar los aspectos de seguridad (estructural, de diseño y de distribución) en la fase de diseño. No acumular materiales en las superficies de trabajo. Disponer del espacio de una manera racional.
- Equipar el laboratorio con un sistema de ventilación general, localizada (vitrinas y cabinas) y de emergencia eficaz.

Normas generales de trabajo en el laboratorio. Dado que el laboratorio es un lugar donde se manipulan gran cantidad y variedad de productos peligrosos se pueden establecer una serie de normas de tipo general sobre diferentes aspectos aplicables a la mayoría de los laboratorios. La organización y distribución física del laboratorio debe ser estudiada a fondo y procurar que sea adecuada para el mantenimiento de un buen nivel preventivo. El laboratorio debe disponer de los equipos de protección individual (EPIs) y de las instalaciones de emergencia o elementos de actuación adecuados a los riesgos existentes. El laboratorio debe mantenerse ordenado y en elevado estado de limpieza. Deben recogerse inmediatamente todos los vertidos que ocurran, por pequeños que sean. No deben realizarse experiencias nuevas sin autorización expresa del responsable del laboratorio ni poner en marcha nuevos aparatos e instalaciones sin conocer previamente su funcionamiento, características y requerimientos, tanto generales como de seguridad.

Normas generales de conducta. Como norma higiénica básica, el personal debe lavarse las manos al entrar y salir del laboratorio y siempre que haya habido contacto con algún producto químico. Debe llevar en todo momento las batas y ropa de trabajo abrochadas y los cabellos recogidos, evitando colgantes o mangas anchas que pudieran engancharse en los montajes y material del laboratorio. No se debe trabajar separado de la mesa o la poyata, en la que nunca han de depositarse objetos personales. El personal de nueva incorporación debe ser inmediatamente informado sobre las normas de trabajo, plan de seguridad y emergencia del laboratorio, y características específicas de peligrosidad de los productos, instalaciones y operaciones de uso habitual en el laboratorio. No debe estar autorizado el trabajo en solitario en el laboratorio, especialmente cuando se efectúe fuera de horas habituales, por la noche, o si se trata de operaciones con riesgo. Cuando se realicen éstas, las personas que no intervengan en las mismas, pero puedan verse afectadas, deben estar informadas de las mismas. Debe estar prohibido fumar e ingerir alimentos en el laboratorio. Para beber es preferible la utilización de fuentes de agua a emplear vasos y botellas. Caso de que aquellas no estén disponibles, nunca se emplearán recipientes de laboratorio para contener bebidas o alimentos ni se colocarán productos químicos en recipientes de productos alimenticios. Se debe evitar llevar lentes de contacto si se detecta una constante irritación de los ojos

y sobretodo si no se emplean gafas de seguridad de manera obligatoria. Es preferible el uso de gafas de seguridad, graduadas o que permitan llevar las gafas graduadas debajo de ellas.

Utilización de productos y materiales. Antes de procederse a su utilización deben comprobarse siempre los productos y materiales, empleando solamente los que presenten garantías de hallarse en buen estado. Debe comprobarse el correcto etiquetado de los productos químicos que se reciben en el laboratorio, etiquetar adecuadamente las soluciones preparadas y no reutilizar los envases para otros productos sin retirar la etiqueta original. Los productos químicos deben manipularse cuidadosamente, no llevándolos en los bolsillos, ni tocándolos o probándolos y no pipeteando con la boca, guardando en el laboratorio la mínima cantidad imprescindible para el trabajo diario. No deben emplearse frigoríficos de tipo doméstico para el almacenamiento de productos químicos ni guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos destinados a productos químicos. Los tubos de ensayo no deben llenarse más de 2 ó 3 cm, han de tomarse con los dedos, nunca con la mano, siempre deben calentarse de lado utilizando pinzas, no deben llevarse en los bolsillos y deben emplearse gradillas para guardarlos. Para sujetar el material de laboratorio que lo requiera deben emplearse soportes adecuados. Reducir al máximo la utilización de llamas vivas en el laboratorio. Para el encendido de los mecheros Bunsen emplear preferentemente encendedores piezoeléctricos. Al finalizar la tarea o una operación recoger los materiales, reactivos, etc. para evitar su acumulación fuera de los lugares específicos para guardarlos y asegurarse de la desconexión de los aparatos, agua corriente, gases, etc.

Equipos: uso, mantenimiento y revisiones. Deben revisarse periódicamente las instalaciones del laboratorio para comprobar que se hallan en buen estado. Deben evitarse, en la medida de lo posible, las conexiones múltiples y las alargaderas, tanto en la instalación eléctrica como en la de gases. Debe comprobarse la ventilación general del laboratorio: trabajo en depresión, velocidad de circulación del aire de las zonas con menor contaminación a las de mayor contaminación ambiental, renovación suficiente y adecuadas condiciones termohigrométricas. Debe trabajarse, siempre que sea posible y operativo, en las vitrinas. En éstas debe comprobarse periódicamente el funcionamiento

del ventilador, el cumplimiento de los caudales mínimos de aspiración, la velocidad de captación en fachada, su estado general y que no se conviertan en un almacén improvisado de productos químicos.

Trabajos realizados sin vigilancia. Este tipo de operaciones se llevan a cabo cuando el proceso que se realiza no se puede concluir dentro del horario normal de trabajo y se deja en marcha sin vigilancia hasta el día siguiente o el próximo turno. El riesgo fundamental de aparatos e instalaciones complejas de laboratorio funcionando sin ningún tipo de supervisión es de explosión, incendio y contaminación por emisiones o vertidos. Para la reducción del riesgo en este tipo de operaciones, deben estar previstos dispositivos de control automático de las fuentes de energía y de la circulación de fluidos que puedan detectar cualquier alteración de los parámetros que los regulan (temperatura, viscosidad, agitación, formación de espuma, etc.). Instalaciones de alarmas y equipos automáticos contra incendios son imprescindibles cuando este tipo de operaciones se realiza con regularidad, debiéndose disponer de salas especialmente acondicionadas para ello. Las operaciones con compuestos inestables, muy inflamables, explosivos o altamente tóxicos son desaconsejables en estas condiciones, ya que la fiabilidad de los aparatos de control nunca es total. El responsable del laboratorio debe estar informado de las operaciones realizadas sin vigilancia y debe dar las instrucciones precisas concernientes al lugar y la regulación de los aparatos de control. Es desaconsejable confiar la vigilancia de una instalación del laboratorio a una persona no especialista como, por ejemplo, un guardia de noche.

Almacenamiento de productos. La legislación específica existente sobre almacenamiento de productos químicos contenida en las ICT-MIE-APQ-001/006 no es aplicable en su conjunto a las condiciones habituales de los laboratorios, en los que, en general, se almacenan cantidades pequeñas de una gran variedad de productos químicos. Sí que debe considerarse en el diseño de almacenes específicos, almacenamiento e instalaciones de gases y almacenamiento de productos inflamables en grandes cantidades. En apartados posteriores se detallarán las condiciones de almacenamiento que se deben cumplir en el laboratorio proyectado.

Actuación en casos de emergencia. Además de los aspectos generales del plan de emergencia, deben contemplarse una serie de situaciones específicas en los laboratorios, para las cuales debe disponerse de un plan concreto de actuación. Posteriormente se detallan los elementos de actuación y protección en casos de emergencia.

Vertidos. En caso de vertidos o derrames debe actuarse rápidamente, recogiendo inmediatamente el producto derramado evitando su evaporación y daños sobre las instalaciones. El procedimiento a emplear está en función de las características del producto: inflamable, ácido, álcali, mercurio, etc., existiendo actualmente absorbentes y neutralizadores comercializados.

Atmósfera contaminada. La atmósfera de un laboratorio puede ser tóxica o explosiva después de un accidente/incidente: rotura de un frasco, vertido de un reactivo, fuga de un gas, etc. El protocolo de actuación debe ser conocido por todo el personal del laboratorio.

Incendio. Deben considerarse siempre todas las medidas encaminadas a evitar que ocurra un incendio o minimizar las consecuencias del mismo (normas de trabajo, instalaciones adecuadas, alarmas, sistemas contra incendios automáticos, elementos de primera intervención, etc.), ajustadas a las características y necesidades de cada laboratorio. El riesgo de incendio estará previsto en el plan de emergencia. Si es alto y/o la ocupación del laboratorio elevada, debe disponer de dos salidas con puertas que se abran hacia el exterior. Cuando concluya la evacuación del laboratorio, deben cerrarse las puertas, a no ser que existan indicaciones en sentido contrario por parte de los equipos de intervención. Las condiciones de protección contra incendios se tratan posteriormente con mayor profundidad.

Accidentes. El laboratorio debe disponer de una organización de primeros auxilios adecuada al número de trabajadores y riesgo existente, según el RD 486/97 sobre lugares de trabajo. Todo el personal debe recibir formación sobre la conducta a seguir en caso de accidente, siendo recomendable la presencia de personas con

conocimientos de socorrismo. En un lugar bien visible del laboratorio debe colocarse toda la información necesaria para la actuación en caso de accidente: que hacer, a quien avisar, números de teléfono, tanto interiores como exteriores (emergencia, servicio de prevención, mantenimiento, ambulancias, bomberos, mutua, director del laboratorio), direcciones y otros datos que puedan ser interés en caso de accidente, especialmente los referentes a las normas de actuación. En caso de accidente debe activarse el sistema de emergencia (PAS: Proteger, Avisar, Socorrer).

8.2 Diseño

Aunque en este proyecto no se ha dedicado un capítulo a la obra civil necesaria para construir la instalación proyectada, en este capítulo, de forma resumida, se van a comentar las características de diseño, desde un punto de vista de prevención del riesgo, que debe cumplir el laboratorio.

El diseño del laboratorio debe responder a las necesidades del mismo, predominando la seguridad, la funcionalidad y la eficacia, sobre los criterios puramente estéticos, si bien se deben intentar conjugar todos ellos. Los elementos a considerar en el diseño de un laboratorio son las fachadas, los tabiques, los techos, los suelos, los puestos de trabajo, los elementos vidriados, las ventanas, las puertas, los materiales y la iluminación. A continuación se describe brevemente (puede completarse en la NTP 551) las características que deben cumplir cada uno de ellos.

Fachadas. Deben disponer de huecos que faciliten, para actuaciones de emergencia, el acceso a cada una de las plantas. En la normativa se establece la altura mínima, la anchura mínima y la separación vertical mínima entre ventanas. Las fachadas totalmente acristaladas no son aconsejables, ya que facilitan la propagación de los incendios a las plantas superiores. En este sentido, no hay que olvidar que los fuegos que afectan a dos o más plantas son difíciles de dominar.

Tabiques de separación. Las características que deben cumplir las paredes divisorias están condicionadas por la clasificación con respecto al fuego del departamento de laboratorios y dependen principalmente del grado de riesgo existente en los laboratorios, de la estructura del edificio, de las actividades que se realizan y de la existencia o no de sistemas de extinción automáticos (se discutirá en apartados posteriores). Los tabiques de separación del departamento con las áreas accesorias deben tener una RF mínima de 120, si el laboratorio está situado en un edificio industrial, y de 180 en caso de estar situado en un centro sanitario o de enseñanza, mientras que la RF de los tabiques de separación entre los diferentes locales del departamento están en función del tipo de riesgo existente en los mismos. Si el riesgo intrínseco es bajo o medio y no hay sistemas de detección y extinción automáticos, la RF de los tabiques de separación entre locales debe ser, como mínimo, de 60. La resistencia al fuego que deben tener los tabiques se discutirá en el apartado de Condiciones de Protección contra Incendios.

Techos y dobles techos. Los laboratorios deben tener una altura no inferior a 3 m (RD 486/97). El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. En laboratorios situados en locales de uso industrial, el material del techo debe ser del tipo incombustible (M0) o inflamable (M1) y si están situados en un centro sanitario o docente sólo puede ser del tipo incombustible (M0). Si se dispone de doble techo, éste debe ser de material incombustible (M0), lavable y diseñado y construido de manera que sea resistente, seguro y fácilmente desmontable. Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases y vapores a fin de evitar que tanto estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes.

Suelos. Deben tener una base rígida y poco elástica, para evitar vibraciones especialmente en tareas como la pesada o el análisis instrumental. El revestimiento del suelo varía con relación a los productos químicos y tipo de actividad a desarrollar en el recinto.

Puesto de trabajo. El diseño del puesto de trabajo debe tener en cuenta las recomendaciones básicas establecidas en relación con las medidas antropométricas y también que en el trabajo de laboratorio pueden alternarse las posiciones de pie o sentado. En el capítulo dedicado al dimensionamiento de las instalaciones se han tenido en cuenta dichas recomendaciones.

Elementos vidriados. Dado que la resistencia al fuego del vidrio normal es mínima, en los casos en que sean necesarias resistencias elevadas, deben utilizarse vidrios especiales como el armado o el pavés de vidrio. La utilización habitual de grandes superficies acristaladas como elemento de separación entre laboratorios en ningún caso se pueden considerar como un elemento delimitador de un sector de incendios.

Ventanas. Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios. No obstante, en caso de incendio permiten: presenciar el desarrollo de las operaciones de rescate, su utilización como vías de evacuación (siempre que sean practicables), la entrada de los bomberos y de sus sistemas de extinción, y de aire fresco. El marco de las ventanas debe ser de material difícilmente combustible para impedir la propagación de un posible incendio a pisos superiores. Si están situadas en la planta baja no se deben poder abrir hacia el exterior, salvo que existan elementos que impidan que las personas que circulan por el exterior lo hagan cerca de ellas. En el caso de que haya materiales, productos o aparatos situados delante de las ventanas, es conveniente que la parte inferior de las mismas no sea de vaivén o no se abran hacia adentro. En laboratorios con riesgo de explosión, deben acoplarse ventanas que ceden ante los efectos de una sobrepresión. Un buen sistema es el de doble ventana, ya que amortigua el ruido exterior y reduce la pérdida de energía debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales. Otro aspecto importante a considerar es la facilidad de limpieza de la cara externa de los

crisales, para ello existen dos soluciones, los marcos desmontables y la utilización de doble cristal en un sistema de volteo, lo que permite la limpieza desde el interior.

Puertas. Es recomendable que los departamentos de laboratorios dispongan de una segunda puerta de salida si hay riesgo incendio o de explosión, pueda bloquearse la salida, se trabaje con gases a presión o correspondan a espacios de más de 100 m². En la práctica, el número de puertas estará establecido por las necesidades de evacuación en caso de emergencia. La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 120 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo. Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación. Se recomienda que tanto unas como otras estén provistas de un cristal de seguridad de 500 cm² situado a la altura de la vista, que permita poder observar el interior del laboratorio sin abrir la puerta, y así evitar accidentes. Para facilitar la entrada y salida al recinto con las manos ocupadas, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, ni a las puertas de los laboratorios, ni a las de los departamentos, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, (si es necesario, sistemas antipánico) a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso e incendio. Como norma general se considera que es conveniente que las puertas de los laboratorios se abran favoreciendo el sentido de la marcha (de salida) evitándose que queden encajadas en caso de accidente. La mínima RF de una puerta se comentará en el capítulo de Condiciones de Protección Contra incendios.

Materiales y acabados. La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se destallará en el capítulo de Condiciones de Protección contra Incendios.

Color del techo, paredes, suelo y mobiliario. Los aspectos más importantes que deben considerarse al elegir los colores para el laboratorio son las interferencias que pueden ejercer al efectuar comprobaciones del color de un determinado proceso (por ejemplo virajes), el factor de reflexión de la pintura elegida y la armonía entre los colores. A modo de recomendación general, en un laboratorio se debe elegir el blanco o el crema para las paredes y mobiliario. La elección de tonos claros tiene el efecto beneficioso de aumentar la sensación de amplitud de los recintos pequeños y de facilitar la visión de la señalización y carteles indicadores. En los despachos, cuartos de balanzas, salas de reuniones, etc., se pueden utilizar diferentes combinaciones en paredes, techos, suelo y mobiliario, para obtener un ambiente agradable. Hay que tener en cuenta que algunas combinaciones son rechazadas y otras bien aceptadas.

Iluminación. El nivel de iluminación del laboratorio debe adaptarse a las exigencias visuales de los trabajos que se realicen en él. Siempre que sea posible se recomienda disponer de iluminación natural complementada con iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas durante la jornada laboral. De acuerdo con el RD 486/1997 y normas UNE 72163:84y 72112:85 se considera que el nivel de iluminación general adecuado para el laboratorio es de 500 lux. La utilización de pantallas de visualización de datos (PVD) también debe ser considerada al fijar las necesidades de iluminación de un laboratorio. El RD 488/97 sobre el trabajo con PVD hace referencia a los requerimientos de iluminación en función de su ubicación, ausencia de reflejos y deslumbramientos.

Ventilación. La ventilación general del laboratorio permite su acondicionamiento ambiental en cuanto a necesidades termohigrométricas y la dilución y evacuación de contaminantes. El adecuado acondicionamiento ambiental del laboratorio se consigue actuando sobre la temperatura, el índice de ventilación y la humedad del aire. El control ambiental del laboratorio exige dos actuaciones bien diferenciadas: la retirada de contaminantes y la renovación del aire. Aunque la simple renovación del aire del ambiente permite hasta un cierto punto controlar el nivel de contaminación ambiental (disminución de olores y dilución de la concentración de contaminantes) es incapaz de eliminar eficazmente los contaminantes generados en el

laboratorio. Si el laboratorio comparte el sistema de ventilación con otras dependencias, a la propia dificultad de acondicionar adecuadamente el laboratorio por su probablemente elevada carga térmica, se añaden otros problemas como la propagación de un incendio y la dispersión de la contaminación residual del laboratorio hacia instalaciones anexas. Por todo ello es recomendable disponer de un sistema de ventilación independiente y exclusivo del laboratorio.

La norma UNE 100-011-91 recomienda para los laboratorios un aporte de aire exterior de 10 L/s por persona ó 3 L/s.m², caudales que deben considerarse mínimos a efectos de ventilación y máximos a efectos de ahorro de energía y siempre que el aire alcance toda la zona ocupada. Debe tenerse en cuenta también que el caudal de aire exterior está a su vez determinado por el funcionamiento de las vitrinas del laboratorio, cuyo uso constituye el sistema más eficaz para eliminar la contaminación química y biológica generada por la actividad del laboratorio. Todas las operaciones con riesgo en las que se manipulen productos peligrosos deben llevarse a cabo en vitrinas de laboratorio que, a su vez, deben ser adecuadas a los productos que se manipulen (ácidos, corrosivos, radiactivos, etc.) y a las operaciones a realizar (extracciones, baños, destilaciones, etc.). Su diseño, instalación y utilización debe ser tal que permita un control ambiental eficaz de la concentración de las sustancias que se estén manipulando.

Los riesgos asociados a la ventilación del laboratorio se pueden resumir en:

- Contaminación ambiental residual y olores.
- Elevadas concentraciones ambientales generadas por derrames, vertidos y fugas de gases.
- Productos peligrosos que pasen a la atmósfera cuando se manipulan y se realizan operaciones con ellos.

La prevención adecuada frente a estos riesgos es:

- Ventilación del laboratorio eficaz, independiente del resto de las dependencias.
- Mantenimiento del laboratorio en depresión respecto a las zonas colindantes.
- Circulación del aire del lugar menos contaminado al más contaminado.
- Extracción localizada mediante vitrinas de laboratorio.
- Ventilación de emergencia.

8.3 Ubicación y distribución

La adecuada ubicación y una correcta distribución son factores que contribuyen de manera decisiva en el grado de protección, tanto para la salud como para el medio ambiente, de un laboratorio. Estos aspectos se han tenido en cuenta en el capítulo dedicado al dimensionamiento de las instalaciones.

8.4 Elementos de actuación y protección en casos de emergencia

El laboratorio cuenta con una serie de elementos de actuación y protección, que permiten controlar y minimizar los efectos de accidentes que puedan suceder, tales como incendios, derrames, descontaminación de personas que hayan sufrido una proyección salpicadura o quemadura.

Los elementos de actuación de los que dispone este laboratorio son los siguientes:

- **Ducha de seguridad:** es un elemento necesario, debido a la posibilidad de que se produzcan proyecciones con riesgo de quemaduras químicas durante el desarrollo de los trabajos en las tres secciones del laboratorio (figura 12).

El lugar seleccionado para la instalación de la ducha de seguridad es en el pasillo situado en la zona central del laboratorio, para que el acceso a ella sea

lo más cómodo posible desde cada una de las salas de trabajo y desde el almacén.

El caudal de agua que proporciona es suficiente para empapar el sujeto completa e inmediatamente. Suministra agua potable, a una temperatura de entre 20 y 35° C, evitando así el riesgo que supone enfriar a una persona quemada en estado de shock y también que la poca aceptación del agua fría cause una eliminación insuficiente del contaminante, al acortar el periodo de ducha. Dispone de desagüe para facilitar su mantenimiento.

El cabezal de la ducha tiene un diámetro de 20 cm, para impregnar totalmente al sujeto. La distancia desde el suelo a la base del cabezal de la ducha es de 2m, para permitir que la persona se mantenga en posición erguida. Se encuentra separada 60 cm de la pared, para permitir acomodar, en caso necesario, a dos personas.

El pulsador de la ducha consiste en un accionador triangular unido al sistema mediante una barra fija, se sitúa a menos de 2 m del suelo.

La ducha cuenta con un sistema de alarma acústica que se pone en marcha al utilizar el equipo, permitiendo de esa manera que el resto de personal se entere de que existe un problema, y pueda acudir en auxilio.

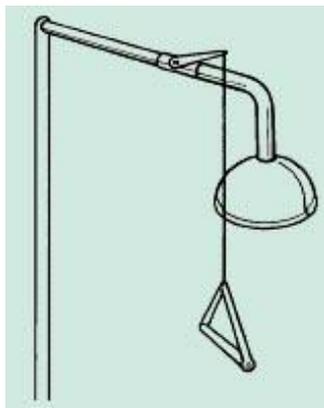


Figura 12. Ducha de emergencia

- **Fuente lavaojos:** es el sistema que permite descontaminar rápida y eficazmente los ojos, por lo que es necesario disponer de uno (figura 13).

El dispositivo está fijado al suelo y lo componen dos boquillas separadas 15 cm, que proporcionan un chorro de agua para enjuagar ojos y cara, una pileta de 30 cm de diámetro con su desagüe correspondiente y un accionador de pie.

El chorro de agua que proporcionan las boquillas es de baja presión para no provocar daño o dolor innecesario. Al igual que en la ducha de seguridad, el agua debe ser potable y es recomendable que sea templada.

Este dispositivo se dispone como equipo conjunto con la ducha de seguridad, en el pasillo central del laboratorio, debido a su fácil accesibilidad desde todas las salas de trabajo.

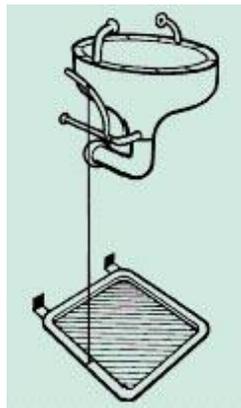


Figura 13. Lavaojos

- **Mantas ignífugas:** Se dispone de una manta ignífuga en cada sección de trabajo del laboratorio, ya que permiten una acción eficaz en caso de fuegos pequeños y especialmente en los casos en los que se prende fuego la ropa (figura 14).

Se encuentran almacenadas de manera que permiten una utilización rápida.



Figura 14. Manta ignífuga

- **Extintores:** son los sistemas a los que se recurre cuando no es posible controlar mediante mantas ignífugas los pequeños incendios que se producen en el laboratorio (figura 15).

Los extintores son aparatos que contienen un agente o sustancia extintora que puede ser proyectada y dirigida sobre el fuego por acción de una presión interna.

El agente extintor a utilizar se elige en función del tipo de fuego que se vaya a combatir. En la tabla 37 se observa que existen distintos tipos de fuego, que se clasifican según se trate de sólidos, líquidos, gases, metales o de origen eléctrico y que en cada caso el agente extintor adecuado varía.

Clases de fuego	Agentes extintores						
	Agua a chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica	Halones
A (Sólidos)	XX	XX	XX	X	XX	X	X
B (Líquidos)	-	X	XX	XX	XX	X	X
C (Gases)	No Extingue Si limita propagación			X	X	X	X

D (Metales)	-	-	-	-	-	-	-
E (Eléctricos)	-	X Hasta 20.000V	-	X	X Hasta 1.000V	XX	XX

Calificación de los agentes extintores: **X X** Bueno, **X** Aceptable, **-** Inaceptable o peligroso

Tabla 38. Agentes extintores para las distintas clases de fuego

El laboratorio tiene instalado en las tres secciones y en el almacén, un extintor portátil, en los todos los casos se sitúan junto a la salida de la sala correspondiente.



Figura 15. Extintor portátil

En el apartado 8.7 de protección contra incendios incluido en la memoria se trata más detalladamente este tema.

- **Neutralizadores:** Son elementos de actuación y protección que se utilizan en caso de derrames o vertidos accidentales.

En cada una de las secciones del laboratorio se cuenta con neutralizadores específicos de ácidos y bases y con materiales altamente adsorbentes para poder controlar físicamente vertidos que no requieran tratamientos especiales.

La eficacia de todos los elementos de actuación y protección citados, no solo se asegura con que los elementos se encuentren en perfecto estado, sino que es necesario que el personal del laboratorio conozca su ubicación y sus condiciones de utilización. Para conseguir esos dos objetivos, todos los elementos de actuación se encuentran correctamente señalizados y el personal que trabaja en el laboratorio está informado, formado y entrenado.



Figura 16. Señalización de los elementos de actuación

8.5 Equipos de protección individual (EPI)

Para tratar este aspecto es obligatorio recurrir al Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. De donde se extraen la definición y las indicaciones de uso:

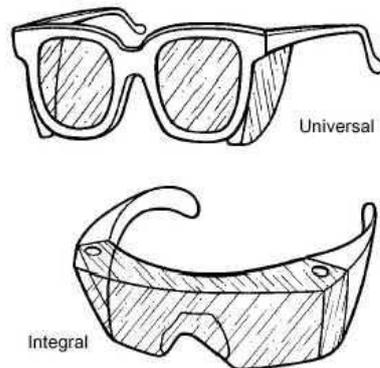
- Los Equipos de Protección Individual (EPI) se definen como “cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos, que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”.
- El uso de los equipos de protección individual deberá limitarse a los casos en los que existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de

protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

El laboratorio dispone de equipos de protección individual debido a la imposibilidad técnica y económica de instalar una protección colectiva eficaz.

Los equipos de protección individual que están disponibles en el laboratorio se clasifican en función de la parte del cuerpo que protegen. Ahora se comentan los tipos de EPI seleccionados para el laboratorio en general y posteriormente en el apartado 8.3.2 se indica los específicos para cada una de las secciones.

- **Protectores de ojos:** Las gafas de seguridad seleccionadas para el laboratorio son de tipo integral, protegen los ojos en cualquier dirección de posibles proyecciones de líquidos corrosivos e irritantes. Además presentan la ventaja de que pueden ser utilizadas conjuntamente con gafas graduadas.



- **Protección de las manos:** en el laboratorio, se realizan operaciones que requieren la utilización de dos tipos de diferentes de guantes, una es el manejo de sustancias químicas, durante la realización de análisis y ensayos, y la otra la operación de inmersión de piezas en el baño de cinc fundido, que se encuentra a una temperatura cercana a los 460°C.

- Guantes de látex: es el material más adecuado al tipo de riesgo que supone el manejo de las sustancias químicas presentes en el laboratorio y a la utilización de material de vidrio.
- Guantes de para calor: de un material adecuado para que la mano al acercarse al horno de cinc fundido no sufra ningún tipo de daño.
- **Protección de las vías respiratorias:** Los equipos de este tipo purifican el aire del ambiente, reteniendo los contaminantes presentes en él para que sea respirable.

Son utilizados en la sección de simulación para los casos en los que las campanas de extracción no funcionen adecuadamente o la retirada del contaminante por parte de éstas no sea suficiente. El equipo protector seleccionado para esos casos es el de máscara, porque supone una protección de la boca, la nariz y los ojos.



El laboratorio cuenta con programa de gestión de equipos de protección individual, que garantiza su eficacia y en cual se contemplan los siguientes aspectos:

- El mantenimiento de un stock mínimo de cada uno de los EPI.
- La formación e información de todo el personal en materia de EPI.

- El reparto entre todo el personal de un documento en el que se indica el número y el tipo de equipos disponibles en el laboratorio, las situaciones en las que es obligatorio su uso, las condiciones de utilización y el lugar de almacenamiento.
- La entrega de cada equipo con acuse de recibo y con instrucciones por escrito de utilización, para los casos que sea necesario.

8.6 Almacenamiento de productos químicos

La legislación específica existente sobre almacenamiento de productos químicos contenida en las ITC-MIE-APQ-001/006 no es aplicable a este laboratorio, como se justifica en el apartado 7.3.1. de dimensionamiento del almacén.

Existen unas normas generales para la reducción del riesgo en el almacenamiento de los productos químicos que el laboratorio adopta, las cuales se han tenido en cuenta en el dimensionamiento del almacén del laboratorio. Algunas de éstas son:

- Los productos químicos se almacenan en una sala aneja al laboratorio, manteniendo de esta manera un stock mínimo de uso diario en cada una de las secciones.
- Tanto en el almacén como en las tres secciones de trabajo, los productos se encuentran colocados teniendo en cuenta las incompatibilidades que existen entre ellos y su peligrosidad.
- Las etiquetas de todos los productos químicos, tanto los recibidos, como los preparados son correctas.

8.7 Condiciones de protección contra incendios

Ya se ha comentado en el transcurso de la memoria que el laboratorio que se diseña se ubica en una sala situada en el interior de la planta de galvanizado. La

actividad que en él se desarrolla se considera complementaria a la del galvanizado, que es la principal de la planta. Por esta razón el laboratorio está dentro del ámbito de aplicación del Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, aprobado por el REAL DECRETO 2267/2004.

Atendiendo al citado Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, el laboratorio debe caracterizarse para determinar cuales son los requisitos de instalaciones de protección contra incendios con las que ha de contar.

Teniendo en cuenta la configuración y la ubicación del laboratorio respecto a la planta de galvanizado, se determina que el laboratorio es un establecimiento de **tipo A**, ya que ocupa parcialmente un edificio en el cual se lleva a cabo la galvanización.

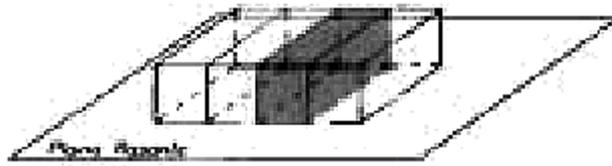


Figura 17. Establecimiento industrial Tipo A, situado en horizontal

El cálculo del riesgo intrínseco que presenta el laboratorio, para su caracterización, se hace teniendo en cuenta las sustancias combustibles que él se almacenan. Consultando el apartado 7.3 en el que se enumeran todas las sustancias químicas utilizadas en el laboratorio y sus características, se comprueba que únicamente se utiliza una sustancia combustible, la Hexametilentetramina. Ésta es una sustancia sólida que se utiliza para la determinación de cloruro de cinc que se realiza en la sección de análisis químicos, del laboratorio.

Para determinar el riesgo intrínseco que presenta el laboratorio, se utiliza una fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \quad (\text{Mcal}/\text{m}^2)$$

Donde:

Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en Mcal/m².

G_i = Masa, en Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

q_i = Poder calorífico, en Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Es necesario contar con una serie de datos para poder hacer el cálculo de la densidad de carga de fuego. Hay datos de la hexametilentetramina que no se conocen, como el poder calorífico, razón por la cual se opta por consultar la tabla 1.2 del Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales en la que se recogen valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, y el valor del coeficiente que corrige la peligrosidad por riesgo de activación asociado, R_a .

Como las actividades desarrolladas en este laboratorio son de tipo químico y metalúrgico se consultan en la tabla 1.2 del Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales los valores para ambas actividades y se elige la que presenta datos más desfavorables. La tabla 39 recoge los valores correspondientes a los laboratorios químicos y metalúrgicos de la tabla 1.2 del Reglamento.

Actividad	Q _s (media)		R _a
	MJ/m ²	Mcal/m ²	
Laboratorio Químico	500	120	1'5
Laboratorio metalúrgico	200	48	1

Tabla 39. Densidad de carga de fuego

Se toman los valores de Q_s y R_a correspondientes al laboratorio químico ya que son mayores y calculando su producto se determina el valor de densidad de carga de fuego corregida. Q_s = 180Mcal/m².

Consultando la tabla 40 se determina el nivel de riesgo intrínseco que le corresponde al laboratorio para un valor concreto de densidad de carga de fuego. Considerando que la densidad de carga de fuego corregida es de 180Mcal/m², el **nivel de riesgo intrínseco es bajo de tipo 2.**

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	Q _s ≤ 100	Q _s ≤ 425
	2	100 < Q _s ≤ 200	425 < Q _s ≤ 850
Medio	3	200 < Q _s ≤ 300	850 < Q _s ≤ 1.275
	4	300 < Q _s ≤ 400	1.275 < Q _s ≤ 1.700
	5	400 < Q _s ≤ 800	1.700 < Q _s ≤ 3.400
Alto	6	800 < Q _s ≤ 1.600	3.400 < Q _s ≤ 6.800
	7	1.600 < Q _s ≤ 3.200	6.800 < Q _s ≤ 13.600
	8	3.200 < Q _s	13.600 < Q _s

Tabla 40. Nivel de riesgo intrínseco en función de la densidad de carga de fuego

Teniendo en cuenta que el laboratorio debido a su emplazamiento y ubicación en la planta es de Tipo A, que su nivel de riesgo intrínseco es bajo de tipo 2 y que su superficie total construida es de 108 m², consultando el anexo 3 del Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, se determinan los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios que son exigibles para este laboratorio.

Analizando uno a uno los requisitos de protección contra incendios recogidos en el Anexo 3 y considerando que en el laboratorio además de realizarse análisis y ensayos se almacenan productos químicos, se determina qué elementos de protección es necesario instalar.

- Sistemas automáticos de detección de incendio:

No es necesario instalarlos, porque para el caso más restrictivo, que es considerar que en el laboratorio se realizan actividades de almacenamiento, encontrándose emplazado en un edificio de tipo A, se exige si la superficie construida es de 150 m² o superior.

- Sistemas manuales de alarma de incendio:

Es necesario instalarlos ya que los sistemas automáticos de detección de incendio no se exigían. Se situarán dos pulsadores, uno junto a cada salida del laboratorio.

- Sistemas de comunicación de alarma:

Para el laboratorio no hay que instalarlos, ya que la superficie total construida es inferior a los 10000 m².

- Sistemas de hidrantes exteriores:

Estos sistemas no son exigidos a instalaciones que presentan nivel de riesgo intrínseco bajo.

- Extintores de incendio:

En cada sección de trabajo del laboratorio, incluido el almacén, se instala un extintor, el agente extintor seleccionado para todos ellos es el polvo seco ya que observando la tabla 38 se comprueba que es recomendable para una variedad de tipos de fuegos amplia, además observando la tabla 43 se comprueba que es un agente extintor adecuado para casi todas las sustancias presentes en el laboratorio.

- Sistemas de bocas de incendio equipadas:

No es necesario instalarlas, ya que se exigen a instalaciones situadas en edificios de tipo A, si superficie total construida es de 300 m² o superior.

- Sistema de columna seca:

Este sistema no se exige a instalaciones que presentan nivel de riesgo intrínseco bajo.

- Sistemas de rociadores automáticos de agua:

Sólo se exige para establecimientos situados en edificios de tipo A, si su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m² o superior.

- Sistemas de agua pulverizada:

No es necesario instalarlos ya que las secciones que conforman el laboratorio ni por configuración, ni por contenido, ni por proceso, ni por ubicación del riesgo requieren ser refrigeradas para asegurar la

estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

- **Sistemas de espuma física:**

Estos sistemas no se instalan en el laboratorio ya que en él no se manipulan líquidos inflamables.

- **Sistemas de alumbrado de emergencia:**

En el laboratorio se instalan dos lámparas de alumbrado emergencia y se sitúan en las dos puertas de salida.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia ha de cumplir unas condiciones:

- Ha de ser fija, estar provista de fuente propia de energía y entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Ha de mantener las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Ha de proporcionar una iluminancia de un lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona ha de ser tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la

reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

8.8 Plan de autoprotección

Todo plan de emergencia ante el riesgo químico debe contemplar dos tipos de actuaciones, unas encaminadas a controlar la situación de emergencia con el mínimo tiempo de intervención, para que los daños a personas y bienes sean mínimos, y otras para asegurar, cuando sea necesario, una correcta y rápida evacuación de las zonas afectadas.

Es preciso disponer de efectivos sistemas de detección de las posibles situaciones de emergencia, tanto técnicos como humanos y de comunicación (número de teléfono especial para emergencias, alarmas acústicas, etc.) para que las actuaciones se hagan con la rapidez necesaria y lograr que los medios de actuación existentes (instalaciones fijas contra incendios, señalización y alumbrado de emergencia, etc.) sean eficaces.

Los planes de emergencia deben estar establecidos por escrito y divulgados a todas las personas que pueden verse afectadas por los mismos. Sólo con simulacros periódicos podrá conseguirse que las actuaciones sean acordes a lo planificado.

En cuanto al marco legislativo general (no el específico de procesos en los que pueden ocurrir accidentes graves), según se establece en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, debe analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias para evitar sus consecuencias, fundamentalmente en relación con los primeros auxilios, la lucha contra incendios y la evacuación de los trabajadores.

En general y como guía para el cumplimiento de esta exigencia, se puede seguir la Orden de 29/11/1984 por la que se aprueba en Manual de autoprotección para el

desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de Evacuación en Locales y Edificios, donde se establece una guía para la elaboración de los citados planes.

EL Manual de Autoprotección tiene por objeto la preparación, redacción y aplicación del Plan de Emergencia, que comprende la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendio o de cualquier otro equivalente, así como para garantizar la evacuación y la intervención inmediata. El plan de Emergencia propiamente dicho entra dentro de un más amplio Plan de Autoprotección que contiene 4 documentos que son DOCUMENTO 1: EVALUACIÓN DEL RIESGO, DOCUMENTO 2: MEDIOS DE PROTECCIÓN, DOCUMENTO 3: PLAN DE EMERGENCIA y DOCUMENTO 4: IMPLANTACIÓN.

Aparte del Manual de Autoprotección constituido por estos cuatro documentos se debería redactar un sencillo Manual de Emergencia para entregar a todo el personal, a fin de que tenga las instrucciones claras sobre las actuaciones que se deben seguir ante las diferentes situaciones de emergencia que puedan acontecer.

En los establecimientos industriales y en especial en los que se almacenen productos químicos peligrosos se exige la necesidad de disponer de un sistema de autoprotección dotados de sus propios recursos y del correspondiente plan de emergencia. Los establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas están sujetos al RD 374/2001 y si se encuentran en cantidades superiores a determinados valores están sujetos al RD 1254/1999 (Directiva Seveso II). Mediante el Real Decreto 1196/2003 se aprobó la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, que constituye el instrumento normativo técnico para el ejercicio de aquellas obligaciones, responsabilidades y competencias que el Real Decreto 1254/1999 asigna tanto a los titulares de establecimientos como a las Administraciones implicados en las labores de prevención y control de riesgos.

En la instalación que se proyecta, no sujeta a estos RD en los que pueden ocurrir accidentes graves, el Plan de Autoprotección debe contener los cuatro documentos antes citados y que se detallan a continuación:

8.8.1 Documento 1: Evaluación del riesgo

Aunque al principio de este apartado se contemplaron de forma general una serie de riesgos presentes en el laboratorio, en este primer documento, se analizan los riesgos que presenta el trabajo realizado en cada sección, riesgos que son prácticamente comunes a todas las secciones.

1) Almacén de sustancias químicas:

Los riesgos que supone el trabajo realizado en esta sala del laboratorio, están relacionados con el manejo de las sustancias químicas que en ella se almacenan, y son principalmente:

- **Riesgo de incendio y explosión:** es uno de los riesgos derivados del trabajo con sustancia de una amplia naturaleza química. En la tabla 39 se recoge la información de cada sustancia respecto a las situaciones de incendio y explosión, que hay que tener en cuenta para su manejo.

SUSTANCIAS	PELIGROS	
	INCENDIO	EXPLOSIÓN
Hidróxido Sódico	No combustible. El contacto con la humedad o con el agua, puede generar el suficiente calor para producir la ignición de sustancias combustibles.	
Permanganato potásico	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Riesgo de incendio y explosión en contacto con sustancias combustibles y agentes reductores.

Ácido sulfúrico	No combustible. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. Desprende humos (o gases) tóxicos o irritantes en caso de incendio.	Riesgo de incendio y explosión en contacto con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores, agua.
EDTA	Emite humos tóxicos en caso de incendio.	
Ácido Nítrico	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Riesgo de incendio y explosión en contacto con muchos compuestos orgánicos.
Hexametilentetramina	Combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	
Nitrato de Plata	No combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias	
Ácido bórico	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	
Cloruro de Cinc	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	
Cloruro de Amonio	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	
Cinc	Altamente inflamable. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Riesgo de incendio y explosión en contacto con ácidos, bases, agua y sustancias incompatibles.
Plomo	No combustible. El plomo en forma de polvo es inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Las partículas finamente dispersas forman mezclas explosivas en el aire.
Ácido Clohídrico	No combustible	

Cloruro Antimonioso	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	
Sulfato de Cobre	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	

Tabla 41. Peligros de incendio y explosión de las sustancias químicas del almacén

Como se comprueba en la tabla 41 únicamente existe una sustancia que es combustible, la hexametilentetramina, pero es una sustancia de la cual se utiliza muy poca cantidad, por lo cual en el almacén se almacenan únicamente 2 Kg. Hay sustancias que son inflamables y otras que en contacto con agentes determinados pueden ocasionar riesgo de incendio y explosión.

- **Riesgo de vertidos:** Es posible que durante la colocación de los productos recibidos, la retirada de los mismos para su uso en las distintas secciones y su desplazamiento dentro del propio almacén, desde una posición a otra, se produzcan vertidos o derrames. Dichos derrames pueden afectar al suelo del almacén, a las estanterías, a los armarios e incluso otros productos. Este riesgo además puede provocar un riesgo adicional que es la contaminación de la atmósfera del almacén.
- **Riesgo de inhalación y salpicaduras en los ojos y en la piel:** Durante el manejo de las sustancias almacenadas la persona está expuesta a estos tres tipos de riesgos. Cada sustancia presenta unas consecuencias concretas que se recogen en la tabla 42.

SUSTANCIAS	PELIGROS		
	INHALACIÓN	CONTACTO CON PIEL	CONTACTO CON OJOS
Hidróxido Sódico	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria	Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas, dolor	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves
Permanganato potásico	Sensación de quemazón. Tos. Dolor de garganta. Jadeo. Dificultad respiratoria	Enrojecimiento. Quemaduras cutáneas. Dolor	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas graves
Ácido sulfúrico	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta	Corrosivo. Dolor, enrojecimiento, quemaduras cutáneas graves	Corrosivo. Dolor, enrojecimiento, quemaduras profundas graves
EDTA	Sensación de quemazón, tos	Enrojecimiento	Enrojecimiento
Ácido Nítrico	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, pérdida del conocimiento	Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves, dolor, decoloración amarilla	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves
Hexametilentetramina	Tos, dolor de garganta.	Enrojecimiento y dolor	Enrojecimiento y dolor
Nitrato de Plata	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria	Enrojecimiento, quemaduras cutáneas, dolor	Enrojecimiento, dolor, pérdida de visión, quemaduras profundas graves
Ácido bórico	Tos, dolor de garganta	¡PUEDE ABSORBERSE! Enrojecimiento. Puede ser absorbida a través de la piel dañada.	Enrojecimiento y dolor
Cloruro de Cinc	Sensación de quemazón. Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Dolor de garganta	Enrojecimiento, quemaduras cutáneas, dolor	Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves
Cloruro de Amonio	Tos	Enrojecimiento	Enrojecimiento
Cinc	Sabor metálico, fiebre de los humos metálicos	Pile seca	

Plomo	Calambres abdominales, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, debilidad, sibilancia, hemoglobinuria, colapso.		
Ácido clorhídrico	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta	Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves, dolor	Corrosivo. Dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves
Cloruro Antimonioso	Corrosivo. Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Tos. Jadeo. Pérdida del apetito	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Ampollas	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas graves
Sulfato de Cobre	Tos. Dolor de garganta.	Enrojecimiento y dolor	Enrojecimiento, dolor y visión borrosa

Tabla 42. Peligros por inhalación, contacto con la piel y contacto con los ojos, que presentan las sustancias almacenadas en el laboratorio.

2) Sección de análisis químicos:

- **Riesgo de incendio y explosión:** Tal y como ocurre en el caso del almacén, este riesgo también está presente, ya que en ella también se trabaja con sustancias químicas. Las sustancias utilizadas en esta sección se corresponden con las que ocupan la primera parte de la tabla 41, éstas son hidróxido sódico, permanganato potásico, ácido sulfúrico, EDTA, ácido nítrico, hexametilentetramina, nitrato de plata, cromato potásico y ácido bórico.
- **Riesgo de inhalación y salpicaduras en los ojos y en la piel:** El uso continuo de sustancias químicas durante el desarrollo de los análisis, expone al trabajador a este riesgo. Los peligros de las sustancias utilizadas en esta sección pueden consultarse en la primera parte de la tabla 42.
- **Riesgos de vertidos:** Este riesgo hay que tenerlo en cuenta debido al constante uso de reactivos para la realización de análisis.

- **Riesgo de electrocución:** Este riesgo se puede presentar en esta sección debido a la presencia de dispositivos eléctricos. La electrocución se produce cuando por un contacto eléctrico directo o indirecto, una persona pasa a formar parte de un circuito eléctrico, transcurriendo por su organismo una determinada intensidad eléctrica durante un tiempo.

3) Sección de simulación:

En el trabajo en la planta piloto, además de todos los riesgos comentados anteriormente, también hay que tener en cuenta el riesgo de quemaduras térmicas.

- **Riesgo de quemaduras térmicas:** que aparece al tener en cuenta que se trabaja con un baño de cinc fundido, que se encuentra a 460°C.

4) Sección de ensayos materiales

El trabajo que se realiza en esta sección consiste en verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos al recubrimiento de la superficie de las piezas galvanizadas. Para ello se llevan a cabo una serie de ensayos, que suponen una serie de riesgos a la persona que los realiza.

- **Riesgo de incendio y explosión:** Este riesgo aparece en la realización de los ensayos gravimétrico y de inspección de uniformidad y continuidad, para los cuales se requiere el uso de sustancias químicas. Los peligros de incendio y explosión de las sustancias que en esta sección se utilizan, se pueden consultar en la tabla 41, éstas son ácido clorhídrico, cloruro antimonioso y sulfato de cobre.
- **Riesgo de inhalación y salpicaduras en los ojos y en la piel:** Al igual que sucede con el riesgo de incendio, hay que tener en cuenta estos riesgos, durante la realización de los ensayos gravimétrico y de inspección de uniformidad y

continuidad, porque son en los que se utilizan sustancias químicas. Los peligros de inhalación y salpicaduras en ojos y en piel de las sustancias que en esta sección se utilizan, se pueden consultar en la tabla 42. Las sustancias utilizadas son las tres últimas.

8.8.2 Documento 2. Medidas de protección

En este documento perteneciente al plan de autoprotección se enumeran los medios materiales de los que dispone el laboratorio para llevar a cabo la autoprotección.

Estos medios ya fueron comentados en el apartado 8.4 referido a las medidas de seguridad, en dicho apartado se contemplaban por un lado los elementos de protección y prevención y por otro lado los equipos de protección individual.

1) Elementos de actuación y protección

Como estos elementos de actuación y protección fueron detalladamente explicados en el apartado 8.4, en este punto únicamente se indica la situación de cada uno en el laboratorio.

- **Ducha de seguridad:** Teniendo en cuenta que el laboratorio tiene una superficie de 108 m² y considerando la distribución de las secciones de trabajo, el lugar seleccionado para la instalación de la ducha de seguridad es en el pasillo situado en la zona central del laboratorio, para que el acceso a ella sea lo más cómodo posible desde cada una de las salas de trabajo y desde el almacén.
- **Fuente lavaojos:** Este dispositivo se dispone como equipo conjunto con la ducha de seguridad, teniendo en cuenta los mismos factores. Por tanto se ubica en el pasillo central del laboratorio.

- **Mantas ignífugas:** Se dispone de una manta ignífuga en cada sección de trabajo del laboratorio, ya que permiten una acción eficaz en caso de fuegos pequeños y especialmente en los casos en los que se prende fuego la ropa.
- **Extintores:** Como se dijo en el apartado 8.7 la elección del agente extintor se ha de tener en cuenta la naturaleza del fuego que se desea extinguir. Teniendo en cuenta la posibilidad de que el incendio sea provocado por alguna de las sustancias químicas, se consulta la ficha de seguridad de cada una de ellas para determinar el agente extintor que sea adecuado para un número mayor de sustancias. En la tabla 43 se muestra los modos de extinción en caso de incendio y de explosión para las diferentes sustancias que se utilizan en el laboratorio.

En cada sección del laboratorio se instala un extintor de CO₂, se opta por extintores de este tipo porque, según indica la NTP 500, la experiencia ha demostrado que son los más prácticos y universales para el uso en laboratorio.

SUSTANCIAS	MODO DE EXTINCIÓN	
	INCENDIO	EXPLOSIÓN
Hidróxido Sódico	Permitidos todos los agentes extintores	
Permanganato potásico	Permitidos todos los agentes extintores	
Ácido sulfúrico	NO utilizar agua. Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono	Mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua
EDTA	Polvos, pulverización con agua, espuma, dióxido de carbono	
Ácido Nítrico	No utilizar espuma	Mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua
Hexametilentetramina	Espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, polvo	
Nitrato de Plata	Están permitidos todos los agentes extintores	Mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua

Ácido bórico	Están permitidos todos los agentes extintores	
Cloruro de Zinc	Están permitidos todos los agentes extintores	
Cloruro de Amonio	Están permitidos todos los agentes extintores	
Zinc	Agentes especiales, arena seca, NO utilizar otros agentes. NO utilizar agua	Mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua
Plomo	Están permitidos todos los agentes extintores	
Ácido Clorhídrico	Están permitidos todos los agentes extintores	Mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
Cloruro Antimonioso	polvo, dióxido de carbono, agua NO	
Sulfato de Cobre	Están permitidos todos los agentes extintores	

Tabla 43. Modos de extinción para incendios y explosiones para cada sustancia química

- **Neutralizadores:** En cada una de las secciones del laboratorio se cuenta con neutralizadores específicos de ácidos y bases y con materiales altamente adsorbentes para poder controlar físicamente vertidos que no requieran tratamientos especiales.

2) Equipos de protección individual

De la misma manera que ocurría con los elementos de actuación y protección, los equipos de protección individual (EPI) se explicaron en el apartado 8.5 Por esta razón en este punto únicamente se decide cuales han de estar disponibles en cada una de las secciones del laboratorio. La elección se realiza evaluando los riesgos que presentan las operaciones desarrolladas en cada una de ellas, valorando el grado de protección que precisa cada situación de riesgo frente al grado de protección que ofrece cada equipo de protección individual.

- **En el almacén de productos químicos:** existe riesgo de inhalación, salpicaduras en los ojos y en la piel, vertidos, incendios y derrames. Los EPI disponibles son: gafas de seguridad, guantes de látex, delantal, mascarilla y mascarilla.
- **En la sección de análisis químicos:** el manejo constante de sustancias químicas conlleva el riesgo de que se produzcan salpicaduras y derrames y el uso mayoritario de material vidrio supone la existencia de riesgo de cortes y pinchazos. Para hacer frente a esos posibles riesgos los EPI seleccionados para esta sección son: gafas de seguridad y guantes de látex.
- **En la sección de simulación:** los riesgos que presenta el tipo de operaciones llevadas a cabo son: salpicaduras y proyecciones provenientes del contenido de los baños, quemaduras al introducir y extraer las piezas del horno de cinc fundido, inhalación de vapores y gases procedentes de los baños, irritación de la piel en el manejo de las piezas impregnadas de las disoluciones de los baños. Los EPI con los que cuenta esta sección son: guantes de látex y guantes para calor, gafas de seguridad y máscara para proteger vías respiratorias, cara y ojos, que será utilizada únicamente en caso de que la campana extractora de gases de los baños no funcione adecuadamente.
- **En la sección de ensayos materiales:** el trabajador se expone al riesgo de salpicaduras y derrames durante la realización de los ensayos gravimétrico y de uniformidad y continuidad, que requieren el uso de sustancias químicas. Esta sección cuenta con los siguientes EPI: guantes de látex y gafas de seguridad.

8.8.3 Documento 3. Plan de emergencia

En este documento se recoge cómo actuar en caso de posibles emergencias.

En un lugar bien visible de cada una de las secciones del laboratorio, se coloca la información necesaria para la actuación en caso de accidente: que hacer, a quien avisar, números de teléfono, tanto interiores como exteriores (emergencia, servicio de prevención, mantenimiento, ambulancias, bomberos, mutua, director del laboratorio), direcciones y otros datos que puedan ser interés en caso de accidente, especialmente los referentes a las normas de actuación.

En caso de accidente debe activarse el sistema de emergencia (PAS: Proteger, Avisar, Socorrer) Al comunicarse, se debe dar un mensaje preciso sobre:

- Lugar donde ha ocurrido el accidente.
- Tipo de accidente (intoxicación, quemadura térmica o química, herida, etc.).
- Número de víctimas.
- Estado aparente de las víctimas (consciencia, sangran, respiran, etc.).
- No colgar antes de que el interlocutor lo haya autorizado, ya que puede necesitar otras informaciones complementarias.
- Disponer de una persona del laboratorio que reciba y acompañe a los servicios de socorro con el fin de guiarlos rápidamente hasta el lugar del accidente.

A continuación se recogen la manera de actuar ante los posibles accidentes que pueden suceder en el laboratorio.

1) Incendio

- Utilizar siempre un agente extintor adecuado al fuego que se ha producido, ya que un agente no adecuado puede hacerlo aún más peligroso. En la tabla 37 se indican agentes extintores adecuados para cada tipo de fuego y en la tabla 42 los modos de extinción para incendios y explosiones para cada sustancia química.

- Los extintores se sitúan, en cada sección, próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor queda, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.
- Usar mantas ignífugas para el control de pequeños fuegos.
- En caso de producirse un incendio en el laboratorio, el personal debe abandonarlo por la puerta que se encuentre más cercana a la sección en la que se esté trabajando siempre que la salida no presente peligro.
- Cuando concluya la evacuación del laboratorio, deben cerrarse las puertas, a no ser que existan indicaciones en sentido contrario por parte de los equipos de intervención.

2) Vertidos

- En caso de producirse derrames accidentales se debe actuar rápidamente para su absorción, neutralización o eliminación.
- La eliminación de pequeños derrames se hará, según el caso, con agentes absorbentes o neutralizantes que una vez usados se depositarán en recipientes para residuos. Como norma general se descarta el uso de serrín como absorbente para líquidos inflamables y corrosivos, recomendando carbón activo, sepiolita u otros.
- En el caso de derrames o vertidos sobre la ropa de trabajo, ésta debe quitarse rápidamente, lavándola, o colocarse bajo una ducha, según la magnitud de la impregnación. Si hay contacto con la piel acudir al médico.

3) Salpicaduras en los ojos y en la piel

- Lavarse rápidamente con agua durante 10 o 15 minutos, empleando si es necesario la ducha de seguridad.
- Quitarse la ropa y objetos previsiblemente mojados por el producto.
- Si la salpicadura es en los ojos, emplear el lavaojos durante 15-20 minutos, sobretodo si el producto es corrosivo o irritante.
- No intentar neutralizar.
- Acudir al médico lo más rápidamente posible con la etiqueta o ficha de seguridad del producto.

4) Electrocuación

- Cortar la alimentación eléctrica del aparato causante del accidente antes de acercarse a la víctima para evitar otro accidente y retirar al accidentado.
- Activar el PAS y, practicar, si es necesario, la reanimación cardiorrespiratoria.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

5) Quemaduras térmicas

- Lavar abundantemente con agua fría para enfriar la zona quemada.
- No quitar la ropa pegada a la piel.
- Tapar la parte quemada con ropa limpia.

- Acudir siempre al médico, aunque la superficie afectada y la profundidad sean pequeñas.
- No aplicar nada a la piel (ni pomada, ni grasa, ni desinfectantes).
- No enfriar demasiado al accidentado.
- No dar bebidas ni alimentos.
- No romper las ampollas.
- No dejar solo al accidentado.

8.8.4 Documento 4. Implantación

La implantación del plan de autoprotección en el laboratorio se hace llevando a cabo distintas acciones:

- Cada uno de los trabajadores del laboratorio tiene una copia escrita del plan.
- El personal asiste obligatoriamente a cursos de formación en la materia referente a dicho plan.
- Se realizan simulacros en los que todos los trabajadores aprenden la forma de actuar ante una emergencia.
- El plan se somete cada cierto tiempo a una revisión, fruto de la cual sufre actualizaciones y modificaciones.

9 PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

La gestión de los residuos de laboratorio no es sólo una exigencia medioambiental o de salud en el trabajo, sino que está perfectamente reglamentada en el

ámbito de la Unión Europea mediante la Directiva 91/689/CEE relativa a residuos peligrosos y en concreto en nuestro país por la Ley 20/1986 "Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos" y las sucesivas normas que la desarrollan.

La Ley 20/1986 define en su artículo segundo como residuos tóxicos y peligrosos a "los materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destina al abandono y contengan en su composición alguna de las sustancias y materias que figuran en el Anexo de la presente Ley en cantidades o concentraciones tales que representen un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente". En el Real Decreto 833/1988 por el que se aprueba el "Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 se indican los constituyentes que en función de las cantidades, concentraciones y formas de presentación pueden dar al residuo el carácter de tóxico y/o peligroso, las características de los residuos peligrosos y las actividades que pueden generarlos, estando incluidas entre ellas los laboratorios de investigación.

El tratamiento de los residuos que genera el laboratorio, conlleva la dificultad de que son reactivos de características muy variadas, que presentan elevada peligrosidad tanto desde el punto de vista fisicoquímico, como toxicológico y para el medio ambiente además que se generan en pequeñas cantidades. Hay que evitar la acumulación de residuos en el laboratorio porque supone la presencia de productos químicos peligrosos innecesarios. Además, a menudo, no suelen estar adecuadamente envasados, identificados y almacenados.

En el laboratorio, considerando las características de los residuos generados, se pueden distinguir los siguientes grupos:

- Residuos inertes (de origen mineral, escombros).
- Residuos no peligrosos (asimilables a municipales).
- Residuos especiales (tóxicos o peligrosos).

Los residuos generados en el laboratorio, por sus características, no son fácilmente gestionables utilizando los circuitos establecidos, que están diseñados para residuos de origen industrial (volúmenes grandes y con poca diversidad). A este tipo de residuos se les denomina "residuos tóxicos en pequeña cantidad" (RTPC).

La gestión de residuos es el conjunto de actividades encaminadas a dar a los residuos tóxicos y peligrosos el destino final más adecuado de acuerdo con sus características; comprende las operaciones de recogida, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación de los mismos. Aunque una empresa externa autorizada, se encargue de recoger y eliminar aquellos residuos que no pueden tratarse en el laboratorio, es necesario establecer un programa de gestión de residuos en el laboratorio que tenga en cuenta todos los residuos generados, ya sean banales (no especiales o no peligrosos) o peligrosos (especiales). El programa debe contemplar básicamente los siguientes aspectos:

- Inventario de todos los productos considerados como residuos.
- Definición de grupos en base a sus características fisicoquímicas, incompatibilidades, riesgos específicos y/o tratamiento y eliminación posterior.
- Contemplar las posibilidades de minimización considerando la posible reutilización, recuperación, neutralización y eliminación. Una adecuada gestión de compras, manteniendo el stock al mínimo, reduce el volumen de los residuos al disminuir la cantidad generada por reactivos caducados, sobrantes o de uso no previsible.
- Implantación de un sistema de recogida selectiva en función de los grupos establecidos con provisión de contenedores adecuados a las características de los residuos e identificación y etiquetado de los envases y contenedores.

- Información y formación del personal del laboratorio sobre la existencia y características del plan de gestión de residuos.

10 BIBLIOGRAFÍA

10.1 Libros consultados

- Cámara, Carmen, “Toma y tratamiento de muestras”, Síntesis, Madrid, 2004.
- Sagrado, Salvador et al, “Manual práctico de calidad en los laboratorio. Enfoque ISO 17025”, AENOR, Madrid, 2^a edición, 2005.
- Callister, William D., Jr., “Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales”, 2 tomos, Reverté, Barcelona, 1995.
- Smith, William F., “Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales”, McGraw-Hill/Interamericana de España, Aravaca (Madrid), 2^a edición, 1992.
- González Fernández, J. A., “Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión”, CENIM (CSIC), Madrid, 1984.
- Otero, E., “Corrosión y degradación de materiales”, Síntesis, Madrid, 1997.
- Ramírez Gómez, F. et al., “Introducción a los ensayos no destructivos de control de calidad de los materiales”, INTA, Madrid, 3^a edición, 1980.
- Bestatén Belloví, Manuel et al, “Seguridad en el trabajo”, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2003.
- Rudd ,D.F y Watson,Ch.C “Estrategia en Ingeniería de Procesos”, Alhambra, Madrid, 1986.

10.2 Catálogos consultados

- Catálogo Crison de Laboratorio 2004.
- Catálogo Panreac “Reactivos para análisis y productos para química fina”
Tarifa 2006
- Catálogo Álamo de Laboratorio 2005.

10.3 Páginas web

- <http://www.ateg.es/> Página oficial de la Asociación Técnica Española de Galvanización.
- <http://www.agalsa.com/> Página oficial de la empresa “Asturiana galvanizadora, S.A”
- <http://www.ree.es/> Página oficial de la empresa “Red Eléctrica de España”
- <http://www.ingalsa.net/> Página oficial de la empresa “Galvanizadora Española, S.A”
- <http://www.mtas.es/insht/> Página del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, sección del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo

10.4 Normas y referencias

- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE núm. 303 de 17 de diciembre.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. BOE núm.96 de 22 de abril.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE núm. 182, de 30 de julio de 1988)
- Real Decreto 2531/1985, de 18 diciembre, por el que se aprueban las especificaciones técnicas para los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos de hierro y otros materiales y su homologación.
- Orden de 13 de enero de 1999 por la que se modifican parcialmente los requisitos que figuran en el anexo del Real Decreto 2531/85, de 18 de diciembre, referentes a las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos, contruidos o fabricados en acero u otros materiales férreos, y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.
- Norma UNE 157001 Criterios generales para la elaboración de proyectos

- Norma UNE 37500:1988 Galvanización en caliente, características y métodos de ensayo.
- Norma UNE EN ISO 1461:1999 Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero - Especificaciones y métodos de ensayo.
- Especificación técnica 037 de la empresa “Red Eléctrica de España” de “Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente”.
- Norma ISO 8501-1:1988(E) Preparación del sustrato de acero antes de la aplicación de pinturas y productos afines – Evaluación visual de la limpieza de la superficie.
- Norma UNE 1179:2004 Cinc y aleaciones de cinc, cinc primario
- Norma UNE-EN ISO /IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

ANEXO 1:

PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE
TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES
REALIZADAS EN LA SECCIÓN DE
ANÁLISIS QUÍMICOS

ANEXO 1 PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA SECCIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICOS

0 ÍNDICE

1. PNT de Recogida de muestras.....	2
2. PNT de Utilización de densímetros.....	5
3. PNT de Medida de pH y Temperatura.....	8
4. PNT de Utilización de la balanza.....	13
5. PNT de Determinación de ácido clorhídrico.....	17
6. PNT de Determinación de hierro y cloruro de hierro.....	21
7. PNT de Determinación de cinc.....	26
8. PNT de Determinación de cloruro de amonio.....	31
9. PNT de Determinación de cloruro de cinc.....	36
10. PNT de Determinación de cloruros.....	41
11. PNT de Determinación del agente pasivante Novocoat®.....	45

1. PROTOCOLO DE RECOGIDA, IDENTIFICACIÓN Y ENVASADO DE MUESTRAS

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1 Recogida de muestras
 - 5.2 Identificación y envasado de muestras

1. OBJETO

El objeto de este protocolo normalizado de trabajo es describir el sistema de recogida, almacenamiento e identificación de las muestras extraídas de los baños de pre y postgalvanizado de una empresa galvanizadora y que van a ser analizadas en el laboratorio de la misma empresa y que cuyo diseño es objeto de este proyecto fin de carrera.

2. ALCANCE

Este protocolo normalizado de trabajo está elaborado para ser utilizado en la recogida, el envasado y la identificación de todas las muestras extraídas de los nueve baños de la cadena de galvanizado de una empresa galvanizadora, para asegurar que las muestras que se recogen son siempre representativas y que su identificación y envasado se hace siempre de la misma manera.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la recogida y la posterior identificación de las muestras es el encargado del laboratorio o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos (UNE-NE-ISO 439).

5. CONTENIDOS

5.1. Recogida de muestras

- a. Preparar el sistema de recogida muestras, comprobando que el tubo de muestreo se encuentra limpio y que el pistón y el dispensador de peso funcionan adecuadamente.
- b. Seleccionar los puntos en los que se va a recoger la muestra, teniendo en cuenta el baño del cual se van a extraer las muestras y cuales son los parámetros a medir.
- c. Preparar una probeta de 250ml perfectamente lavada e identificarla con el nombre del baño del que se va extraer la muestra, la situación dentro del

baño del punto de recogida, la fecha y hora de recogida. Utilizando para ello un rotulador especial de escritura sobre vidrio, que se pueda borrar usando alcohol.

- d. Colocarse en la zona del baño en la cual se desea recoger la muestra, introducir el dispositivo de recogida y dejarlo caer en el baño la profundidad deseada, controlándolo mediante la cuerda que se va soltando, que se encuentra graduada.
- e. Cuando el dispositivo se sitúe a profundidad deseada, dejar caer el peso, para iniciar el mecanismo de cierre, el tubo caiga y corte la columna de agua.
- f. Extraer el dispositivo recogiendo cuerda.
- g. Trasvasar el contenido del dispositivo en la probeta de 250ml que anteriormente ha sido preparada.
- h. Repetir la operación de extracción de muestras hasta recoger 250ml.

5.2. Identificación y envasado de muestras

- a. Se traslada la probeta, que contiene la muestra recogida, al laboratorio.
- b. Medir la densidad de la muestra recogida del baño y trasladada en la probeta, utilizando densímetros, es necesario contener la disolución en una probeta ya que la forma y tamaño del densímetro así lo requieren.
- c. Se toman dos vasos de recogida de muestra de 100ml y se identifican de la misma manera que se identificó la probeta, con el nombre del baño del que se ha extraído la muestra, la situación dentro del baño del punto de recogida, la fecha y la hora de recogida. Además se asigna a uno de ellos el número 1 y a otro el número 2, para poder distinguirlos y recurrir a la muestra de reserva en el momento que sea necesario.
- d. Se reparte el contenido de la probeta en los dos vasos de recogida de muestra anteriormente identificados y se cierran perfectamente para evitar derrames y pérdidas de muestra.
- e. Se coloca el vaso 1 en la zona destinada a la realización de análisis y el vaso 2 en la zona de almacenamiento destinada a las muestras de reserva.

2. MEDIDA DE DENSIDAD EN LÍQUIDOS USANDO DENSÍMETROS

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Densímetro
 - 5.2. Areómetro Baumé
6. Contenido
 - 6.1. Procedimiento de medida de la densidad

1. OBJETO

El objetivo de este procedimiento normalizado de trabajo es describir el procedimiento de medida de la densidad de las muestras recogidas de los baños de pre y post-galvanizado de una empresa galvanizadora. Considerando la densidad como un parámetro fundamental en el control de la actividad de algunos de los baños.

2. ALCANCE

Este procedimiento normalizado de trabajo está elaborado para ser utilizado en todas las medidas de densidad que se realicen utilizando densímetros en el laboratorio de la empresa. En el laboratorio se cuenta con densímetros de diferentes escalas y de diversas graduaciones, para utilizar según sean las características del baño del que procede la muestra a la que se le quiere medir la densidad.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable del uso del densímetro y de la realización de la medida de la densidad es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).

Procedimiento normalizado de recogida de muestras

5. DEFINICIONES

5.1. Densímetro

Instrumento de medida de densidad en líquidos, en el que se distinguen dos partes, la inferior que consiste en un flotador de vidrio lastrado con perdigones de plomo y la parte superior que se trata de una escala graduada. Esta graduación es diferente según vaya a ser la densidad del líquido a medir.

5.2. Areómetro Baumé

Densímetro muy utilizado en la industria alimentaria y vitivinícola, en lugar de medir la densidad y la concentración de las disoluciones en gramos por litro, como el resto de densímetros, lo hace en grados Baumé.

La fórmula de conversión de grados Baumé y densidad es la siguiente:

$$\text{Densidad} = 144,32 / (144,32 - ^\circ \text{Be})$$

6. CONTENIDOS

6.1. Procedimiento de medida de la densidad

- a. Se toma una probeta de 250 ml perfectamente lavada y se enjuaga interiormente con un poco de la muestra a la que se le quiere determinar la densidad. *
- b. Se llena la probeta con la disolución a la que se le quiere determinar la densidad.
- c. Se elige un densímetro entre los de diversas graduaciones que se tienen en el laboratorio y se introduce cuidadosamente en la probeta.
- d. Si se observa que al soltarlo se va hacia el fondo esto indica que se requiere un densímetro de densidades mayores. Se retira de la probeta, se limpia y se seca y se toma otro densímetro de graduación superior. Así hasta dar con el adecuado.
- e. Ya con el densímetro adecuado, se coloca sobre la superficie del líquido y se deja caer imprimiéndole un movimiento de rotación con los dedos de forma que caiga girando.
- f. Cuando el densímetro pare, tomar la probeta con la mano y elevarla hasta conseguir que el nivel del líquido quede a la altura de los ojos y así permita hacer una adecuada lectura de la escala.

*En el caso de que se vaya a medir la densidad de muestras que se acaban de extraer del baño, dichas muestras, llegan al laboratorio en una probeta perfectamente identificada y la medida de la densidad comenzaría en el apartado c.

3. VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL MEDIDOR DE PH Y TEMPERATURA HI9024C

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Medidor de pH
6. Contenido
 - 6.1. Descripción del equipo
 - 6.2. Calibración
 - 6.3. Uso del equipo

1. OBJETO

El objetivo de este procedimiento normalizado de trabajo es establecer el protocolo de verificación de la calibración y describir el procedimiento de medida de pH y Temperatura de muestras líquidas, utilizando el medidor HI 9024C.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las medidas de pH y Temperatura que se realicen utilizando el medidor HI 9024C.

Es importante conocer la temperatura a la que se encuentra la muestra a la que se le mide el pH, porque los cambios de temperatura afectan de diferente manera al valor de pH.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la verificación de la calibración y de la realización de las medidas de pH y Temperatura es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)
Procedimiento normalizado de recogida de muestras.

5. DEFINICIONES

5.1. pH-metro

Instrumento que permite determinar el pH de una disolución, mediante la medida de la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata /cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno.

6. CONTENIDOS

6.1. Descripción del equipo

El Medidor de pH y Temperatura HI9024C con microprocesador integrado, cuenta con un display LCD de dos niveles que visualiza simultáneamente la medida de pH y de Temperatura.

El equipo dispone de 5 valores de solución tampón memorizados (4,01, 6,86, 7,01, 9,18 y 10,01) con reconocimiento automático de los mismos para evitar errores durante la calibración. Además cuenta con un sistema automático de compensación de temperatura (ATC) de manera que se corrige el valor de pH medido en función de la temperatura.

El equipo lo componen:

- Un electrodo combinado de pH de gel de doble unión HI 1230B
- Una sonda de temperatura HI7669/2W
- Soluciones tampón de pH 4,01 y 7,01 (20 ml cada una)
- Vaso de muestra
- 4 pilas 1,5V AAA
- Maletín de transporte

6.2. Calibración del equipo

- a. Preparar las soluciones tampón de pH 7.01 y pH 4,01 vertiendo una pequeña parte de cada solución en cuatro vasos limpios, dos para cada pH, uno para enjuagar el electrodo y otro para calibrar.
- b. Seleccionar el modo pH en el medidor.
- c. Escoger 2 de las 5 soluciones tampón memorizadas: pH 4,01, 6,86, 7,01, 9,18 y 10,01, para realizar una calibración en dos puntos que permita conseguir una óptima precisión. Lo más apropiado es escoger una solución central como 7,01 y elegir la otra según sean las características de acidez y basicidad de las muestras a medir, como las muestras medidas en el laboratorio donde se encuentra este pH-metro, son de tipo ácido, se elige la solución tampón de pH 4,01.

- d. Retirar el capuchón de protección y enjuagar el electrodo en uno de los vasos de la solución 7,01.
- e. Sumergir el electrodo de pH aproximadamente unos 4 cm en el otro vaso de la solución tampón 7,01 y agitarlo cuidadosamente manteniendo la sonda de temperatura lo más cerca posible al electrodo.
- f. Pulsar la tecla CAL, el display del medidor visualiza la función CAL activada y en la segunda línea aparece una de las 5 soluciones tampón memorizadas.
- g. Mantener pulsada la tecla de la flecha ascendente/°C hasta que aparezca en la pantalla 7,01, valor de pH de la solución tampón que vamos a medir.
- h. La pantalla mediante el mensaje intermitente “NOT READY” indica que la lectura no es estable.
- i. Cuando la medida se estabiliza, la pantalla lo señala mediante dos mensajes: “READY” y “CON”.
- j. Pulsar la tecla CFM, para confirmar la calibración y esperar la respuesta del medidor en la pantalla:
- k. Si la lectura no es cercana a la solución seleccionada, aparece el mensaje “WRONG”
- l. Cuando la lectura es cercana a la solución seleccionada, el medidor la almacena y aparece en la línea principal de display el valor de la solución y en la secundaria el valor de otra de las soluciones tampón memorizadas.
- m. Ajustado el primer punto de la calibración, correspondiente a la primera solución tampón (7,01), se procede de la misma manera para ajustar el segundo punto representado por la segunda solución tampón seleccionada (4,01).
- n. Se enjuaga el electrodo en uno de los vasos preparados con la muestra tampón 4,01 y se sumerge en el otro vaso preparado con esa misma solución agitándolo cuidadosamente, junto con la sonda de temperatura.
- o. Tal y como se hizo en el paso “g”, se busca que aparezca en la parte inferior de la pantalla el valor 4,01.

- p. De nuevo cuando la lectura del medidor es estable, aparece en la pantalla los mensajes: “READY” y “CON”.
- q. Pulsar la tecla CFM y de la misma manera que con el primer punto de ajuste esperar la respuesta en pantalla (paso j)
- r. Si la lectura es cercana a la solución seleccionada, la calibración en dos puntos ha finalizado, se calibran la pendiente y la deriva, se almacenan los valores en la memoria y El equipo vuelve automáticamente al modo de operación.

6.3. Procedimiento de medida

El equipo permite medir pH y Temperatura, pudiéndose medir de manera simultánea e independiente.

Las medidas de pH están directamente afectadas por la Temperatura, por lo que el equipo cuenta con un sistema automático de Compensación de Temperatura (ATC) que corrige el valor de pH medido en función de la temperatura de la solución y que actúa cuando el electrodo de pH y la sonda de Temperatura se encuentran sumergidos juntos en la solución.

- a. Retirar el capuchón de protección del electrodo, enjuagarlo con un poco de la muestra a analizar y sumérgelo junto con la sonda de temperatura en dicha muestra.
- b. Encender el equipo, comprobar el modo de funcionamiento en el que se encuentra y si no es el de pH pulsar RANGE hasta que cambie a dicho modo.
- c. Esperar a que el electrodo se adapte a la solución y se estabilice. En caso de que la temperatura de la muestra sea muy diferente de la temperatura a la cual se ha mantenido el electrodo, esperar unos minutos para que se alcance el equilibrio térmico entre ellos.
- d. Una vez estabilizado y alcanzado el equilibrio térmico, aparecerá en la pantalla los valores de pH y Temperatura de la muestra.

4. AJUSTE, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA BALANZA ELECTRÓNICA KERN EMB 200-2

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Ajuste de la balanza
 - 5.2. Funcionamiento
 - 5.3. Mantenimiento

1. OBJETO

Establecer el procedimiento de ajuste, funcionamiento y mantenimiento de la balanza electrónica KERN EMB 200-2.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en el ajuste, funcionamiento y mantenimiento de la balanza analítica del laboratorio KERN EMB 200-2, para asegurar la fiabilidad de las mediciones realizadas con ella.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la realización del ajuste y del funcionamiento del aparato será el encargado del laboratorio a una persona designada por él. También será responsable del mantenimiento de las pesas patrón y de la limpieza periódica de la balanza.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)

5. CONTENIDOS

5.1. Ajuste o calibración de la balanza

La aceleración de la gravedad no es la misma en todos los puntos de nuestro planeta. Es por esto necesario ajustar la balanza a la aceleración de la gravedad existente en el lugar de emplazamiento. Este ajuste se tiene que efectuar en la puesta en marcha inicial de la balanza, en los posteriores cambios de emplazamiento de la misma y en caso de que se produzcan fluctuaciones de temperatura en sus alrededores. Además es recomendable ajustar la balanza a menudo durante su funcionamiento, para asegurar que los valores de medición son exactos.

Procedimiento de Ajuste

- Comprobar que las condiciones del entorno son estables.
- Encender la balanza por medio de la tecla ON/TARE.
- Aguardar a que el aparato se caliente durante unos 3 minutos.

- Pulsar la tecla OFF y mantener presionada unos 10 segundos, hasta que aparezca en el display “CAL”
- Soltar la tecla OFF y aparecerá en el display el peso de la pesa de ajuste (100g)
- Colocar la pesa de ajuste e el centro de la placa de pesaje.
- Durante un breve tiempo aparece en pantalla la letra “F” y luego se apaga la balanza.
- Retirar la pesa de ajuste de la placa; el proceso de ajuste ha finalizado.

En caso de que se cometa algún error de ajuste o la pesa de ajuste utilizada no sea la correcta, aparecerá en la pantalla el signo “E” indicando que se ha de repetir el ajuste.

5.2. Funcionamiento de la Balanza

5.2.1. Pesaje

- a. Comprobar que la balanza está conectada a la corriente eléctrica.
- b. Limpiar el platillo de pesada con una brocha o con papel de laboratorio.
- c. Encender la balanza pulsando la tecla ON/TARE.
- d. Esperar unos segundos a que la balanza realice un autodiagnóstico, cuando lo ha realizado aparece en la pantalla “0”.
- e. Colocar el objeto a pesar sobre el platillo de pesada.
- f. Leer el resultado que aparece en la pantalla.
- g. Cuando el peso del objeto a pesar es superior al campo de pesada admisible, aparece en el display “E”, indicando sobrecarga.
- h. La balanza se desconecta presionando una sola vez la tecla OFF.

5.2.2 Tarar

Normalmente en el laboratorio se van a pesar sustancias o disoluciones que necesitan estar contenidas en un recipiente. Por lo tanto es fundamental conocer como se realiza la función de tarar en esta balanza.

- a. Colocar el recipiente que se desea tarar sobre el platillo y pulsar la tecla ON/TARE. En la pantalla aparece “0” y el peso del recipiente queda registrado en la memoria interna.
- b. Llenar el recipiente con la sustancia a y leer el resultado.
- c. Cuando se haya terminado el proceso de pesada, volver a pulsar la tecla ON/TARE y la pantalla volverá a indicar de nuevo “0”.

El proceso de tara puede repetirse tantas veces como sea necesario, por ejemplo para poder pesar los diferentes componentes que forman una mezcla.

5.3. Mantenimiento de la Balanza

5.3.1 Limpieza

- Antes de la limpieza separar el aparato de la red eléctrica.
- Limpiar con un trapo humedecido en lejía de jabón suave, nunca con disolventes ni detergentes agresivos.
- Secar las superficies con un paño seco, suave y limpio
- Eliminar el polvo y los restos de pesadas utilizando un pincel o una aspiradora de mano.
- En caso de derrame de sustancias durante la pesada eliminar inmediatamente.

5. DETERMINACIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Neutralización
 - 5.2. Valoración ácido-base
6. Contenido
 - 6.1. Reactivos necesarios
 - 6.2. Material necesario
 - 6.3. Procedimiento
 - 6.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación del ácido clorhídrico en las muestras líquidas recogidas de los baños de pretratamiento, desengrase, decapados y preflux, de la empresa galvanizadora, en la cual se instala el laboratorio, cuyo diseño es objeto de este proyecto.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de ácido clorhídrico que se realicen en el laboratorio de la empresa. Siendo la cantidad de ácido clorhídrico un parámetro indicativo del poder decapante de los baños, fundamental en la actividad de algunos baños.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del ácido clorhídrico en las muestras líquidas es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)

Procedimiento normalizado de medida de densidad.

Procedimiento normalizado de recogida de muestras.

5. DEFINICIONES

5.1. Neutralización

Reacción entre una sustancia ácida y una sustancia básica en la que se produce una transferencia de protones. Los protones del ácido reaccionan con los oxidrilos de la base y se forman una sal y agua.

5.2. Valoración ácido-base

Técnica analítica en la que se determina la concentración desconocida de una sustancia (ácido o base) en una disolución de volumen conocido, midiendo el volumen otra disolución de concentración conocida (base o ácido) que se necesita para su neutralización.

6. CONTENIDO

6.1. Reactivos necesarios

Hidróxido sódico 1N
Anaranjado de metilo
Agua desionizada

6.2. Material necesario

Matraces erlenmeyer de 250 ml (3)
Probeta de 250 ml
Pipeta de 2ml
Bureta de 25ml
Embudo
Pipeteador
PH-metro

6.3. Procedimiento

- a. Preparar 3 matraces erlenmeyer de 250 ml perfectamente limpios y secos.
- b. Elegir la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de ácido clorhídrico, que se encuentra identificada con el nombre del baño, la fecha y la hora a la que fue recogida.
- c. Medir la densidad de la muestra siguiendo el procedimiento específico de medida de densidad.
- d. Tomar dos mililitros de dicha muestra, utilizando una pipeta de 2ml.
- e. Introducir dos mililitros en cada matraz erlenmeyer y adicionar 150 mililitros de agua desionizada y unas gotas de indicador Naranja de metilo, a cada uno.
- f. Llenar la bureta con hidróxido sódico 1N, el agente valorante, y enrasar.
- g. Proceder a valorar, una a una, las disoluciones que se encuentran en los matraces erlenmeyer, añadiendo, poco a poco, pequeñas cantidades de agente valorante.

- h. Observar continuamente el color de la disolución, para detectar rápidamente el cambio de color que indica el punto de equivalencia. Usar simultáneamente el pH-metro para detectar la neutralización ya que a veces los precipitados de hierro formados durante la valoración impiden ver con claridad el viraje del indicador.
- i. En el momento que se alcance el punto de equivalencia de la reacción, determinado mediante la visualización del viraje del indicador y/o mediante la utilización del pH-metro. Detener la adición de agente valorante y anotar el volumen gastado.
- j. Repetir tres veces la misma secuencia de operaciones, realizando tres valoraciones, una por matraz.

6.4. Cálculos

Para determinar el contenido de ácido clorhídrico en las muestras:

- a. Calcular la media de los tres datos de volumen de agente valorante gastado, uno por cada valoración.
- b. Obtener la expresión de cálculo de la concentración de ácido clorhídrico, teniendo en cuenta la concentración del agente valorante, la densidad de la muestra recogida del baño y las diluciones realizadas.

$$\% HCl = \frac{M_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot f \cdot P_{mHCl}}{V_{valorado} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolución}} \cdot \delta_{muestra}} \cdot 100$$

$$\% HCl = \frac{1(mol/l) \cdot V_{NaOH}(ml) \cdot 1 \cdot 36,5(g/mol)}{152(ml) \cdot \frac{2(ml)}{152(ml)} \cdot \delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

$$\% HCl = 18,25(g/l \cdot ml) \cdot \frac{V_{NaOH}(ml)}{\delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

6. DETERMINACIÓN DE HIERRO Y CLORURO DE HIERRO EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Reacción de óxido-reducción
6. Contenido
 - 6.1. Reactivos necesarios
 - 6.2. Material necesario
 - 6.3. Procedimiento
 - 6.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación del hierro y del cloruro de hierro en las muestras líquidas recogidas de los baños de pretratamiento pertenecientes a la empresa galvanizadora, en la cual se instala el laboratorio, cuyo diseño es objeto de este proyecto

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de hierro y del cloruro de hierro que se realicen en el laboratorio de la empresa. La cantidad de hierro es un parámetro a controlar, debido a que si excede unos límites la actividad del baño puede verse gravemente afectada.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del hierro y del cloruro de hierro en las muestras líquidas es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)

Procedimiento normalizado de medida de densidad.

Procedimiento normalizado de recogida de muestras.

5. DEFINICIONES

5.1. Reacción de óxido-reducción

Reacción en la que se produce una transferencia de electrones entre dos sustancias, una se oxida y la otra se reduce.

La *oxidación* es un proceso de pérdida de electrones, y la *reducción* un proceso de ganancia de electrones. El agente oxidante es el que recibe electrones y el agente reductor, el que los cede.

6. CONTENIDO

6.1. Reactivos necesarios

KMnO₄ 0,1N
H₂SO₄ concentrado
Agua desionizada

6.2. Material necesario

Matraz aforado de 100 ml
Vaso de precipitado de 100 ml
Pipetas de 10 ml (2)
Matraces erlenmeyer de 100 ml (3)
Bureta de 100 ml
Probeta de 250 ml
Embudo
Pipeteador

6.3. Procedimiento

- a. Elegir la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de hierro y cloruro de hierro, que se encuentra identificada con el nombre del baño, la fecha y la hora a la que fue recogida.
- b. Medir la densidad de e la muestra utilizando el procedimiento normalizado de medida de densidad.
- c. Preparar una disolución al 10% v/v de 100ml, tomando 10 ml de la muestra y llevándolos a un matraz aforado de 100ml que se completa con agua desionizada.
- d. Preparar 3 matraces erlenmeyer de 100 ml perfectamente limpios y secos.
- e. Introducir en cada matraz erlenmeyer de 100ml, 10 ml de la disolución preparada en el matraz aforado y añadirle unas gotas de H₂SO₄ concentrado para evitar la descomposición del permanganato durante la valoración.

- f. Llenar la bureta de 100ml con Permanganato potásico 0,1N, el agente valorante, y enrasar.
- g. Proceder a valorar, una a una, las disoluciones que se encuentran en los matraces erlenmeyer, añadiendo, poco a poco, pequeñas cantidades de agente valorante desde la bureta.
- h. Observar continuamente el color de la disolución y detener la adicción de agente valorante en el momento en el que la disolución del matraz pasa de incolora a rosada, momento en que todo el Fe²⁺ se ha oxidado a Fe³⁺ y punto final de la valoración.
- i. Repetir tres veces la misma secuencia de operaciones, realizando tres valoraciones, una por matraz.

6.4. Cálculos Para determinar el contenido de Fe²⁺ y FeCl₂ en las muestras:

- a. Calcular la media de los tres datos de volumen de agente valorante gastado, uno por cada valoración.
- b. Obtener la expresión de cálculo de la concentración de hierro 2⁺ y de cloruro de hierro, teniendo en cuenta la concentración del agente valorante, la densidad de la muestra recogida del baño y las diluciones realizadas.

$$\% Fe_{2+} = \frac{M_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot f \cdot P_{mFe}}{V_{valorado} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolucion}} \cdot \delta_{muestra}} \cdot 100$$

$$\% Fe_{2+} = \frac{0,02(mol/l) \cdot V_{KMnO_4}(ml) \cdot 5 \cdot 55,84(g/mol)}{10(ml) \cdot \frac{10(ml)}{100(ml)} \cdot \delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

$$\% Fe_{2+} = 5,58(g/l \cdot ml) \frac{V_{KMnO_4}(ml)}{\delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

$$\% FeCl = \frac{M_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot f \cdot P_{m_{FeCl}}}{V_{valorado} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolución}} \cdot \delta_{muestra}} \cdot 100$$

$$\% FeCl = \frac{0,02(mol/l) \cdot V_{KMnO_4}(ml) \cdot 5 \cdot 126,7(g/mol)}{10(ml) \cdot \frac{10(ml)}{100(ml)} \cdot \delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

$$\% FeCl = 12,67(g/l \cdot ml) \frac{V_{KMnO_4}(ml)}{\delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

- c. Sustituir en las expresiones obtenidas el volumen medio de agente valorante y el valor de la densidad de la muestra.

7. DETERMINACIÓN DE CINC EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Complejo
 - 5.2. Volumetría de complejación
6. Contenido
 - 6.1. Reactivos necesarios
 - 6.2. Material necesario
 - 6.3. Procedimiento
 - 6.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación del cinc en las muestras líquidas recogidas de los baños de desengrase y decapado pertenecientes a la empresa galvanizadora, en la cual se instala el laboratorio, cuyo diseño es objeto de este proyecto

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de cinc que se realicen en el laboratorio de la empresa.

El Cinc hay que medirlo ya que los útiles que sirven para colgar las piezas que se van a galvanizar, se sumergen en el baño de crisol múltiples veces y en cada inmersión adquieren una cierta capa de cinc, parte de la cual perderán en su inmersión en los baños de desengrase y de decapado. Provocando una alteración en la composición de dichos baños.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del cinc en las muestras líquidas es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).

Procedimiento normalizado de recogida de muestras.

Procedimiento normalizado de medida de densidad.

5. DEFINICIONES

5.1. Complejo químico

Sustancia química formada por un átomo metálico que actúa como ión central y que se rodea por un grupo de átomos o moléculas llamados ligandos.

5.2. Volumetrías de complejación

Técnica analítica que permite determinar la concentración de un metal en una disolución, aprovechando la formación de equilibrios entre el metal y un reactivo que actúa como ligando.

6. CONTENIDO

6.1. Reactivos necesarios

H₂SO₄ al 30%

Solución de EDTA 0,1M

Agua desionizada

Solución tampón pH 10

Tableta indicadora

6.2. Material necesario

Pipeta de 50 ml

Pipeta de 10 ml

Pipeta de 2ml

Vaso de precipitado de 100ml

Probeta de 250 ml

Matraces erlenmeyer de 100ml (4)

Matraz aforado de 1000ml

Bureta de 25 ml

Embudos (2)

Pipeteadores (3)

6.3. Procedimiento

En esta valoración la sustancia que se quiere determinar, Zn²⁺, forma parte de la disolución de agente valorante y la disolución valorada es la que se prepara con un volumen determinado de la sustancia de concentración conocida, AEDT.

1. Preparación de la disolución de agente valorante:

- Seleccionar la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de Cinc, que se encuentra identificada con el nombre del baño, la fecha y la hora a la que fue recogida.
- Tomar 50 ml de esa muestra, introducirlos en un matraz erlenmeyer de 100 ml y añadir lentamente 10 ml de H₂SO₄ al 30%.
- Transferir esta disolución a un matraz aforado de 1000 ml y enrasar con agua desionizada.

2. Preparación de la disolución a valorar:

En un matraz erlenmeyer de 100ml colocar 10 ml de EDTA 0,01M, añadirle 20 ml de agua desionizada, 2 ml de solución tampón pH 10 y una tableta indicadora Merck. (preparar 3 matraces). Preparar tres matraces siguiendo la misma secuencia de operaciones.

3. Valoración:

- Llenar la bureta de 25 ml con la disolución de agente valorante preparada en el matraz aforado de 1000 ml.
- Valorar una por una las tres disoluciones de EDTA 0,01 preparadas en los matraces erlenmeyer añadiendo, poco a poco, pequeñas cantidades de agente valorante.
- Observar continuamente el color de la disolución, para detectar rápidamente el cambio de color de verde a rojo que indica que el punto de equilibrio se ha alcanzado.
- Detener la valoración y anotar el volumen de agente valorante consumido.

6.4. Cálculos

Para determinar el contenido de cinc en las muestras:

- a. Calcular la media de los tres datos de volumen de agente valorante gastado, uno por cada valoración.

- b. Obtener la expresión de cálculo de la concentración de cinc teniendo en cuenta la concentración del agente valorante, la densidad de la muestra recogida del baño y las diluciones realizadas.

$$\% Zn = \frac{M_{EDTA} \cdot V_{EDTA} \cdot f \cdot P_{mZn}}{V_{Zn} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolución}} \cdot \delta_{muestra}} \cdot 100$$

$$\% Zn = \frac{0,01 \text{ (mol/l)} \cdot 10 \text{ (ml)} \cdot 1/1000 \text{ (l/ml)} \cdot 1 \cdot 65,37 \text{ (g/mol)}}{V_{Zn} \text{ (ml)} \cdot \frac{50 \text{ (ml)}}{1000 \text{ (ml)}} \cdot \delta_{muestra} \text{ (g/ml)}} \cdot 100$$

$$\% Zn = \frac{0,1307 \text{ (g)}}{\delta_{muestra} \text{ (g/ml)} \cdot V_{Zn} \text{ (ml)}} \cdot 100$$

- c. Sustituir en las expresiones obtenidas el volumen medio de agente valorante y el valor de la densidad de la muestra y obtener el porcentaje de cinc en la muestra.

8. DETERMINACIÓN DE CLORURO DE AMONIO EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Destilación Kjeldahl
6. Contenido
 - 6.1. Reactivos necesarios
 - 6.2. Material necesario
 - 6.3. Procedimiento
 - 6.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación del Cloruro de Amonio en las muestras líquidas recogidas del baño de fluxado perteneciente a la cadena de baños de la empresa galvanizadora, en la cual se instala el laboratorio, cuyo diseño es objeto de este proyecto.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de Cloruro de Amonio que se realicen en el laboratorio de la empresa.

El Cloruro de Amonio aparece en el baño de fluxado formando una sal doble junto con el Cloruro de Zinc. Al sumergir las piezas en este baño, las sales cristalizan y crean una fina capa que favorece la difusión intermetálica del zinc sobre el hierro cuando las piezas son introducidas en el crisol. Su función es activar la superficie del acero de las piezas y facilitar así su reacción con el zinc fundido.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del Cloruro de Amonio en las muestras líquidas es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)

Procedimiento normalizado de medida de densidad PNT 1.1.1.2

Procedimiento normalizado de recogida de muestras PNT 1.1.1.1

5. DEFINICIONES

5.1. Destilación Kjeldahl

El método Kjeldahl consiste en el desprendimiento del amoníaco de una muestra contenida en un matraz, mediante la destilación de la disolución fuertemente alcalinizada con Hidróxido sódico.

6. CONTENIDO

6.1. Reactivos necesarios

HNO₃ concentrado

NaOH 5N

Agua desionizada

Ácido Bórico 4%

Rojo de metilo

H₂SO₄ 0,5N

6.2. Material necesario

1 Pipeta de 10 ml

1 Pipeta de 25 ml

1 Probeta de 50 ml

1 Probeta de 100 ml

1 Probeta de 250 ml

2 Vasos de precipitado de 100ml

1 Matraz erlenmeyer de 250ml

1 Matraz aforado de 500ml

1 Matraz de destilación Kjeldahl

1 Bureta de 50 ml

1 Embudo

2 Pipeteadores

1 Cuentagotas

1 Balanza

6.3. Procedimiento

- a. Elegir la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de Cloruro de Amonio, que se encuentra identificada con el nombre del baño, la fecha y la hora a la que fue recogida.

- b. Tomar 25 ml de la muestra utilizando una pipeta y colocarlos en un matraz aforado de 500 ml, añadir 10 ml de ácido nítrico concentrado (40°Bé) y enrasar utilizando Agua destilada.
- c. En un matraz de destilación Kjeldahl colocar 50 ml de la disolución preparada en el matraz aforado, añadir unos trocitos de porcelana y adicionar hidróxido sódico 5N en exceso, hasta conseguir que se disuelva el precipitado formado, y 50-60 ml de agua destilada.
- d. Conectar el matraz por medio de una trampa de vapor a un condensador de agua y calentar hasta que el amoniaco resultante (NH_3) empiece a evaporarse. Finalizar la operación cuando el contenido del matraz se haya reducido a más de la mitad.
- e. Preparar un matraz erlenmeyer de 250ml para valorar la disolución obtenida de la destilación, con 30 ml de Ácido Bórico al 4%, 3 o 4 gotas de Rojo de Metilo y el destilado.
- f. Llenar la bureta con el agente valorante, Ácido sulfúrico 0,5 N.
- g. Valorar la disolución preparada en el matraz erlenmeyer, adicionando poco a poco agente valorante desde la bureta.
- h. Detener la valoración cuando la disolución del matraz vire de color amarillo a rosado.
- i. Anotar el volumen de agente valorante consumido en la valoración.

6.4. Cálculos

Para determinar el contenido de Cloruro de Amonio en las muestras:

- a. Obtener la expresión de cálculo de la concentración de cloruro de amonio, teniendo en cuenta la concentración del agente valorante, la densidad de la muestra recogida del baño y las diluciones realizadas.

$$\% NH_4Cl = \frac{M_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4} \cdot f \cdot P_{mNH_4Cl}}{V_{valorado} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolución}} \cdot \delta_{muestra}} \cdot 100$$

$$\% NH_4Cl = \frac{(0,5/2)(mol/l) \cdot V_{H_2SO_4}(ml) \cdot (1/2) \cdot 53,4(g/mol)}{50(ml) \cdot \frac{25(ml)}{500(ml)} \cdot \delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

$$\% NH_4Cl = 2,68(g/l \cdot ml) \frac{V_{H_2SO_4}(ml)}{\delta_{muestra}(g/l)} \cdot 100$$

- b. Sustituir en las expresiones obtenidas el volumen de agente valorante y el valor de la densidad de la muestra.

9. DETERMINACIÓN DE CLORURO DE CINC EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Definiciones
 - 5.1. Complejo
 - 5.2. Volumetría de complejación
6. Contenido
 - 6.1. Reactivos necesarios
 - 6.2. Material necesario
 - 6.3. Procedimiento
 - 6.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación de Cloruro de Cinc en las muestras líquidas recogidas del baño de fluxado perteneciente a la cadena de baños de la empresa galvanizadora, en la cual se instala el laboratorio, cuyo diseño es objeto de este proyecto.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de Cloruro de Cinc que se realicen en el laboratorio de la empresa.

El Cloruro de Cinc aparece en el baño de fluxado formando una sal doble junto con el Cloruro de Amonio. Al sumergir las piezas en este baño, las sales cristalizan y crean una fina capa que favorece la difusión intermetálica del cinc sobre el hierro cuando las piezas son introducidas en el crisol. Su función es activar la superficie del acero de las piezas y facilitar así su reacción con el cinc fundido.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del Cloruro de Cinc en las muestras líquidas es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)

Procedimiento normalizado de recogida de muestras PNT 1.1.1.1

Procedimiento normalizado de medida de densidad.

5. DEFINICIONES

5.1. Complejo químico

Sustancia química formada por un átomo metálico que actúa como ión central y que se rodea por un grupo de átomos o moléculas llamados ligandos.

5.2. Volumetrías de complejación

Técnica analítica que permite determinar la concentración de un metal en una disolución, aprovechando la formación de equilibrios entre el metal y un reactivo que actúa como ligando.

6. CONTENIDO

6.1. Reactivos necesarios

Ácido nítrico (HNO₃)
Solución de EDTANa₂ 0,1M
Agua desionizada
Hexametenotetramina
Anaranjado de Xilenol

6.2. Material necesario

1 Pipeta de 5 ml
1 Pipeta de 10 ml
1 Pipeta de 25 ml
1 Probeta de 25 ml
1 Probeta de 100 ml
1 Probeta de 250 ml
1 Vaso de precipitado de 100ml
3 Matraz erlenmeyer de 300ml
1 Matraz aforado de 500ml
1 Aerómetro Baumé
1 Bureta de 50 ml
1 Embudo
3 Pipeteadores
1 Cuentagotas
1 Balanza

6.3. Procedimiento

- a. Elegir la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de Cloruro de cinc, que se encuentra identificada con el nombre del baño, la fecha y la hora a la que fue recogida.
- b. Tomar 25 ml de la muestra utilizando una pipeta y colocarlos en un matraz aforado de 500 ml, añadir 10 ml de ácido nítrico concentrado (40°Bé) y enrasar utilizando Agua destilada.
- c. Preparar 3 matraces erlenmeyer de 300ml, colocar en cada uno 10 ml de la muestra preparada en el matraz aforado y adicionar 75 ml de agua destilada, 5ml de ácido nítrico concentrado (40°Bé), 7 gotas de Anaranjado de Xilenol al 0,1% y 5 g de Hexametenotetramina.
- d. Esperar hasta que la Hexametenotetramina se encuentre totalmente disuelta, para que la disolución adquiriera el color violeta.
- e. Llenar la bureta con el agente valorante, EDTANa₂ 0,1M.
- f. Valorar, una a una, las disoluciones preparadas en los matraces erlenmeyer, adicionando poco a poco agente valorante desde la bureta.
- g. Detener la valoración cuando la disolución del matraz vire de color violeta a amarillo intenso.
- h. Anotar el volumen de agente valorante consumido en cada valoración.

6.4. Cálculos

Para determinar el contenido de Cloruro de Cinc en las muestras:

- a. Calcular la media de los tres datos de volumen de agente valorante gastado, uno por cada valoración
- b. Obtener la expresión de cálculo de la concentración de cloruro de cinc, teniendo en cuenta la concentración del agente valorante, la densidad de la muestra recogida del baño y las diluciones realizadas.

$$\% ZnCl_2 = \frac{M_{EDTA} \cdot V_{EDTA} \cdot f \cdot P_{mZnCl_2}}{V_{valorado} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolución}} \cdot \delta_{muestra}} \cdot 100$$

$$\% ZnCl_2 = \frac{0,1(\text{mol / l}) \cdot V_{EDTA}(\text{ml}) \cdot 1 \cdot 136,4(\text{g / mol})}{10(\text{ml}) \cdot \frac{25(\text{ml})}{500(\text{ml})} \cdot \delta_{\text{muestra}}(\text{g / l})} \cdot 100$$

$$\% ZnCl_2 = 27,28(\text{g / l} \cdot \text{ml}) \frac{V_{EDTA}(\text{ml})}{\delta_{\text{muestra}}(\text{g / l})} \cdot 100$$

- c. Sustituir en las expresiones obtenidas el volumen medio de agente valorante y el valor de la densidad

10. DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Reactivos necesarios
 - 5.2. Material necesario
 - 5.3. Procedimiento
 - 5.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación de cloruros en las muestras líquidas recogidas del baño de pasivado perteneciente a la cadena de baños de la empresa galvanizadora, de la que forma parte el laboratorio, cuyo diseño es objeto de este proyecto.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de cloruro que se realicen en el laboratorio de la empresa.

Esta sustancia no es habitual en la composición de los baños, pero es posible que aparezca como consecuencia de un llenado defectuoso de las cubas de decapado. El sistema de tuberías que sirve para introducir las sustancias en los baños, consiste en una única tubería a la que se conectan todas las entradas de los baños mediante llaves de paso. En caso de que mientras se alimenta un baño la llave de entrada a otro de los baños no se encuentre cerrada adecuadamente, puede que ese otro baño se contamine con alimentación inadecuada y se produzcan sustancias impropias como ocurre con el caso de los cloruros.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del cloruro en las muestras líquidas es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439)

Procedimiento normalizado de medida de densidad.

Procedimiento normalizado de recogida de muestras.

5. CONTENIDO

5.1. Reactivos necesarios

Nitrato de Plata 0,1N

Cromato Potásico 5%

Agua desionizada

5.2. Material necesario

- 1 Matraz aforado de 250 ml
- 2 Matraces erlenmeyer de 100 ml
- 1 Probeta de 250 ml
- 1 Pipeta de 5 ml
- 1 Vaso de precipitado de 100ml
- 1 Bureta de 50 ml
- 1 Embudo
- 1 Pipeteador

5.3. Procedimiento

- a. Elegir la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de cloruros, que se encuentra identificada con el nombre del baño, la fecha y la hora a la que fue recogida.
- b. Preparar un matraz aforado de 250 ml, añadirle 5 ml tomados de la muestra mediante una pipeta y enrasar con Agua desionizada
- c. Localizar 2 matraces erlenmeyer de 100 ml y colocar en cada uno 100 ml de la disolución preparada en el matraz aforado y añadirle 4 gotas de Cromato potásico al 5%.
- d. Utilizando un embudo, llenar la bureta con Nitrato de Plata 0,1N, el agente valorante, y enrasar.
- e. Proceder a valorar, una a una, las disoluciones que se encuentran en los matraces erlenmeyer, añadiendo, poco a poco, pequeñas cantidades de agente valorante.
- f. Observar continuamente el color de la disolución, para detectar rápidamente el cambio de color de pardo a rojizo que indica el punto de equivalencia.
- g. En el momento que se alcance el punto de equivalencia de la reacción, determinado mediante la visualización del viraje del indicador. Detener la valoración y anotar el volumen de agente valorante consumido.

- h. Repetir dos veces la misma secuencia de operaciones, realizando dos valoraciones, una por matraz.

5.4. Cálculos

Para determinar el contenido de Cloruros en las muestras:

- Calcular la media de los dos datos de volumen de agente valorante gastado, uno por cada valoración.
- Obtener la expresión de cálculo de la concentración de cloruros en disolución, teniendo en cuenta la concentración del agente valorante y las diluciones realizadas.

$$Cl^{-} (g/l) = \frac{M_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot f \cdot Pm_{Cl^{-}}}{V_{valorado} \cdot \frac{V_{muestra}}{V_{disolución}}}$$

$$Cl^{-} (g/l) = \frac{0,1(mol/l) \cdot V_{AgNO_3}(ml) \cdot 1 \cdot 35,4(g/mol)}{100(ml) \cdot \frac{5(ml)}{250(ml)}}$$

$$ppm Cl^{-} = 1,77 \cdot 10^3 \cdot V_{AgNO_3}(ml)$$

- Sustituir en las expresiones obtenidas el volumen medio de agente valorante.

11. DETERMINACIÓN DE NOVOCOAT (PRODUCTO PASIVANTE) EN DISOLUCIÓN

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
6. Referencias
7. Contenido
 - 7.1. Reactivos necesarios
 - 7.2. Material necesario
 - 7.3. Procedimiento
 - 7.4. Cálculos

1. OBJETO

El objetivo de esta instrucción de trabajo es describir el procedimiento de determinación del contenido de agente pasivante que tienen las muestras líquidas recogidas del baño de pasivado de la empresa galvanizadora.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en todas las determinaciones de agente pasivante que se realicen en el laboratorio de la empresa.

El baño de pasivado aporta a la pieza galvanizada una película de cromo que brinda al cinc una resistencia aún mayor a la corrosión y proporciona un aspecto más brillante a la superficie de la pieza.

Es necesario mantener controlado el contenido de agente pasivante del baño, porque de este depende que el proceso de pasivado, tan importante para la superficie de las piezas, se lleve a cabo correctamente.

El agente pasivante que se utiliza en la empresa, lo suministra la casa comercial de productos químicos Henkel®, su nombre es Novocoat® y el modo de determinar su concentración en disolución lo facilita dicha casa comercial.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del contenido de agente pasivante en las muestras líquidas recogidas del baño de pasivado, es el encargado del laboratorio o una persona designada por él para esa labor.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. UNE-EN-ISO 439

Procedimiento normalizado de medida de densidad.

Procedimiento normalizado de recogida de muestras.

6. CONTENIDO

6.1. Reactivos necesarios

Hidróxido sódico 0,1N

Fenoltaleína

Agua desionizada

6.2. Material necesario

3 Matraces erlenmeyer de 100 ml

Probeta de 50 ml

Pipeta de 2 ml

Bureta de 25 ml

Embudo

Pipeteador

Cuentagotas

6.3. Procedimiento

- a. Elegir la muestra a la que se le quiere determinar la concentración de agente pasivante o Novocoat®, que se encuentra identificada con el nombre del baño, en este caso baño de pasivado, la fecha y la hora a la que fue recogida.
- b. Preparar un matraz erlenmeyer de 100 ml perfectamente limpio y seco.
- c. Tomar 2ml de la muestra mediante una pipeta e introducirlos en el matraz erlenmeyer, diluir con 50 ml de agua desionizada y añadir 3-4 gotas de fenoltaleína.
- d. Llenar la bureta con hidróxido sódico 0,1N, el agente valorante, y enrasar.
- e. Valorar la disolución del matraz erlenmeyer, añadiendo, poco a poco, pequeñas cantidades de agente valorante.
- f. Detener la valoración en el momento en que aparezca el color rosado.
- g. Anotar el volumen de agente valorante consumido en la valoración.
- h. Repetir tres veces la misma secuencia de operaciones, preparando tres matraces erlenmeyer y realizando tres valoraciones, una por matraz.

6.4. Cálculos

Para determinar el contenido de agente pasivante o Novocoat® en las muestras:

- a. Calcular la media de los tres datos de volumen de agente valorante gastado, uno por cada valoración.
- b. El contenido en Agente pasivante o Novocoat® se corresponde con el volumen medio calculado de agente valorante.

$$\% \text{ Novocoat} = V_{\text{NaOH consumido}} \text{ (ml)}$$



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

ANEXO 2:

PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE
TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES
REALIZADAS EN LA SECCIÓN DE
ENSAYOS MATERIALES

ANEXO 2 PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA SECCIÓN DE ENSAYOS MATERIALES

0. ÍNDICE

1. Inspección del aspecto superficial de las piezas galvanizadas según Norma UNE EN ISO 1461:1999.....3
2. Inspección del aspecto superficial de las piezas galvanizadas considerando la Especificación técnica de Red Eléctrica de España, S.A.....6
3. Inspección de la continuidad y la uniformidad de piezas galvanizadas considerando la Especificación técnica de Red Eléctrica de España, S.A.....9
4. Determinación de la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, mediante ensayo de inmersión en sulfato de cobre.....11
5. Inspección de la adherencia considerando la Especificación técnica de Red Eléctrica de España, S.A.....17
6. Ensayo de acuchillado para la determinación de la adherencia de los recubrimientos galvanizados.....21
7. Ensayo de martillado para la determinación de la adherencia de los recubrimientos galvanizados.....24
8. Inspección de determinación del espesor del recubrimiento considerando la Especificación técnica de Red Eléctrica de España, S.A.....27

9. Ensayo de determinación del espesor de recubrimiento mediante el método magnético.....	31
10. Ensayo de determinación del espesor de recubrimiento mediante el método gravimétrico.....	34

1. INSPECCIÓN DEL ASPECTO SUPERFICIAL DE PIEZAS GALVANIZADAS, SEGÚN LA NORMA UNE 1461

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1 Características rechazables
 - 5.2 Características aceptables
 - 5.3 Procedimiento de inspección del aspecto superficial

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el modo de inspección del aspecto superficial de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la inspección del aspecto superficial de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española, para asegurar que la inspección se hace siempre de la misma manera y utilizando los mismos criterios.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la inspección del aspecto superficial de las piezas es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos. UNE-NE-ISO 439

5. CONTENIDOS

5.1. Características rechazables

Existen una serie de características que suponen causa de rechazo durante la inspección de la superficie, ya que pueden perturbar la manipulación y el ensamblaje normal de las piezas.

Conviene tener presente dichas características antes de proceder a la inspección de las piezas. A continuación se enumeran algunas:

- Aparición de ampollas
- Restos de escorias o proyecciones de soldadura

- Inclusiones de flujo
- Cenizas
- Motas apreciables a simple vista
- Restos de cinc

5.2. Procedimiento de inspección

- a. Aproximarse a la partida presentada a recepción y examinar mediante inspección ocular el total de piezas que componen la partida.
- b. Comprobar que el recubrimiento es liso, uniforme y homogéneo.
- c. Separar de la partida las piezas que presenten uno o más de los aspectos rechazables.
- d. No rechazar las piezas presentar un aspecto gris mate, ya que no se considera un defecto superficial del galvanizado.

2. PROTOCOLO DE INSPECCIÓN DEL ASPECTO SUPERFICIAL DE PIEZAS GALVANIZADAS, SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 037 DE LA COMPAÑÍA RED ELÉCTRICA ESPAÑOLA

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.4 . Características rechazables
 - 5.5 . Características aceptables
 - 5.6 . Procedimiento de inspección del aspecto superficial

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el modo de inspección del aspecto superficial de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la inspección del aspecto superficial de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española, para asegurar que la inspección se hace siempre de la misma manera y utilizando los mismos criterios.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la inspección del aspecto superficial de las piezas es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Sagrado, S., Bonet, E., Medina, M.J., Martín, Y. (2004) Manual práctico de calidad en los laboratorios. Enfoque ISO 17025. Madrid: Ediciones AENOR.

5. CONTENIDOS

5.1. Características rechazables

Existen una serie de características que suponen causa de rechazo durante la inspección de la superficie, ya que pueden perturbar la manipulación y el ensamblaje normal de las piezas.

Conviene tener presente dichas características antes de proceder a la inspección de las piezas. A continuación se enumeran algunas:

- Aparición de ampollas
- Restos de escorias o proyecciones de soldadura
- Inclusiones de flujo
- Cenizas
- Motas apreciables a simple vista
- Restos de cinc

5.2. Procedimiento de inspección

- a. Aproximarse a la partida presentada a recepción y examinar mediante inspección ocular el total de piezas que componen la partida.
- b. Comprobar que el recubrimiento es liso, uniforme y homogéneo.
- c. Separar de la partida las piezas que presenten uno o más de los aspectos rechazables.
- d. No rechazar las piezas presentar un aspecto gris mate, ya que no se considera un defecto superficial del galvanizado.

3. INSPECCIÓN DE LA CONTINUIDAD Y UNIFORMIDAD DEL REVESTIMIENTO DE PIEZAS GALVANIZADAS, SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 037 DE LA COMPAÑÍA RED ELECTRICA ESPAÑOLA

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Selección del número de piezas a inspeccionar
 - 5.2. Inspección ocular
 - 5.3. Procedimiento de Ensayo de inmersión en sulfato de cobre

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el modo de inspección de la continuidad y uniformidad del revestimiento de las piezas galvanizadas en la planta galvanizadora y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la inspección de la continuidad y uniformidad del revestimiento de las piezas galvanizadas en la planta galvanizadora y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española, para asegurar que la inspección se hace siempre de la misma manera y utilizando los mismos criterios.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la inspección de la continuidad y la uniformidad de las piezas es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. UNE-EN - ISO 439
- Especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española, S.A.
- Procedimiento específico de medida del espesor de recubrimiento de una superficie galvanizada.
- Procedimiento específico de ensayo de la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero”

5. CONTENIDOS

5.1. Selección de piezas a inspeccionar

- a. Contabilizar el número de piezas que forman el lote a inspeccionar.
- b. Clasificar el lote en uno de los tres grupos que distingue la especificación técnica, según el número de piezas que lo forman.

5.2. Inspección Ocular

Comprobar a simple vista que el recubrimiento de las piezas es continuo y uniforme, sin presentar zonas desnudas, ni aglomeraciones de cinc.

5.3. Ensayo de medida de espesor

Recurrir a métodos de ensayo para la confirmación de la uniformidad y la continuidad.

1. Medida del espesor del recubrimiento

Se procede según indica el procedimiento de medida del espesor

2. Ensayo de inmersión en sulfato de cobre

Se procede según el procedimiento específico de ensayo de determinación de la uniformidad mediante inmersión en sulfato de cobre.

4. DETERMINACIÓN DE LA UNIFORMIDAD DE LOS RECUBRIMIENTOS GALVANIZADOS MEDIANTE ENSAYO DE INMERSIÓN EN SULFATO DE COBRE

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1 Preparación del ensayo
 - 5.2 Preparación de la disolución de sulfato de cobre
 - 5.3 Preparación de las probetas
 - 5.4 Elección de la cantidad de la disolución de sulfato de cobre a utilizar
 - 5.5 Procedimiento operativo
 - 5.6 Expresión de resultados

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el protocolo de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la realización del ensayo de determinación de la uniformidad de recubrimientos galvanizados, para asegurar que el ensayo se hace siempre de la misma manera.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la realización del ensayo de determinación de la uniformidad del recubrimiento de las piezas, es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española, S.A.
- Norma UNE 7183 “Método de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero”

5. CONTENIDOS

5.1. Preparación del ensayo

5.1.1. Preparación de la disolución de sulfato de cobre

- a. Disolver 36 partes en peso de sulfato de cobre comercial en 100 partes en peso de agua destilada.

- b. Calentar suavemente la disolución para conseguir la disolución total de los cristales de $\text{SO}_4\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- c. Dejar enfriar la disolución hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- d. Neutralizar la disolución con un exceso de hidróxido cúprico, utilizando 18 g de este reactivo por cada 20 l de disolución. El reactivo sedimenta en el fondo del recipiente.
- e. Dejar en reposo la disolución neutra de sulfato de cobre durante 24 horas.
- f. Decantar o filtrar la disolución.

5.1.2. Preparación de las probetas

- a. Seleccionar muestras exentas de cortes o deterioros en el recubrimiento.
- b. Tomar precauciones en caso de que la pieza presente grandes superficies no recubiertas:
 - Poner tapones en los materiales tubulares.
 - Recubrir con parafina las superficies.
- c. Limpiar las probetas con un disolvente orgánico volátil, tetracloruro de carbono, gasolina o benzenol.
- d. Lavar las probetas, primero con alcohol y después con agua limpia.
- e. Secar las probetas con un trapo limpio de algodón.
- f. Mantener las probetas a una temperatura comprendida entre 15° y 21°C.

5.1.3. Cantidad de disolución de sulfato de cobre a utilizar

- a. Medir el área de la probeta.
- b. Medir el peso del recubrimiento de cinc.
- c. Considerar
 - la relación entre masa del recubrimiento y volumen de disolución a utilizar; por cada 28.3 g de recubrimiento el volumen mínimo de disolución de sulfato de cobre a utilizar es de 1134cm^3 .
 - Que la probeta durante el ensayo ha de permanecer completamente sumergida en la disolución de sulfato de cobre, existiendo por

encima de la parte más alta de la probeta una capa de líquido de 1,2cm de altura.

5.2. Procedimiento operatorio

- a. Sumergir las probetas de ensayo en la disolución de sulfato de cobre y mantenerlas en posición fija durante un minuto. Evitando:
 - El contacto entre probetas y entre probeta y pared.
 - La agitación de la disolución.
- b. Extraer las probetas de la disolución de sulfato de cobre tras el primer periodo de inmersión.
- c. Sumergir las probetas en agua de lavado y utilizando un cepillo de cerda dura, eliminar los depósitos de cobre que se hayan formado sobre el recubrimiento de cinc.
- d. Secar con un paño limpio el agua adherida a la superficie de las probetas.
- e. Someter a las probetas al número de inmersiones sucesivas y análogas a la explicada, que indique la especificación técnica utilizada o hasta alcanzar el punto final.

Ejemplo: En caso de la especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española el número de inmersiones necesarias para comprobar que la uniformidad del recubrimiento es correcta, varía según el tipo de pieza de la siguiente manera:

MATERIAL	NÚMERO DE INMERSIONES
Perfiles y Chapas	6
Tornillería	4
Piezas forjadas y de fundición	6

Tabla 1. Número de inmersiones correspondientes a cada tipo de pieza, según la especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española

- f. Comprobar tras cada inmersión si se ha alcanzado el punto final de la operación. Se distingue por la formación de un depósito de cobre brillante y adherente, que se considera representativo si al ensayar la adherencia con un cortaplumas no se produce desprendimiento que permita ver la superficie de cinc de la probeta.

5.3. Expresión de resultados

El resultado del ensayo se expresa como el número de inmersiones que resiste el recubrimiento de cinc, en la disolución de sulfato de cobre, hasta la aparición del punto final. La inmersión en la que se detecta el punto final, no se cuenta.

5. PROTOCOLO DE INPECCIÓN DE LA ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO, SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 037 DE LA COMPAÑÍA RED ELÉCTRICA ESPAÑOLA

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Selección del número de piezas a inspeccionar
 - 5.2. Inspección visual
 - 5.3. Selección del método de ensayo
 - 5.4. Criterios de aceptación y rechazo

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el modo de inspección de la adherencia del recubrimiento de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la inspección de la adherencia del recubrimiento de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española, para asegurar que la inspección se hace siempre de la misma manera y utilizando los mismos criterios.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la inspección del recubrimiento de la superficie de las piezas es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

Procedimiento para la elaboración y control de documentos (UNE-NE-ISO 439)
Especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española, S.A.

5. CONTENIDOS

5.1. Selección del número de piezas a medir

- a. Contabilizar el número total de piezas que forman el lote a inspeccionar.
- b. Clasificar el lote en uno de los seis grupos que distingue la especificación técnica, según el número de piezas que lo forman.

Tamaño del lote (Nº de piezas)	Número de Muestras
Hasta 15	2
16 a 50	3
51 a 150	5
151 a 500	8
501 a 3200	13
3201 a 35000	20

- c. Elegir el número de piezas correspondiente para proceder a la medida del espesor.

5.2. Inspección visual

Comprobar que el recubrimiento a simple vista no presenta ningún tipo de exfoliación.

5.3. Selección del método de ensayo

- a. Medir el grosor de las piezas galvanizadas.
- b. Clasificar las piezas según su espesor:
- Piezas con espesor inferior a 8mm
 - Piezas con espesor superior a 8mm
- c. Elegir el método de ensayo a utilizar:
- Método de acuchillado: para la determinación de la adherencia del recubrimiento sobre superficies de artículos diversos.
 - Método de martillado: para inspeccionar la adherencia en superficies planas de recubrimientos galvanizados de elementos estructurales de acero de 8mm o más de espesor, no es aplicable para inspeccionar recubrimientos de espesor superior a 120 micrómetros.

- d. Realizar el ensayo elegido.
- e. Aplicar los criterios de aceptación y rechazo indicados por la especificación técnica, que varían en función del número de piezas que componen el lote

Tamaño del lote (Nº de piezas)	Número de Muestras	Piezas aceptadas	Piezas rechazadas
Hasta 15	2	0	1
16 a 50	3	0	1
51 a 150	5	0	1
151 a 500	8	1	2
501 a 3200	13	1	2
3201 a 35000	20	3	4

6. PROTOCOLO DE ENSAYO DE ACUCHILLADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DE LOS RECUBRIMIENTOS GALVANIZADOS APLICADOS A MATERIALES DE HIERRO Y ACERO

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Aplicaciones
 - 5.2. Preparación del ensayo
 - 5.3. Procedimiento operativo
 - 5.4. Valoración de resultados

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el protocolo de ensayo de acuchillado para determinar la adherencia de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la realización del ensayo de acuchillado para la determinación de la adherencia de recubrimientos galvanizados, para asegurar que el ensayo se hace siempre de la misma manera.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la realización del ensayo de acuchillado de determinación de la adherencia del recubrimiento de las piezas, es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española, S.A.
- Norma UNE 37.501 “Galvanización en caliente. Características. Métodos de ensayo”

5. CONTENIDOS

5.1. Aplicaciones

Aplicable a recubrimientos galvanizados obtenidos por métodos discontinuos de galvanización sobre artículos diversos.

5.2. Preparación del ensayo

- Localizar un cuchillo poco afilado.

- Seleccionar una zona adecuada para realizar el ensayo, evitando bordes, esquinas y ángulos interiores del material galvanizado.

5.3. Procedimiento operativo

- a. Aplicar la punta del cuchillo sobre la superficie del recubrimiento.
- b. Ejerciendo una fuerte presión hacia abajo y hacia delante, desplazar el cuchillo tratando de arrancar alguna porción del recubrimiento.
- c. Observar las consecuencias del desplazamiento del cuchillo sobre el recubrimiento.

5.4. Valoración de resultados

- La adherencia no se considera adecuada cuando delante de la punta del cuchillo, se producen exfoliaciones o desprendimiento de pequeñas porciones del recubrimiento que dejen al descubierto el metal base.
- La adherencia se considera adecuada cuando no se desprenda nada o únicamente virutas de corte o raspaduras.

7. ENSAYO DE MARTILLADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DE LOS RECUBRIMIENTOS GALVANIZADOS APLICADOS A MATERIALES DE HIERRO Y ACERO

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1 Aplicaciones
 - 5.2 Preparación del ensayo
 - 5.3 Procedimiento operativo
 - 5.4 Valoración de resultados

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el protocolo de ensayo de martillado para determinar la adherencia de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la realización del ensayo de martillado para la determinación de la adherencia de recubrimientos galvanizados, para asegurar que el ensayo se hace siempre de la misma manera.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la realización del ensayo de martillado de determinación de la adherencia del recubrimiento de las piezas, es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española, S.A.
- Norma UNE 37.501 “Galvanización en caliente. Características. Métodos de ensayo”

5. CONTENIDOS

5.1. Aplicaciones

- Método aplicable a las superficies planas de los recubrimientos galvanizados de acero de 8mm o más de espesor.
- Método no aplicable a los recubrimientos galvanizados de espesor superior a 120 micrómetros, como suelen ser los recubrimientos obtenidos sobre aceros

de alta resistencia y baja aleación o los aceros con elevado contenido en carbono, silicio o fósforo.

5.2. Preparación del ensayo

- Localizar un martillo de masa de forma y dimensiones normalizadas, montado sobre un eje.
- Selección del área de ensayo, considerando que las huellas de los impactos que se van a realizar han de situarse a una distancia superior a 13mm de los bordes de la probeta.

5.3. Procedimiento operativo

- a. Colocar adecuadamente el martillo de masa.
- b. Dejar caer el martillo por su propio peso desde la posición vertical hasta la horizontal, obteniendo como resultado una huella en la superficie.
- c. Trasladar el martillo unos milímetros para realizar sobre la superficie otra huella situada a unos 6,5 mm de la primera.
- d. Observar las consecuencias de los impactos sobre el recubrimiento alrededor de las huellas y entre ellas.

5.4. Valoración de resultados

- La adherencia se considera adecuada si el recubrimiento no salta, ni se levanta en el espacio comprendido entre las huellas de los impactos.
- No se considera como un fallo el agrietamiento o levantamiento de los bordes de las huellas en una anchura de 1,6 mm a ambos lados de la misma.

8. INPECCIÓN DEL ESPESOR DE RECUBRIMIENTO, SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 037 DE LA COMPAÑÍA RED ELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A.

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Selección del número de piezas a inspeccionar
 - 5.2. Medida del espesor
 - 5.3. Evaluación de las medidas

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el modo de inspección del espesor de recubrimiento de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la inspección del espesor de recubrimiento de las piezas galvanizadas en la planta de galvanizado y que van a formar parte de las instalaciones de la empresa Red Eléctrica Española, para asegurar que la inspección se hace siempre de la misma manera y utilizando los mismos criterios.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la inspección del recubrimiento de la superficie de las piezas es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Especificación técnica 037 de la compañía Red Eléctrica Española, S.A.
- Procedimiento Específico de ensayo del método gravimétrico de medida del espesor de recubrimiento.
- Procedimiento Específico de ensayo del método magnético de medida del espesor de recubrimiento.

5. CONTENIDOS

5.1. Selección del número de piezas a medir

- a. Contabilizar el número total de piezas que forman el lote a inspeccionar.
- b. Clasificar el lote en uno de los seis grupos que distingue la especificación técnica, según el número de piezas que lo forman.

Tamaño del lote (Nº de piezas)	Número de Muestras
Hasta 15	2
16 a 50	3
51 a 150	5
151 a 500	8
501 a 3200	13
3201 a 35000	20

Tabla 2 .Número de muestras seleccionadas según el tamaño del lote

- c. Elegir el número de piezas correspondiente para proceder a la medida del espesor.

5.2. Medida del espesor del recubrimiento

- a. Seleccionar uno de los métodos de medida de espesor del recubrimiento, preferentemente uno no destructivo.
- b. Consultar y utilizar el procedimiento de ensayo del método seleccionado.
- c. Anotar los resultados de las medidas de espesor realizadas.

5.3. Comprobación de resultados de medida

- a. Medir el grosor de las piezas a las que se le ha medido el espesor del recubrimiento.

- b. Clasificar las piezas a las que se les ha medido el espesor según su grosor en uno de los dos grupos que distingue la especificación técnica.
- c. Comprobar si los valores puntuales y medios de espesor de recubrimiento medidos, superan o al menos igualan a los indicados por la especificación técnica.

Espesor del Material (mm)	Espesor del Recubrimiento (Valores mínimos)	
	Espesor Puntual (μm)	Espesor medio (μm)
	$e > 5$	75
$5 < e > 2$	70	80

Tabla 3. Valores mínimos de espesor de recubrimiento en función del espesor del material

- d. Aplicar los criterios de aceptación y rechazo indicados por la especificación técnica, que varían en función del número de piezas que componen el lote

Tamaño del lote (Nº de piezas)	Número de Muestras	Piezas aceptadas	Piezas rechazadas
Hasta 15	2	0	1
16 a 50	3	0	1
51 a 150	5	0	1
151 a 500	8	1	2
501 a 3200	13	1	2
3201 a 35000	20	3	4

Tabla 4. Criterios de aceptación y rechazo, según el número de piezas que componen el lote

9. ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE RECUBRIMIENTO, MEDIANTE EL MÉTODO MAGNÉTICO

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Fundamento del método
 - 5.2. Procedimiento operatorio
 - 5.3. Precisión del método

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el método magnético de determinación del espesor de recubrimiento de piezas galvanizadas, explicar su procedimiento operatorio y la manera de obtener resultados a partir de las medidas realizadas.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la determinación del espesor del recubrimiento de piezas galvanizadas, mediante el método magnético, para asegurar que el método se realiza siempre de la misma manera.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la determinación del espesor de la superficie de piezas galvanizadas, es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Norma UNE 37.501 “Galvanización en caliente, características y métodos de ensayo”.

5. CONTENIDOS

5.1. Fundamento del método

El método magnético, es un método no destructivo que determina la masa del recubrimiento utilizando instrumentos que miden la atracción magnética entre un imán permanente y el metal base, que está influido por la presencia del recubrimiento galvanizado.

Este método determina el espesor medio del recubrimiento como media aritmética de un número determinado de medidas de espesores locales, repartidas regularmente sobre las superficies significativas de la pieza.

5.2. Procedimiento operatorio

- a. Calibrar el equipo. Antes de realizar cualquier medida y durante su utilización, el instrumento ha de ser calibrado siguiendo las instrucciones del fabricante y utilizando patrones de materiales y espesores apropiados. Para los casos en los que los equipos no pueden calibrarse, es necesario determinar su desviación respecto al valor nominal mediante comparación con los patrones y considerar esa desviación en todas las medidas.
- b. Limpiar la superficie. Es muy importante eliminar restos de suciedad, grasa o productos de corrosión de la superficie sobre la que se va a medir.
- c. Seleccionar la zona de la superficie de la pieza sobre la cual se va a medir, evitando medir:
 - Sobre manchas de cualquier tipo, soldaduras y escorias.
 - En superficies curvas.

En zonas rugosas. En caso de que sea inevitable, se aumentará el número de medidas a realizar en dicha área de referencia.

Aplicar el palpador perpendicularmente a la superficie de medida con una presión constante y suficientemente elevada para realizar una medida correcta.

Leer y anotar el resultado de la medida reflejado en la pantalla.

5.3. Precisión del método

Midiendo con un aparato adecuadamente calibrado y siguiendo un modo operatorio correcto, puede determinarse el espesor del recubrimiento con una precisión de $\pm 10\%$ o con una aproximación de $1,5 \mu\text{m}$, según el mayor de estos valores.

10. ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE RECUBRIMIENTO, MEDIANTE EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO

ÍNDICE

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Referencias
5. Contenido
 - 5.1. Fundamento del método
 - 5.2. Reactivos necesarios
 - 5.3. Procedimiento operatorio
 - 5.4. Obtención de resultados

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción de trabajo es describir el método gravimétrico de determinación del espesor de recubrimiento de piezas galvanizadas, explicar su procedimiento operatorio y la manera de obtener resultados a partir de las medidas realizadas.

2. ALCANCE

Esta instrucción de trabajo está elaborada para ser utilizada en la utilización del método gravimétrico para la determinación del espesor de la superficie de piezas galvanizadas, para asegurar que el método se realiza siempre de la misma manera.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable de la realización del método gravimétrico para la determinación del espesor de la superficie de piezas galvanizadas, es el encargado del área de ensayos materiales del laboratorio de la empresa o una persona designada por él.

4. REFERENCIAS

- Procedimiento para la elaboración y control de documentos. (UNE-NE-ISO 439).
- Norma UNE 37.501 “Galvanización en caliente, características y métodos de ensayo”

5. CONTENIDOS

5.1. Fundamento del método

El método determina la masa del recubrimiento sobre un muestra cuya área es conocida, por diferencia de masa entre la muestra con recubrimiento y la de la misma muestra tras disolver su recubrimiento por inmersión en una disolución de ácido clorhídrico y cloruro antimonioso.

5.2. Reactivos necesarios

- Los reactivos que se utilizan son ácido clorhídrico y cloruro antimonioso.
- Para realizar el ensayo se prepara una disolución con ambos reactivos en proporción de 100cm³ de ácido clorhídrico (densidad relativa 1,19) y 5cm³ de cloruro antimonioso.
- La disolución de cloruro antimonioso se obtiene disolviendo 20 g de Sb₂O₃ o 32 g de SbCl₃ en 1000cm³ de HCl (densidad relativa 1,19)
- La disolución preparada para realizar el ensayo puede emplearse varias veces sucesivas sin necesidad de adicción suplementaria de reactivos.
- El indicador de que la disolución está agotada es el tiempo de disolución del recubrimiento, la disolución ha de regenerarse cuando el tiempo requerido para disolver el recubrimiento excede los 10 minutos.
- La regeneración de la disolución se realiza añadiéndole 5cm³ de disolución de cloruro antimonioso.

5.3. Procedimiento operatorio

- a. Desengrasar cuidadosamente la probeta utilizando tricloroetileno u otro disolvente orgánico que no ataque el recubrimiento de cinc.
- b. Lavar la probeta bajo un chorro de agua y secarla con un paño de algodón limpio.
- c. Determinar la masa de la probeta con una precisión superior al 1% de la masa que se presume en el recubrimiento.
- d. Preparar un recipiente de ensayo con la cantidad de disolución suficiente para:
- e. Cubrir por completo la probeta.
- f. Dejar una distancia mínima de 20 mm entre la probeta, las paredes del recipiente y el nivel de la disolución.
- g. Impedir una elevación de la temperatura por encima de 38°C debido a la reacción.

- h. Introducir la probeta en el recipiente de ensayo que contiene la disolución, mantenerla en él mientras exista desprendimiento de hidrógeno y extraerla cuando las burbujas desprendidas sean de muy pequeño tamaño.
- i. Lavar la probeta bajo un chorro de agua utilizando un cepillo.
- j. Secar la probeta inicialmente con un paño de algodón y finalmente mediante calentamiento a 100°C.
- k. Determinar la masa de la probeta y medir el área desnuda, con al menos un 1% de precisión en cada medida.

5.4. Obtención de resultados

La masa del recubrimiento, expresada en gramos por metro cuadrado, se calcula mediante la expresión siguiente:

$$m_A = \frac{m_1 - m_2}{A \cdot 10^6}$$

Donde:

m₁ masa de la muestra antes de la disolución del recubrimiento expresada en gramos.

m₂ masa de la muestra después de la disolución del recubrimiento expresada en gramos.

A área de la superficie desnuda expresada en milímetros cuadrados.



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

ANEXO 3:

**RIESGO Y ETIQUETADO DE
PRODUCTOS QUÍMICOS**

ANEXO 3 RIESGO Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

0 ÍNDICE

1. Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos (Frases R).....2
2. Consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos (Frases S).....8

1. NATURALEZA DE LOS RIESGOS ESPECÍFICOS ATRIBUIDOS A LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS (FRASES R)

FRASES R SIMPLES

- R1** Explosivo en estado seco.
- R2** Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3** Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4** Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5** Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6** Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
- R7** Puede provocar incendios.
- R8** Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9** Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10** Inflamable.
- R11** Fácilmente inflamable.
- R12** Extremadamente inflamable.
- R14** Reacciona violentamente con el agua.
- R15** Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- R16** Puede explotar en mezcla con sustancias comburentes.

R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.

R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.

R19 Puede formar peróxidos explosivos.

R20 Nocivo por inhalación.

R21 Nocivo en contacto con la piel.

R22 Nocivo por ingestión.

R23 Tóxico por inhalación.

R24 Tóxico en contacto con la piel.

R25 Tóxico por ingestión.

R26 Muy tóxico por inhalación.

R27 Muy tóxico en contacto con la piel.

R28 Muy tóxico por ingestión.

R29 En contacto con agua libera gases tóxicos.

R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.

R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.

R33 Peligro de efectos acumulativos.

R34 Provoca quemaduras.

R35 Provoca quemaduras graves.

R36 Irrita los ojos.

- R37** Irrita las vías respiratorias.
- R38** Irrita la piel.
- R39** Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40** Posibles efectos cancerígenos
- R41** Riesgo de lesiones oculares graves.
- R42** Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43** Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44** Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45** Puede causar cáncer.
- R46** Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48** Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49** Puede causar cáncer por inhalación.
- R50** Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51** Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52** Nocivo para los organismos acuáticos.
- R53** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R54** Tóxico para la flora.
- R55** Tóxico para la fauna.
- R56** Tóxico para los organismos del suelo.
- R57** Tóxico para las abejas.

- R58** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- R59** Peligroso para la capa de ozono.
- R60** Puede perjudicar la fertilidad.
- R61** Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62** Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63** Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R64** Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
- R65** Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar
- R66** La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel
- R67** La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo
- R68** Posibilidad de efectos irreversibles

COMBINACIÓN DE FRASES R

R14/15	Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
R15/29	En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión.
R20/21/22	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R21/22	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R23/25	Tóxico por inhalación y por ingestión.
R23/24/25	Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R24/25	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R26/28	Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
R26/27/28	Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R27/28	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R36/38	Irrita los ojos y la piel.
R36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

- R37/38** Irrita las vías respiratorias y la piel.
- R39/23** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
- R39/24** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
- R39/25** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
- R39/23/24** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
- R39/23/25** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
- R39/24/25** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
- R39/23//24/25** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- R39/26** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
- R39/27** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
- R39/28** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
- R39/26/27** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
- R39/26/28** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
- R39/27/28** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

- R39/26/27/28** Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- R42/43** Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.
- R48/20** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
- R48/21** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
- R48/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
- R48/20/21** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
- R48/20/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
- R48/21/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
- R48/20/21/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- R48/23** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
- R48/24** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
- R48/25** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
- R48/23/24** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición

	prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/23/25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/24/25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/23/24/25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R50/53	Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R51/53	Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R52/53	Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R68/20	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
R68/21	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.
R68/22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
R68/20/21	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
R68/20/22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
R68/21/22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.
R68/20/21/22	Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

2. CONSEJOS DE PRUDENCIA RELATIVOS A LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS (FRASES S)

FRASES S SIMPLES

- S1** Consérvese bajo llave.
- S2** Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3** Consérvese en lugar fresco.
- S4** Manténgase lejos de locales habitados.
- S5** Consérvese en ... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
- S6** Consérvese en ... (gas inerte a especificar por el fabricante).
- S7** Manténgase el recipiente bien cerrado.
- S8** Manténgase el recipiente en lugar seco.
- S9** Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
- S12** No cerrar el recipiente herméticamente.
- S13** Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
- S14** Consérvese lejos de ... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).
- S15** Conservar alejado del calor.
- S16** Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
- S17** Manténgase lejos de materiales combustibles.
- S18** Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.

S20 No comer ni beber durante su utilización.

S21 No fumar durante su utilización.

S22 No respirar el polvo.

S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].

S24 Evítese el contacto con la piel.

S25 Evítese el contacto con los ojos.

S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.

S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).

S29 No tirar los residuos por el desagüe.

S30 No echar jamás agua a este producto.

S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.

S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.

S36 Úsese indumentaria protectora adecuada.

S37 Úsense guantes adecuados.

S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.

S39 Úsese protección para los ojos/ la cara.

- S40** Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ... (a especificar por el fabricante).
- S41** En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
- S42** Durante las fumigaciones/ pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S43** En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
- S45** En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).
- S46** En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
- S47** Consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).
- S48** Consérvese húmedo con ... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
- S50** No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).
- S51** Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52** No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53** Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
- S56** Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57** Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

- S59** Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/ reciclado.
- S60** Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61** Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
- S62** En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o el envase.
- S63** En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo
- S64** En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente)

COMBINACIÓN DE FRASES S

- S1/2** Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3/7** Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
- S3/9/14** Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/14/49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
- S3/14** Consérvese en lugar fresco y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S7/8** Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.
- S7/9** Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.
- S7/47** Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).
- S20/21** No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
- S24/25** Evítese el contacto con los ojos y la piel.
- S27/28** Después del contacto con la piel quítese inmediatamente toda la ropa manchada.
- S29/35** No tirar los residuos por el desagüe; elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.

- S29/56** No tirar los residuos por el desagüe; elimínese esa sustancia y su recipiente en un punto d recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S36/37** Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.
- S36/37/39** Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/ la cara.
- S36/39** Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/ la cara.
- S37/39** Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
- S47/49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

ANEXO 4:

FICHAS DE SEGURIDAD DE
SUSTANCIAS QUÍMICAS

ANEXO 4 FICHAS DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

ÍNDICE

1. Ficha del hidróxido sódico.....	2
2. Ficha del permanganato potásico.....	5
3. Ficha del ácido sulfúrico.....	8
4. Ficha del EDTA.....	11
5. Ficha del ácido nítrico.....	14
6. Ficha de la hexametilentetramina.....	17
7. Ficha del nitrato de plata.....	20
8. Ficha del ácido bórico.....	23
9. Ficha del cloruro de cinc.....	26
10. Ficha del cloruro de amonio.....	28
11. Ficha del cinc.....	32
12. Ficha del plomo.....	36
13. Ficha del cloruro antimonioso.....	39
14. Ficha del sulfato de cobre.....	42
15. Ficha del ácido clorhídrico.....	45

HIDROXIDO DE SODIO

ICSC: 0360



HIDROXIDO DE SODIO
 Hidróxido sódico
 Sosa cáustica
 Sosa
 NaOH
 Masa molecular: 40.0

N° CAS 1310-73-2
 N° RTECS WB4900000
 N° ICSC 0360
 N° NU 1823
 N° CE 011-002-00-6

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. El contacto con la humedad o con el agua, puede generar el suficiente calor para producir la ignición de sustancias combustibles.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante

	dolor.		o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, vómitos, colapso.	No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente adecuado, eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de ácidos fuertes, metales, alimentos y piensos, materiales combustibles. Mantener en lugar seco y bien cerrado (véanse Notas).	 <p>No transportar con alimentos y piensos. símbolo C R: 35 S: (1/2-)26-37/39-45 Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II</p>
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE		
ICSC: 0360		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

D A T O S I M P O R	ESTADO FISICO;	VIAS DE EXPOSICION
	ASPECTO	
	PELIGROS FISICOS	
	PELIGROS QUIMICOS	
	Sólido blanco, deliquescente en diversas formas e inodoro.	La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva en ambientes húmedos para metales tales como cinc, aluminio, estaño y plomo originando hidrógeno (combustible y explosivo). Ataca a algunas formas de plástico, de caucho y de recubrimientos. Absorbe rápidamente dióxido de carbono y agua del aire. Puede generar calor en contacto con la	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.
		EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas).

<p>T A N T E S</p>	<p>humedad o el agua.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 2 mg/m³ (valor techo) (ACGIH 1992-1993). PDK no establecido. MAK: clase G</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
<p>PROPIEDA DES FISICAS</p>	<p>Punto de ebullición: 1390°C</p> <p>Punto de fusión: 318°C</p> <p>Densidad relativa (agua = 1): 2.1</p> <p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 109</p> <p>Presión de vapor, kPa a 739°C: 0.13</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>	<p> Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.</p>
<p>NOTAS</p>	
<p>El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Almacenar en una área que disponga de un suelo de hormigón, resistente a la corrosión.</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-121 Código NFPA: H 3; F 0; R 1;</p>	
<p>INFORMACION ADICIONAL</p>	
<p>FISQ: 3-134 HIDROXIDO DE SODIO</p>	
<p>ICS C: 0360</p> <p>© CCE, IPCS, 1994</p>	<p>HIDROXIDO DE SODIO</p>

PERMANGANATO DE POTASIO

ICSC: 0672

			
<p>KMnO₄ Masa molecular: 158</p> <p>Nº ICSC 0672 Nº CAS 7722-64-7 Nº RTECS SD6475000 Nº NU 1490 Nº CE 025-002-00-9</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	NO poner en contacto con sustancias inflamables.	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION	Riesgo de incendio y explosión en contacto con sustancias combustibles y agentes reductores.		
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! ¡HIGIENE ESTRICTA!	
· INHALACION	Sensación de quemazón. Tos. Dolor de garganta. Jadeo. Dificultad respiratoria. Síntomas no inmediatos (véanse Notas).	Evitar la inhalación del polvo . Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
· PIEL	Enrojecimiento. Quemaduras cutáneas. Dolor.	Guantes protectores. Traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar

			de nuevo. Proporcionar asistencia médica.
OJOS	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas graves.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
INGESTION	Sensación de quemazón. Dolor abdominal. Diarrea. Náuseas. Vómitos. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente tapado. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración.) NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.	Separado de sustancias combustibles y reductoras, metales en forma de polvo . Bien cerrado.	 <p>NU (transporte): Ver pictograma en cabecera Clasificación de Peligros NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: II</p> <p>CE: símbolo O símbolo Xn símbolo N R: 8-22-50/53 S: 2-60-61</p>

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0672

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003

<p>D</p> <p>A</p> <p>T</p> <p>O</p> <p>S</p> <p>I</p>	<p>ESTADO FISICO: ASPECTO: Cristales púrpura oscuro .</p> <p>PELIGROS FISICOS:</p> <p>PELIGROS QUIMICOS: La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo gases tóxicos y humos irritantes . La sustancia</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION: La sustancia se puede absorber por inhalación del polvo y por ingestión .</p> <p>RIESGO DE INHALACION: La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se</p>
---	--	---

M P O R T A N T E S	<p>es un oxidante fuerte y reacciona dispersa. con materiales combustibles y reductores, causando peligro de incendio o explosión. Reacciona violentamente con metales en forma de polvo, originando peligro de incendio.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION: TLV: (com Mn) 0.2 mg/m³, como TWA; (ACGIH 2003). MAK: (como Mn) 0.5 mg/m³ I; Riesgo para el embarazo: grupo C; Categoría de limitación de pico: 1; (DFG 2003).</p>	
	<p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION: La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación del polvo de esta sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA: La sustancia puede afectar al pulmón, dando lugar a bronquitis y neumonía.</p>	
PROPIEDADES FISICAS	<p>Se descompone por debajo del punto de fusión a 240°C Densidad: 2.7g/cm³</p>	<p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 6.4 Presión de vapor, Pa a 20°C: despreciable</p>
DATOS AMBIENTALES	<p>La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.</p>	
NOTAS		
<p>Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante, (peligro de incendio). Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-51G02-I+II+III</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
<p>Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm</p>		<p>Última revisión IPCS: 2003 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003</p>
<p>ICSC: 0672 PERMANGANATO DE POTASIO © CE, IPCS, 2003</p>		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p>	

ACIDO SULFURICO

ICSC: 0362



ACIDO SULFURICO
Aceite de vitriolo
H₂SO₄
Masa molecular: 98.1

Nº CAS 7664-93-9
Nº RTECS WS5600000
Nº ICSC 0362
Nº NU 1830
Nº CE 016-020-00-8

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. Desprende humos (o gases) tóxicos o irritantes en caso de incendio.	NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con combustibles.	NO utilizar agua. En caso de incendio en el entorno: polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Riesgo de incendio y explosión en contacto con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores, agua.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Dolor,	Guantes protectores y	Quitar las ropas

	enrojecimiento, quemaduras cutáneas graves.	traje de protección.	contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Dolor, enrojecimiento, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, vómitos, colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, dar a beber agua abundante, NO provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes herméticos, NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes y alimentos y piensos (véanse Notas). Puede ser almacenado en contenedores de acero inoxidable (véanse Notas).	 <p>Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado.</p> <p>No transportar con alimentos y piensos. símbolo C R: 35 S: (1/2-)26-30-45 Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II CE:</p>

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0362

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

D A T O S I M	ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido higroscópico, incoloro, aceitoso e inodoro.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	PELIGROS FISICOS	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización.
	PELIGROS QUIMICOS Por combustión, formación de humos tóxicos de óxidos de azufre. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. La sustancia es un ácido	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION

<p>P O R T A N T E S</p>	<p>fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para la mayoría de metales más comunes, originando hidrógeno (gas inflamable y explosivo). Reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos con desprendimiento de calor (véanse Notas). Al calentar se forman humos (o gases) irritantes o tóxicos (óxido de azufre).</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 1 mg/m³ (ACGIH 1993-1994). TLV (como STEL): 3 mg/m³ (ACGIH 1993-1994).</p>	<p>La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas).</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al aerosol de esta sustancia. Si las exposiciones al aerosol de esta sustancia son repetidas o prolongadas existe el riesgo de presentar erosiones dentales.</p>
<p>PROPIEDADES FISICAS</p>	<p>Punto de ebullición (se descompone): 340°C Punto de fusión: 10°C Densidad relativa (agua = 1): 1.8</p>	<p>Solubilidad en agua: Miscible Presión de vapor, kPa a 146°C: 0.13 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.4</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>		<p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.</p>
<p>NOTAS</p>		
<p>Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Almacenar en un área con suelo de hormigón resistente a la corrosión.</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-10B Código NFPA: H 3; F 0; R 2; W</p>		
<p>INFORMACION ADICIONAL</p>		
<p>FISQ: 3-011 ACIDO SULFURICO</p>		
<p>ICSC: 0362 ACIDO SULFURICO © CCE, IPCS, 1994</p>		
<p>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</p>	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>	

ACIDO EDETICO

ICSC: 0886

<p>ACIDO EDETICO Acido etilendiaminotetraacético EDTA $C_{10}H_{16}N_2O_8/((HOOC-CH_2)_2NCH_2)_2$ Masa molecular: 292.24</p> <p>Nº CAS 60-00-4 Nº RTECS AH4025000 Nº ICSC 0886</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Emite humos tóxicos en caso de incendio.		Polvos, pulverización con agua, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION			
EXPOSICION			
• INHALACION	Sensación de quemazón, tos.	Ventilación.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• PIEL	Enrojecimiento.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION	Sensación de quemazón.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, eliminar el residuo con agua abundante, trasladarlo a continuación a un lugar seguro (protección personal	Separado de oxidantes fuertes, bases fuertes, cobre y sus aleaciones, níquel; herméticamente cerrado; mantener en lugar frío, seco.		

adicional: equipo autónomo de respiración).			
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0886		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	
D A T O S I M P O R T A N T E S	ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales o polvo blanco.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.	
	PELIGROS FISICOS	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire.	
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo óxidos nitrosos. Reacciona con oxidantes fuertes, bases fuertes, cobre, aleaciones de cobre y níquel.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.	
	LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido. MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA	
	PROPIEDADES FISICAS	Punto de fusión (se descompone): 220°C	Solubilidad en agua: Insoluble (0.05 g/100 ml)
DATOS AMBIENTALES		Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua.	
NOTAS			
Tiende a descarboxilarse cuando se calienta a 150°C. Trilon, Titriplex, Acido Versene son nombres comerciales.			
INFORMACION ADICIONAL			
FISQ: 1-018 ACIDO EDETICO			

ICSC: 0886 ACIDO EDETICO

© CCE, IPCS, 1994

**NOTA LEGAL
IMPORTANTE:**

Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).

ACIDO NITRICO

ICSC: 0183

 <p>ACIDO NITRICO HNO₃ Masa molecular: 63.0</p> <p>Nº CAS 7697-37-2 Nº RTECS QU5775000 Nº ICSC 0183 Nº NU 2031 Nº CE 007-004-00-1</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con compuestos orgánicos o combustibles.	En caso de incendio en el entorno: no utilizar espuma.
EXPLOSION	Riesgo de incendio y explosión en contacto con muchos compuestos orgánicos.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• INHALACION	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, pérdida del conocimiento (síntomas no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves, dolor, decoloración amarilla.	Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.

• OJOS	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, shock.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante, reposo y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables, neutralizar cuidadosamente el residuo con carbonato sódico y eliminarlo a continuación con agua abundante. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de sustancias combustibles y reductoras, bases, compuestos orgánicos y alimentos y piensos. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado.	 <p>Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. símbolo O símbolo C R: 8-35 S: (1/2-)23-26-36-45 Nota: B Clasificación de Peligros NU: 8 CE:</p>

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0183

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

D A T O S I M P	ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido entre incoloro y amarillo, de olor acre.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.
	PELIGROS FISICOS	RIESGO DE INHALACION Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla suavemente, produciendo óxidos de nitrógeno.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por
	La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores, e.j., trementina, carbón, alcohol. La sustancia es	

O R T A N T E S	<p>un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para los metales. Reacciona violentamente con compuestos orgánicos (e.j., acetona, ácido acético, anhídrido acético), originando peligro de incendio y explosión. Ataca a algunos plásticos.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 2 ppm; 5.2 mg/m³ (ACGIH 1993-1994). TLV (como STEL): 4 ppm; 10 mg/m³ (ACGIH 1993-1994).</p>	<p>ingestión. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar (véanse Notas).</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 121°C Punto de fusión: -41.6°C Densidad relativa (agua = 1): 1.4 Solubilidad en agua: Miscible</p>	<p>Presión de vapor, kPa a 20°C: 6.4 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.2 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.07</p>
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio).</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-9B Código NFPA: H 3; F 0; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 3-010 ACIDO NITRICO		
<p>ICSC: 0183 ACIDO NITRICO © CCE, IPCS, 1994</p>		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>	

METENAMINA

ICSC: 1228

 <p>METENAMINA Hexametilentetramina HMTA $C_6H_{12}N_4$ Masa molecular: 140.2</p> <p>Nº CAS 100-97-0 Nº RTECS MN4725000 Nº ICSC 1228 Nº NU 1328 Nº CE 612-101-00-2</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas.	Espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, polvo.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Tos, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Enrojecimiento, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.

<p>• INGESTION</p>	<p>Dolor abdominal, náuseas.</p>	<p>No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.</p>	<p>Enjuagar la boca. NO provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.</p>
<p>DERRAMAS Y FUGAS</p>	<p>ALMACENAMIENTO</p>	<p>ENVASADO Y ETIQUETADO</p>	
<p>Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).</p>	<p>Separado de ácidos fuertes.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p>símbolo F símbolo Xn R: 11-42/43 S: (2-)16-22-24-37 Clasificación de Peligros NU: 4.1 Grupo de Envasado NU: III CE:</p>	
<p>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</p>			
<p>ICSC: 1228</p>		<p>Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994</p>	

<p>D A T O S I M P O R T A N T E</p>	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Polvo blanco cristalino o cristales higroscópicos e incoloros, prácticamente inodoro.</p> <p>PELIGROS FISICOS Es posible la explosión del polvo si se encuentra mezclado con el aire en forma pulverulenta o granular.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente o al arder, produciendo formaldehído, amoníaco, óxidos de carbono, ácido cianhídrico y óxidos de nitrógeno. La disolución en agua es una base débil. Reacciona con fuerte oxidantes. Reacciona con ácidos fuertes produciendo formaldehído. Ataca al aluminio y al cinc.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido.</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición a inhalación prolongada o repetida puede originar asma.</p>
---	---	--

E S	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de sublimación: 263°C Punto de inflamación: 250°C (c.c.) Densidad relativa (agua = 1): 1.3 Temperatura de autoignición: 410°C Solubilidad en agua: Elevada. Coeficiente de reparto octanol/agua Densidad relativa de vapor (aire = 1): como log Pow: -2.2 4.9
DATOS AMBIENTALES	
NOTAS	
La sustancia se descompone dando lugar al formaldehído. Consultar también la ICSC 0275 (Formaldehído). Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-872	
INFORMACION ADICIONAL	
FISQ: 5-126 METENAMINA	
ICSC: 1228 METENAMINA	
© CCE, IPCS, 1994	
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).

NITRATO DE PLATA

ICSC: 1116

 <p>NITRATO DE PLATA AgNO₃ Masa molecular: 169.9</p> <p>Nº CAS 7761-88-8 Nº RTECS VW4725000 Nº ICSC 1116 Nº NU 1493 Nº CE 047-001-00-2</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias.	NO poner en contacto con sustancias combustibles e incompatibles tales como, acetileno, álcalis, haluros y otros compuestos.	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION		¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR LA EXPOSICION DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	
• INHALACION	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Enrojecimiento, quemaduras cutáneas, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor, pérdida de visión.	Pantalla facial o protección ocular	Enjuagar con agua abundante durante

	quemaduras profundas graves.	combinada con la protección respiratoria, si se trata de polvo.	varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal, sensación de quemazón, debilidad.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable, eliminar el residuo con agua abundante, NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles, NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de sustancias combustibles, orgánicas e incompatibles tales como, acetileno, álcalis, halureos y otros compuestos. Mantener en lugar fresco, oscuro, y bien ventilado.	 <p>Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. símbolo C símbolo N R: 34-50/53 S: (1/2-)26-45-60-61 Clasificación de Peligros NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: II CE:</p>

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 1116

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

D A T O S I M P O R T	ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales, incoloros o blancos, inodoros.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	PELIGROS FISICOS	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización o cuando se dispersa, especialmente si está en forma de polvo.
	PELIGROS QUIMICOS Se forman compuestos inestables frente al choque. La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos de óxidos de nitrógeno. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. Reacciona con sustancias incompatibles tales como, acetileno, álcalis, haluros y otros compuestos, originando peligro de incendio y explosión. Ataca a	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión.
		EFFECTOS DE EXPOSICION

<p>T A N T E S</p>	<p>algunas formas de plásticos, caucho y recubrimientos. La sustancia se descompone en contacto co13400&127;LIMITES DE EXPOSICION</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 0.01 mg/m³ (como Ag) (ACGIH 1995-1996). MAK : no establecido.</p> <p>PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a la formación de metahemoglobina. La inhalación o ingestión puede conducir a una argiria generalizada, caracterizada por una pigmentación gris de la piel y uñas marrones.</p>
<p>PROPIEDADES FISICAS</p>	<p>Se descompone por debajo del punto de ebullición a 444°C Punto de fusión: 212°C</p> <p>Densidad relativa (agua = 1): 4.3 a 19°C Solubilidad en agua: Muy elevada</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>	<p> Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los peces.</p>
<p>NOTAS</p>	
<p>En caso de envenenamiento con esta sustancia es necesario realizar un tratamiento específico; así como disponer de los medios adecuados junto las instrucciones respectivas. NO llevar a casa la ropa de trabajo. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-51G02 Código NFPA: H 1; F 0; R 0; oxy</p>	
<p>INFORMACION ADICIONAL</p>	
<p>FISQ: 4-153 NITRATO DE PLATA</p>	
<p>ICSC: 1116 NITRATO DE PLATA © CCE, IPCS, 1994</p>	
<p>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</p>	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>

ACIDO BORICO

ICSC: 0991

<p>Ácido borácico Ácido ortobórico H_3BO_3 Masa molecular: 61.8</p> <p>Nº CAS 10043-35-3 Nº RTECS ED4550000 Nº ICSC 0991</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• INHALACION	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• PIEL	¡PUEDE ABSORBERSE! Enrojecimiento. Puede ser absorbida a través de la piel dañada.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal. Convulsiones. Diarrea. Náuseas. Vómitos. Salpullido.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).	Separado de bases fuertes.	NU (transporte): No clasificado CE: No clasificado
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE		
ICSC: 0991	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003	

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales incoloros o polvo blanco, inodoro.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente por encima de 100°C , produciendo agua y anhídrido bórico irritante. La disolución en agua es un ácido débil. Incompatible con carbonatos y hidróxidos alcalinos.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido. MAK no establecido.</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas dispersadas en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el tracto gastrointestinal, hígado y riñones.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.</p>
PROPIEDADES FISICAS	Punto de fusión (se descompone): 171°C Densidad relativa (agua = 1): 1.4	Solubilidad en agua, g/100 ml: 5.6 Presión de vapor, kPa a 20°C: despreciable
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
Borofax es un nombre comercial.		
INFORMACION ADICIONAL		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm		Última revisión IPCS: 1994 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-008
ICSC: 0991	ACIDO BORICO	
© CE, IPCS, 2003		

COLORURO DE CINCO

ICSC: 1064



Dicloruro de cinc
 $ZnCl_2$
 Masa molecular: 136.3

Nº CAS 7646-85-7
 Nº RTECS ZH1400000
 Nº ICSC 1064
 Nº NU 2331
 Nº CE 030-003-00-2

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Sensación de quemazón. Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Dolor de garganta. Síntomas no inmediatos (véanse Notas).	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Enrojecimiento. Quemaduras cutáneas. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas graves.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después

			proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Náuseas. Shock o colapso. Dolor de garganta. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P3 contra partículas tóxicas).	Separado de bases fuertes, piensos y comida. Mantener en lugar seco. Bien cerrado.	 <p>No transportar con alimentos y piensos. NU (transporte): Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: III CE: símbolo C símbolo N R: 34-50/53 S: 1/2-7/8-28-45-60-61</p>	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 1064		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003	

D A T O S I M P O R T A N T E	ESTADO FISICO; ASPECTO Sólido blanco hidrosκόpico en diversas formas.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos de cloruro de hidrógeno y óxidos de cinc. La disolución en agua es moderadamente ácida.	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas dispersadas en el aire, especialmente en forma de polvo.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV (como gas): 1 mg/m ³ (como TWA); 2 mg/m ³ (como STEL) (ACGIH 2003). MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es corrosiva para los ojos y la piel. El aerosol irrita el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del gas de esta sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas). La sustancia

A N T E S	<p>puede causar efectos en pancreas. La exposición aguda a altas concentraciones de humo de cloruro de cinc puede originar el Síndrome de Fallo Respiratorio, conduciendo a una fibrosis pulmonar y la muerte.</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: 732°C Punto de fusión: 290°C	Densidad: 2.9 g/cm ³ Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: muy elevada.
DATOS AMBIENTALES	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.	
NOTAS		
Otro número NU: 1840, solución de cloruro de cinc; Clasificación de Peligro: 8. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80GC2-II+III		
INFORMACION ADICIONAL		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm		Última revisión IPCS: 2002 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-065
ICSC: 1064 CLORURO DE CINC © CE, IPCS, 2003		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	

COLORURO DE AMONIO

ICSC: 1051

<p>COLORURO DE AMONIO Cloruro amónico Sal de amoníaco NH_4Cl Masa molecular: 53.5</p> <p>Nº CAS 12125-02-9 Nº RTECS BP4550000 Nº ICSC 1051 Nº CE 017-014-00-8</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• INHALACION	Tos.	Ventilación (no si es polvo), extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Enrojecimiento.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Náuseas, dolor de garganta, vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca, dar a beber agua abundante, guardar reposo y proporcionar asistencia

		médica.	
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).	Separado de nitrato amónico, clorato potásico, ácidos, álcalis, sales de plata. Mantener en lugar seco.		símbolo Xn R: 22-36 S: (2-)22 CE:
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 1051		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	
D A T O S I M P O R T A N T E	ESTADO FISICO; ASPECTO Sólido entre incoloro y blanco, inodoro, higroscópico en diversas formas.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del polvo o humo y por ingestión.	
	PELIGROS FISICOS	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire.	
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente o al arder, produciendo humos tóxicos e irritantes de óxidos de nitrógeno, amoníaco y cloruro de hidrógeno. La disolución en agua es un ácido débil. Reacciona violentamente con nitrato amónico y clorato potásico, originando peligro de incendio y explosión. Reacciona con concentrados de ácidos para formar cloruro de hidrógeno y bases fuertes para formar amoníaco. Reacciona con sales de plata para formar compuestos sensibles al choque. Ataca al cobre y compuestos.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.	
	LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 10 mg/m ³ (humos) (ACGIH 1995-1996). TLV (como STEL): 20 mg/m ³ (humos) (ACGIH 1995-1996). MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA	
	PROPIEDADES FISICAS	Punto de sublimación: 350°C	Solubilidad en agua: Elevada (28.3

	Densidad relativa (agua = 1): 1.5 g/100 ml at 25°C) Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 28 Presión de vapor, kPa a 160°C: 0.13
DATOS AMBIENTALES	
NOTAS	
Código NFPA: H 1; F 0; R 0;	
INFORMACION ADICIONAL	
FISQ: 4-063 CLORURO DE AMONIO	
ICSC: 1051 CLORURO DE AMONIO © CCE, IPCS, 1994	
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).

CINC

ICSC: 1205

 <p style="text-align: center;">CINC Zinc Zn Masa atómica: 65.4</p> <p>Nº CAS 7440-66-6 Nº RTECS ZG8600000 Nº ICSC 1205 Nº NU 1436 (polvo de cinc) Nº CE 030-001-00-1</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con ácidos, bases y sustancias incompatibles (véanse Peligros químicos).	Agentes especiales, arena seca, NO utilizar otros agentes. NO utilizar agua.
EXPLOSION	Riesgo de incendio y explosión en contacto con ácidos, bases, agua y sustancias incompatibles.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra). Evitar la acumulación de polvo.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICION		-EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! -HIGIENE ESTRICTA!	
• INHALACION	Sabor metálico, fiebre de los humos metálicos, síntomas no inmediatos (véanse Notas).	Extracción localizada.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Piel seca.	Guantes protectores.	Aclarar y lavar la piel

			con agua y jabón.
• OJOS		Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal, náuseas, vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Eliminar todas las fuentes de ignición. Barrer la sustancia e introducirla en recipientes secos. NO verterlo al alcantarillado. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, bases, ácidos. Mantener en lugar seco.		Hermético. símbolo F R: 15-17 S: (2-)7/8-43 Clasificación de Peligros NU: 4.3 Riesgos Subsidiarios NU: 4.2 Grupo de Envasado NU: II CE:
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 1205	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Polvo inodoro entre gris y azul.</p> <p>PELIGROS FISICOS Es posible la explosión del polvo si se encuentra mezclado con el aire en forma pulverulenta o granular. Si está seca, puede cargarse electrostáticamente por turbulencia, transporte neumático, vertido, etc.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS Por calentamiento intenso se producen humos tóxicos. La sustancia es un agente reductor fuerte y reacciona violentamente con oxidantes. Reacciona con agua y reacciona violentamente con ácidos y bases, produciendo gas inflamable de hidrógeno. Reacciona violentamente con azufre, hidrocarburo halogenados y otras muchas sustancias, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido.</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La inhalación del humo puede originar fiebre de los humos metálicos. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición: 907°C Punto de fusión: 419°C Densidad relativa (agua = 1): 7.14	Solubilidad en agua: Reacciona. Presión de vapor, kPa a 487°C: 0.1 Temperatura de autoignición: 460°C
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS	El cinc puede contener trazas de arsénico por lo que al descomponerse puede producir gas tóxico de arsina. Reacciona violentamente con agentes extintores de incendio tales como agua, halons, espuma y dióxido de carbono. Los síntomas de fiebre del humo metálico no se ponen de manifiesto hasta transcurridas algunas horas. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-43G14 Código NFPA: H 0; F 1; R 1;	

NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).
-----------------------------------	--

PLOMO

ICSC: 0052



PLOMO
 Plumbum
 (polvo)
 Pb
 Masa atómica: 207.2

N° CAS 7439-92-1
 N° RTECS OF7525000
 N° ICSC 0052
 N° NU 3288
 N° CE 082-001-00-6

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. El plomo en forma de polvo es inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION	Las partículas finamente dispersas forman mezclas explosivas en el aire.	Evitar el depósito del polvo; sistema cerrado, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión del polvo.	
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! ¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR LA EXPOSICION DE MUJERES (EMBARAZADAS)! - EVITAR LA EXPOSICION DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Calambres abdominales, somnolencia, dolor de	Ventilación (no si es polvo). Evitar la inhalación de polvo fino	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.

	cabeza, náuseas, vómitos, debilidad, sibilancia, hemoglobinuria, colapso.	y niebla. Extracción localizada o protección respiratoria.	
• PIEL			
• OJOS			
• INGESTION	Calambres abdominales (para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca. Provocar el vómito (¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!) y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).	Separado de oxidantes fuertes, bases fuertes, ácidos fuertes, alimentos y piensos.	 <p>No transportar con alimentos y piensos. símbolo T símbolo N R: 61-20/22-33-50/53-62 S: 53-45-60-61 Clasificación de Peligros NU: 6.1 CE:</p>

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0052

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

D A T O S I M P	ESTADO FISICO; ASPECTO Sólido gris o blanco azulado en diversas formas, vira a oscuro por exposición al aire.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	PELIGROS FISICOS Es posible la explosión del polvo si se encuentra mezclado con el aire en forma pulverulenta o granular.	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.
	PELIGROS QUIMICOS Por calentamiento intenso se producen humos tóxicos. Reacciona con ácido nítrico concentrado caliente, ácido hidroclicórico y ácido sulfúrico. En presencia de oxígeno reacciona en contacto con agua	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia puede causar efectos en el tracto gastrointestinal, sangre, sistema nervioso central y riñón,

O R T A N T E S	<p>pura o ácidos orgánicos.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 0.05 mg/m³ A3 (ACGIH 1998).</p>	<p>dando lugar a cólicos, shock, anemia, daño renal y encefalopatías. La exposición puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al tracto gastrointestinal, sistema nervioso, sangre, riñón y sistema inmunológico, dando lugar a cólicos graves, parálisis muscular, anemia, cambios en la personalidad, retardo en el desarrollo mental, nefropatías irreversibles. Puede causar retardo en el desarrollo en los recién nacidos. Posibilidad de efectos acumulativos.</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 1740°C Punto de fusión: 327.5°C Densidad relativa (agua = 1): 11.34</p>	<p>Solubilidad en agua: Ninguna. Presión de vapor, Pa a 25°C: <0.1</p>
DATOS AMBIENTALES	 <p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al aire y al agua. En la cadena alimentaria referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, concretamente en vegetales y organismos acuáticos, especialmente en los peces.</p>	
NOTAS		
<p>El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. NO llevar a casa la ropa de trabajo. Consúltese también los compuestos de plomo específicos. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-61G12b</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 5-157 PLOMO		
ICSC: 0052 PLOMO		
© CCE, IPCS, 1994		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>	

TRICLORURO DE ANTIMONIO

ICSC: 1224



Cloruro Antimonioso
Tricloroestibina
SbCl₃
Masa molecular: 228.1

Nº CAS 10025-91-9
Nº RTECS CC4900000
Nº ICSC 1224
Nº NU 1733
Nº CE 051-001-00-8

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: polvo, dióxido de carbono, agua NO.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Tos. Jadeo. Pérdida del apetito.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Ampollas.	Guantes protectores. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas graves.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después

			proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Corrosivo. Calambres abdominales. Sensación de quemazón. Náuseas. Shock o colapso. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de alimentos y piensos. Mantener en lugar seco. Bien cerrado.	 <p>NU (transporte): Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II No transportar con alimentos y piensos. CE: símbolo C símbolo N R: 34-51/53 S: 1/2-26-45-61</p>	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 1224	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003		

D A T O S I M P O R T A	ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales incoloros higroscópicos, de olor acre.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente o al arder, produciendo vapores tóxicos de cloro y óxidos de antimonio. Reacciona con agua, produciendo calor, hidrógeno de cloro y monóxido de antimonio. Ataca a muchos metales en presencia de agua. El aluminio arde en vapor de tricloruro de antimonio.	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire al dispersar, especialmente en estado de polvo..
	LIMITES DE EXPOSICION TLV: 0.5 mg/m ³ (como TWA) como Sb (ACGIH 2003). MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del vapor/niebla/humo puede originar edema pulmonar (véanse Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda

N T E S	vigilancia médica. EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al corazón, riñón e hígado. Puede producir alteraciones en la reproducción humana.	
PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición: 223.5°C Punto de fusión: 73°C Densidad relativa (agua = 1): 3.14	Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 10 Presión de vapor, Pa a 20°C: 16 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 7.9
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>C.I. 77056 es un nombre alternativo.. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. Consultar también la ficha N° 0012 (Trióxido de Antimonio).</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80G11</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm		Última revisión IPCS: 1995 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-182
ICSC: 1224 TRICLORURO DE ANTIMONIO © CE, IPCS, 2003		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	

SULFATO DE COBRE (Anhidro)

ICSC: 0751

<p>Sulfato de cobre Sulfato de cobre(2+) CuSO₄ Masa molecular: 159.6</p> <p>Nº CAS 7758-98-7 Nº RTECS GL8800000 Nº ICSC 0751 Nº CE 029-004-00-0</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• INHALACION	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• PIEL	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Diarrea. Náuseas. Shock o colapso. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y	

		ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).	Mantener en lugar seco. Bien cerrado.	 <p>NU (transporte): No clasificado</p> <p>do CE: símbolo Xn símbolo N R: 22-36/38-50/53 S: 2-22-60-61</p>
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE		
ICSC: 0751	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003	

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales blancos higroscópicos.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS Reacciona violentamente con hidroxilamina, causando peligro de incendio. Reacciona con magnesio, formando gas inflamable/explosivo (hidrógeno - véase ICSC 0001) Ataca el hierro y el zinc en presencia de agua..</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como cobre): 1 mg/m³ (como TWA) (ACGIH 2003) MAK: 1 (I) mg/m³; categoría de limitación de pico: II (2) (DFG 2003)</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas dispersadas en el aire, especialmente en estado de polvo.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION El aerosol irrita severamente los ojos y la piel, e irrita el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. Si se ingiere, la sustancia puede causar efectos en sangre, riñón e hígado, dando lugar a anemia hemolítica, y a alteración en riñones e hígado.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetidato the aerosol. La sustancia puede afectar al hígado al ser ingerida.</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p>	<p>Se descompone por debajo del punto de ebullición a 650°C</p>

	Densidad: 3.6g/cm ^{3</sup>/SUP}
DATOS AMBIENTALES	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. En la cadena alimentaria referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, por ejemplo en peces. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.
NOTAS	
INFORMACION ADICIONAL	
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm	Última revisión IPCS: 2001 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-172
ICSC: 0751 SULFATO DE COBRE (Anhidro) © CE, IPCS, 2003	
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

CLORURO DE HIDROGENO

ICSC: 0163



CLORURO DE HIDROGENO
 Acido clorhídrico, anhidro
 Cloruro de hidrógeno, anhidro
 HCl
 Masa molecular: 36.5

Nº CAS 7647-01-0
 Nº RTECS MW4025000
 Nº ICSC 0163
 Nº NU 1050
 Nº CE 017-002-00-2

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. (Síntomas no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.

<p>• OJOS</p>	<p>Corrosivo. Dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.</p>	<p>Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.</p>	<p>Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.</p>
<p>• INGESTION</p>			
<p>DERRAMAS Y FUGAS</p>	<p>ALMACENAMIENTO</p>	<p>ENVASADO Y ETIQUETADO</p>	
<p>Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar gas con agua pulverizada. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).</p>	<p>Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, metales. Mantener en lugar bien ventilado.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>CE: símbolo C símbolo T</p> <p>R: 23-35 S: (1/2-)9-26-36/37/39-45 Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios NU: 8</p> </div> </div>	
<p>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</p>			
<p>ICSC: 0163</p>	<p>Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994</p>		

CLORURO DE HIDROGENO

ICSC: 0163

<p>D A T O S I M P O R T A N T E S</p>	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.</p> <p>PELIGROS FISICOS El gas es más denso que el aire.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. Reacciona violentamente con oxidantes formado gas tóxico de cloro. En contacto con el aire desprende humos corrosivos de cloruro de hidrógeno. Ataca a muchos metales formando hidrógeno.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 5 ppm; 7.5 mg/m³ (valor techo) (ACGIH 1993-1994).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones del gas puede originar edema pulmonar (véanse Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar el pulmón, dando lugar a bronquitis crónica. La sustancia puede causar erosiones dentales.</p>
<p>PROPIEDADES FISICAS</p>	<p>Punto de ebullición a 101.3 kPa: -85°C Punto de fusión: -114°C Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 72</p>	<p>Solubilidad en agua: Elevada Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.3 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.25</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>		
<p>NOTAS</p> <p>El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape (para evitar la corrosión de la misma). Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-135 Código NFPA: H 3; F 0; R 0;</p>		

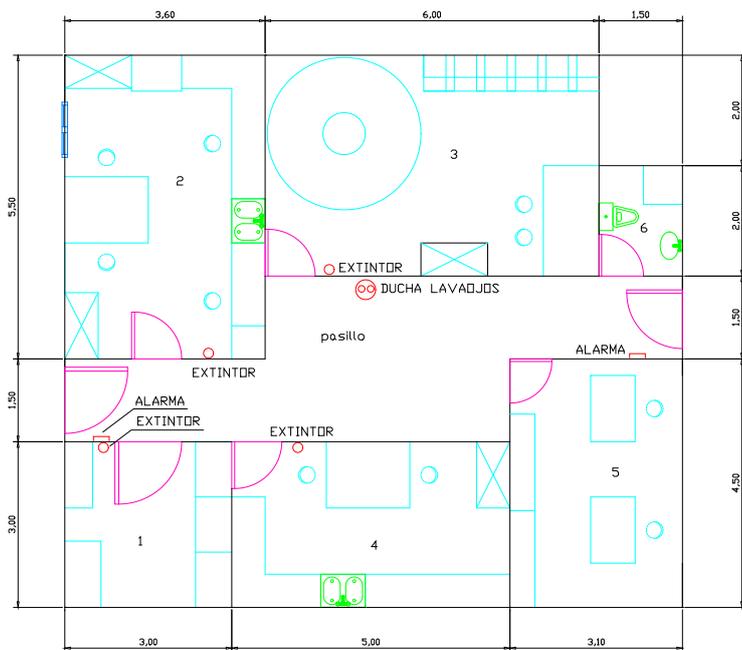
**NOTA LEGAL
IMPORTANTE:**

Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

**DOCUMENTO N° 2:
PLANO**



LEYENDA

1. ALMACÉN
2. SECCIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICOS
3. SECCIÓN DE SIMULACIÓN
4. SECCIÓN DE ENSAYOS MATERIALES
5. OFICINA
6. ASEO

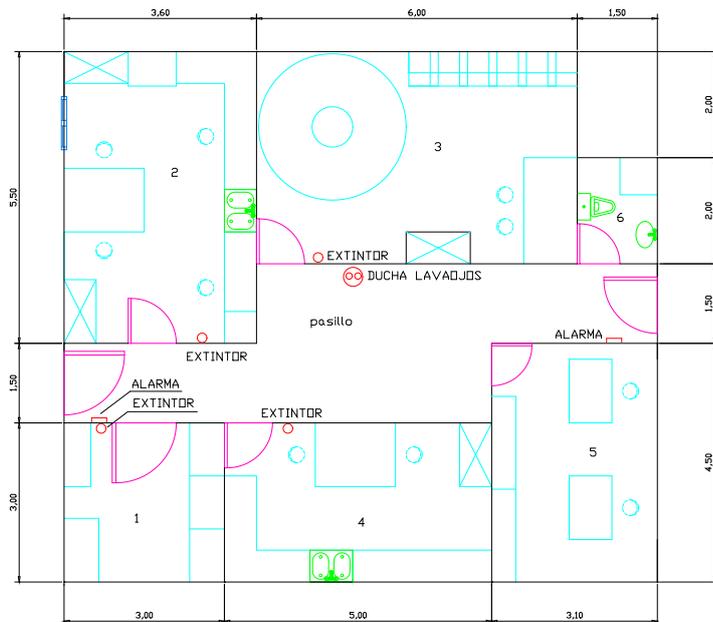
NOTAS GENERALES

- 1- CUANDO NO SE EXPRESEN EN EL PLANO OTRAS UNIDADES, SE ENTIENDE QUE LAS DIMENSIONES ESTÁN EN M.
- 2- TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN CONTINUAS EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
- 3- LAS CURVAS DE SOLDADURA SE DISPONDRÁN DE TAL MANERA QUE NO INTERFIERAN CON LOS AGUJEROS PARA TUBULADURAS NI CON LOS SOPORTES.

REALIZADO POR:	M ^a CARMEN MARTÍNEZ
FIRMA:	
FECHA:	25/09/07

PLANO N ^o :	1
ESCALA:	1:20

DISTRIBUCIÓN DE LAS SECCIONES DEL LABORATORIO



LEYENDA

1. ALMACÉN
2. SECCIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICOS
3. SECCIÓN DE SIMULACIÓN
4. SECCIÓN DE ENSAYOS MATERIALES
5. OFICINA
6. ASEO

NOTAS GENERALES

- 1- CUANDO NO SE EXPRESAN EN EL PLANO OTRAS UNIDADES, SE ENTIENDE QUE LAS DIMENSIONES ESTÁN EN M.
- 2- TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN CONTINUAS EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
- 3- LOS CORDONES DE SOLDADURA SE DISPONDRÁN DE TAL MANERA QUE NO INTERFIERAN CON LOS AGUJEROS PARA TUBALADURAS NI CON LOS SOPORTES.

REALIZADO POR:	M ^a CARMEN MARTÍNEZ	PLANO N ^o : 1	DISTRIBUCIÓN DE LAS SECCIONES DEL LABORATORIO
FIRMA:			
FECHA:	25/09/07	ESCALA: 1:20	

Puerto Real, Septiembre de 2007

Fdo. M^a del Carmen Martínez Gómez



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

**DOCUMENTO Nº 3:
PLIEGO DE CONDICIONES**

0 ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

0	ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES	1
1	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	4
1.1	Condiciones generales	4
1.1.1	Objetivos	4
1.1.2	Obras objeto del proyecto	4
1.1.3	Otras instrucciones, normas y descripciones aplicables	5
1.1.4	Exclusiones	6
1.1.5	Documentos que definen las obras	6
1.1.6	Director de la obra	6
1.2	CONDICIONES FACULTATIVAS	8
1.2.1	Contrato	8
1.2.2	Obligaciones y derechos del contratista.....	8
1.2.3	Libro de órdenes	8
1.2.4	Contradicciones omisiones o errores	9
1.2.5	Trabajos preparatorios	9
1.2.5.1	Comprobación del replanteo	9
1.2.5.2	Fijación de los puntos de replanteo.....	10
1.2.5.3	Programación de los trabajos	10
1.2.6	Plazos de ejecución.....	11
1.2.7	Desarrollo y control de los trabajos	11
1.2.7.1	Equipos de maquinaria.....	11
1.2.7.2	Ensayos	12
1.2.7.3	Materiales.....	12
1.2.7.4	Acopios	14
1.2.7.5	Accidentes de trabajo.....	15
1.2.7.6	Trabajos defectuosos o no autorizados	15
1.2.7.7	Señalización de las obras	16
1.2.7.8	Precauciones especiales	16
1.2.7.9	Personal técnico	17

1.2.8	Medición de obras.....	17
1.2.9	Certificaciones	18
1.2.9.1	Precio unitario	18
1.2.9.2	Partidas alzadas	18
1.2.9.3	Instalaciones y equipos de maquinaria.....	18
1.2.10	Legislación social.....	19
1.2.11	Gastos de cuenta del contratista	19
1.2.12	Recepciones, garantías y obligaciones del contratista	20
1.2.12.1	Recepción provisional.....	20
1.2.12.2	Plazo de garantía	21
1.2.12.3	Recepción definitiva	21
1.2.12.4	Prescripciones particulares.....	22
1.3	CONDICIONES LEGALES.....	22
1.3.1	Medición y abono de las obras	22
1.3.1.1	Mediciones y valoraciones.....	22
1.3.1.2	Condiciones económicas.....	22
1.3.1.3	Condiciones de índole legal	22
1.3.2	Ejecución de las obras.....	23
1.3.2.1	Ejecución en general	23
1.3.2.2	Replanteo	23
1.3.2.3	Orden de los trabajos.....	23
1.3.2.4	Marcha de las obras.....	24
1.3.2.5	Instalaciones varias	24
1.3.2.6	Responsabilidad de la contrata.....	24
1.3.2.7	Dirección de los trabajos.....	24
1.3.2.8	Legalización	25
2	PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	25
2.1	Introducción	25
2.2	Instaladores	26
2.3	Equipamiento por secciones	26
2.3.1	Requerimientos de cada sección.....	27
2.3.1.1	Almacén	27

2.3.1.2	Sección de análisis químicos.....	27
2.3.1.3	Sección de simulación.....	27
2.3.1.4	Sección de ensayos materiales	27
2.3.1.5	Oficina.....	28
2.3.1.6	Aseo	28
2.3.2	Especificaciones del mobiliario y de los equipos	28
2.3.2.1	Poyatas	28
2.3.2.2	Armarios.....	28
2.3.2.3	Mesas	29
2.3.2.4	Vitrina de extracción.....	29
2.3.2.5	Baños de ensayo de la sección de simulación.....	29
2.3.2.6	Estanterías	30
2.4	Seguridad	30
2.4.1	Alarma	30
2.4.2	Elementos de actuación y protección.....	30

1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1 CONDICIONES GENERALES

1.1.1 Objetivos

El objetivo del presente pliego de condiciones es definir el conjunto de directrices, requisitos y normas aplicables para el desarrollo del proyecto del que forma parte: Diseño de un laboratorio de análisis y ensayos químicos y de materiales para una planta de galvanizado en caliente. En el se especificarán las condiciones facultativas, técnicas, económicas y de seguridad e higiene que se han de observar en la recepción, montaje y funcionamiento de la instalación proyectada, así como las condiciones generales que regirán en la remodelación de la sala destinada al montaje del laboratorio objeto de este proyecto.

Contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente proyecto. El pliego de condiciones constituye el documento más importante desde el punto de vista contractual.

No se podrán alterar estas condiciones si no están aceptadas de forma escrita y autorizadas por la representación legal de la sociedad para la que se ha confeccionado el proyecto.

1.1.2 Obras objeto del proyecto

Se consideran sujetas a este pliego todas las obras destinadas a la remodelación de la sala original, necesarias para dejar completamente terminadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que por su naturaleza no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias se realizarán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando la importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Director de Obra.

Las principales actuaciones a las que se refiere éste Proyecto, consisten fundamentalmente en la ejecución de los siguientes trabajos:

Demoliciones de soleras existentes en la zona de actuación con carga sobre camión y transporte a vertedero autorizado de los escombros producido por estas demoliciones.

Demoliciones parciales de cimentaciones en la sala primitiva con carga sobre camión y transporte a vertedero autorizado de los escombros producido por estas demoliciones.

1.1.3 Otras instrucciones, normas y descripciones aplicables

Además del presente Pliego de Condiciones, y subsidiariamente con respecto a él, será de aplicación la siguiente normativa:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE, (R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre de 1998)
- Norma Básica de la Edificación NBE-EA-95, “Estructuras de acero en la Edificación” (R.D. 1829/1995) de 10 de Nov. de 1995.
- Norma Básica de la Edificación del Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo NBE-AE-88 “Acciones en la Especificación”.
- Norma de construcción sismorresistente. Parte General y Edificación, NCSE-02.
- Instalaciones de fontanería: Abastecimiento (FA).
- Instalaciones de salubridad: Alcantarillado (IZA).

- Instalaciones de electricidad: Alumbrado exterior (ICE).
- Instalaciones de electricidad: Red exterior (IR).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones reglamentarias. Decreto del 9 de Octubre de 1975.
- Instalaciones de electricidad: Puesta a tierra (JET).
- Real Decreto 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

1.1.4 Exclusiones

Quedan excluidos del presente proyecto, los aspectos no relacionados con el proceso químico de la instalación, como movimientos de tierras, zanjas, cimentaciones, estructuras e instalación eléctrica.

1.1.5 Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras son los que la propiedad entrega al contratista, y pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los planos, el pliego de condiciones y los cuadros de precios y presupuestos que se incluyan en el presente proyecto.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la dirección para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

1.1.6 Director de la obra

El ingeniero director de obras será responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del contrato, y asumirá la representación de la administración o de la entidad pertinente frente al contratista.

Las funciones del ingeniero director de obras serán las siguientes:

- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas condiciones técnicas que en el presente pliego de condiciones se dejen a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a la interpretación de los planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones de contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el contratista deberá poner a su disposición el personal y el material de la obra.
- Acreditar al contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras conforma a las normas legales establecidas.

El contratista estará obligado a prestar su colaboración al ingeniero director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

1.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

1.2.1 Contrato

Las instalaciones se contratarán totalmente terminadas y se ajustarán en todo momento a los planos recogidos en este proyecto.

A petición de cualquiera de las partes interesadas, se formalizará el contrato en la Escritura Pública. Los gastos que ocasione esta formalización correrán a cargo de la empresa constructora.

1.2.2 Obligaciones y derechos del contratista

Las obligaciones del contratista son las siguientes:

- Conocer y cumplir las leyes
- Conocer en su totalidad del contenido del proyecto
- Poner los medios necesarios para la correcta ejecución del mismo
- Cumplir con todas y cada una de las instrucciones indicadas en el Libro de Órdenes
- No iniciar ninguna obra sin conocimiento y autoridad de la Dirección de Obra

En cuanto a sus derechos aparecen los siguientes:

- Tener un ejemplar del proyecto completo.
- Recibir los suministros de la propiedad en forma y plazo.
- Recibir solución de problemas técnicos no previstos con prontitud.

1.2.3 Libro de órdenes

El contratista dispondrá del Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de la Obra precise dar en el transcurso de la misma.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro, es tan obligatorio para el contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

1.2.4 Contradicciones omisiones o errores

En el caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones técnicas, prevalecerá lo indicado en este último. Lo mencionado en el pliego de prescripciones técnicas y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser aceptado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del director de obras, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y esta tenga precio en el contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el director o contratista deberán reflejarse en el acta de comprobación.

1.2.5 Trabajos preparatorios

Los trabajos preparatorios para el inicio de las obras consistirán en:

- Comprobación de replanteo
- Fijación y conservación de los puntos de replanteo
- Programación de los trabajos

1.2.5.1 Comprobación del replanteo

En el plazo de quince días a partir de la adjudicación definitiva se comprobarán, en presencia del adjudicatario o de su representante, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose la correspondiente acta de comprobación del replanteo.

El acta de conformación del replanteo reflejará la conformidad o la disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas de los trabajos, así como a

cualquier punto que en caso de disconformidad pueda afectar al cumplimiento del contrato.

Cuando el acta de comprobación del replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto, valorado a los precios del contrato.

1.2.5.2 Fijación de los puntos de replanteo

La comprobación del replanteo deberá incluir como mínimo los datos y referencias previstos para poder materializar las obras, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalles y de otros elementos que puedan estimarse precisos.

Los puntos de referencia para los sucesivos replanteos se marcarán con los medios adecuados para evitar su desaparición.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en el anexo al acta de comprobación del replanteo, el cual se unirá al expediente de las obras, entregándose una copia al contratista.

El contratista se responsabilizará de la conservación de las señales de los puntos que hayan sido entregados.

1.2.5.3 Programación de los trabajos

En el plazo que se determine en días hábiles a partir de la aprobación del acta de comprobación del replanteo, el adjudicatario presentará el programa de trabajos de las obras. Dicho programa de trabajo incluirá los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obras y trabajos que integran el proyecto e indicación de las mismas

- Determinación de los medios necesarios (instalaciones, equipos y materiales)
- Valoración mensual y acumulada de la obra, programada sobre la base de los precios unitarios de adjudicación
- Representación gráfica de las diversas actividades en un gráfico de barras o en un diagrama espacio –tiempo
- Cuando del programa de trabajos se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado por el adjudicatario y por la dirección técnica de la obras, acompañándose de la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria

1.2.6 Plazos de ejecución

El contratista empezará las obras al día siguiente de la fecha del acta de comprobación de replanteo, debiendo quedar terminadas en la fecha acordada en dicha acta.

1.2.7 Desarrollo y control de los trabajos

Para el mejor desarrollo y control de los trabajos, el adjudicatario seguirá las normas que se indican en los apartados siguientes.

1.2.7.1 Equipos de maquinaria

El contratista quedará obligado a situar en la obra los equipos de la maquinaria que se comprometa a aportar en la licitación, y que el director de las obras considere necesario para el correcto desarrollo de las mismas. Dichos equipos de maquinaria deberán ser aprobados por el director.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedar adscritos a la obra durante el curso de la

ejecución de las unidades en las que deban utilizarse. No podrán retirarse sin el consentimiento del director.

1.2.7.2 Ensayos

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como unidades de obras terminadas, será fijado por el ingeniero director, y se efectuarán con arreglo a las normas afectantes a cada unidad de obra, o, en su defecto, con arreglo a las instrucciones que dicte el director.

El adjudicatario abonará el costo de los ensayos que se realicen, que no podrán superar el 1% del presupuesto de adjudicación.

El contratista está obligado a realizar su autocontrol de cotas, tolerancias y geométrico en general, así como el de calidad, mediante ensayos materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la dirección de obra que una unidad de obra está terminada a juicio del contratista para su comprobación hasta que el mismo contratista, mediante su personal facultativo para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones.

Así, el contratista está obligado a disponer de los equipos necesarios para dichas mediciones y ensayos.

1.2.7.3 Materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el pliego de condiciones, pudiendo ser rechazados en caso contrario por el ingeniero director. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del contratista y, eventualmente, con el control de dirección de obra.

Cuando la procedencia de los materiales no esté fijada en el pliego de prescripciones técnicas, los materiales requeridos para la ejecución del contrato serán fijados por el contratista de las fuentes de suministro que éste estime oportuno.

El contratista notificará al director, con la suficiente antelación, los materiales que se propone utilizar y su procedencia, aportando cuando así lo solicite el director, las muestras y los datos necesarios para su posible aceptación, tanto en lo que se refiere en su cantidad como a su calidad.

El no rechazo de un material no implica su aceptación. El no rechazo o la aceptación de una procedencia no impide el posterior rechazo de cualquier partida de material de ella que no cumpla las prescripciones, ni incluso la eventual prohibición de dicha procedencia.

En ningún caso podrán ser acoplados y utilizados en los trabajos materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el director.

Manipulación de materiales

Todos los materiales se manipularán con cuidado, y de tal modo que se mantengan su calidad y aptitud para la obra.

Inspección de la planta

Si el volumen de la obra, la marcha de la construcción y otras consideraciones lo justifican, el ingeniero puede proceder a la inspección del material o de los artículos manufacturados en sus respectivas fuentes.

Inspección de los materiales

Con objeto de facilitar la inspección y prueba de los materiales, el contratista notificará al ingeniero con dos semanas como mínimo de antelación a la entrega.

Materiales defectuosos

Todos los materiales que no se ajusten a los requisitos del pliego de condiciones se considerarán defectuosos y, por tanto, se retirarán inmediatamente del lugar de la obra, a menos que el ingeniero ordene lo contrario.

Los materiales rechazados, cuyos defectos se hayan corregido substancialmente, no se utilizarán mientras no se les haya otorgado la aprobación.

1.2.7.4 Acopios

Quedará terminantemente prohibido, salvo autorización escrita del director, efectuar acopio de materiales, cualesquiera que sea su naturaleza, sobre la plataforma de obra y en aquellas zonas marginales que defina el director.

Se considera especialmente prohibido el depositar materiales, herramientas, maquinaria, escombros o cualquier otro elemento no deseable, en las siguientes zonas:

Áreas de proceso adyacentes o limítrofes con la zona donde se realizan los trabajos.

- Desagües y zonas de trabajo en general
- Vías de acceso a casetas de operación, puntos de reunión para estados de emergencia y puntos de situación de extintores
- Calles y vías de circulación interior, tanto de la zona de construcción, como de áreas de procesos adyacentes a ésta.
- En general, cualquier lugar en el que la presencia de materiales, herramientas o utensilios pueda entorpecer las labores de mantenimiento y operación de las unidades de proceso, o pueda dificultar el proceso de emergencia de la planta.

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en la obra, requisito que deberá ser comprobado en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas en la zona de acopios deberán acondicionarse de forma que, una vez terminada su utilización, recuperen su aspecto original. Todos los gastos que de ello se deriven correrán por cuenta del contratista.

1.2.7.5 Accidentes de trabajo

De conformidad con lo establecido en el artículo 71 del Reglamento de la Ley de Accidentes de Trabajo, el contratista está obligado a contratar, para su personal, el seguro contra riesgo por accidentes de trabajo.

El contratista y la dirección de obra fijarán de antemano las condiciones de seguridad en las que se llevarán a cabo los trabajos objeto del presente proyecto, así como las pruebas, ensayos, inspecciones y verificaciones necesarias, que en cualquier caso deberán ser, como mínimo las prescritas por los reglamentos actuales vigentes.

No obstante, en aquellos casos en que el contratista o la dirección consideren que se deben tomar disposiciones adicionales de seguridad, podrán tomarse éstas sin reserva alguna.

Por otra parte, el contratista será responsable de suministrar al personal a su cargo los equipos necesarios para que éste trabaje en las condiciones de seguridad adecuadas, tales como cascos, caretas, botas reforzadas, gafas de protección, etc.

Asimismo, serán responsabilidad del contratista los posibles daños causados en las instalaciones, tanto terminadas o aún en construcción, ocasionados por personas ajenas a la obra dentro del horario establecido de trabajo, así como de los accidentes personales que puedan ocurrir.

1.2.7.6 Trabajos defectuosos o no autorizados

Los trabajos defectuosos no serán de abono, debiendo ser demolidos por el contratista y reconstruidos en el plazo de acuerdo con las prescripciones del proyecto.

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible a juicio del ingeniero director de obras, podrá ser recibida provisionalmente, y definitivamente, en su caso quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja económica que el ingeniero director estime, salvo en el caso de que el adjudicatario opte por la demolición a su costa y las rehaga de acuerdo a las condiciones del contrato.

1.2.7.7 Señalización de las obras

El contratista queda obligado a señalar a su costa las obras objeto del contrato, con arreglo a las instrucciones y uso de aparatos que prescriba el director.

1.2.7.8 Precauciones especiales

Lluvias

Durante las fases de remodelación de la sala, montaje e instalación de los equipos, estos se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje.

El equipo que no necesite revisión o inspección previa a su instalación no será desembalado hasta el momento de la misma. Se protegerá el equipo desembalado de la lluvia mediante cubiertas y protectores adecuados.

Incendios

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las recomendaciones u órdenes que reciba del director.

En todo caso adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

No obstante, el contratista podrá exigir el asesoramiento de un técnico de seguridad competente, elegido por la dirección, en todos los casos en los que lo estime conveniente, y, particularmente, en aquellos en los que el riesgo de producción de incendio sea más elevado (soldadura, corte con soplete, etc.)

1.2.7.9 Personal técnico

El contratista está obligado a dedicar a los trabajos (tanto de obra civil como de montaje e instalación de líneas y equipos) el personal técnico a que se compromete en la licitación. A pie de las obras, y al frente de las mismas, deberá haber un ingeniero superior.

El personal así designado no será asignado a otras obligaciones mientras duren los trabajos.

Por otra parte, el personal a cargo del contratista deberá estar lo suficientemente cualificado para la realización de los trabajos. Es responsabilidad del contratista, por lo tanto, cualquier retraso derivado de la incompetencia o ignorancia del personal su cargo.

El director podrá prohibir la presencia en la zona de trabajos de determinado personal del contratista por motivo de falta de obediencia o respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben, a su juicio, la seguridad, integridad o marcha de los trabajos.

El contratista podrá recurrir, si entendiéndose que no hay motivo fundado para dicha prohibición.

1.2.8 Medición de obras

La forma de realizar la medición, y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el pliego de prescripciones técnicas para cada unidad de obra.

Todas las mediciones básicas para el abono deberán de ser conformadas por el director y el representante del contratista.

1.2.9 Certificaciones

El importe de los trabajos efectuados se acreditará mensualmente al contratista de por medio de certificaciones expedidas por el director en la forma legalmente establecida.

1.2.9.1 Precio unitario

Los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, mano de obra, materiales y medios auxiliares de cada unidad de obra, siempre que expresamente no se indique lo contrario en este pliego de prescripciones técnicas.

1.2.9.2 Partidas alzadas

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades de obra que comprenden los precios del contrato, o los precios aprobados si se trata de nuevas unidades.

1.2.9.3 Instalaciones y equipos de maquinaria

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes, y, en consecuencia, no serán abonados separadamente.

1.2.10 Legislación social

El contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley sobre el Contrato del Trabajo y Reglamentaciones de Trabajo Regulatoras de Subsidio y Seguros Sociales vigentes.

1.2.11 Gastos de cuenta del contratista

Serán de cuenta del contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Los gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares
- Los gastos de alquiler o adquisición de terreno para depósito de maquinaria y materiales
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios de basuras
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico, balizamiento y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y la energía eléctrica necesaria para las obras
- Los gastos de demolición y desmontaje de las instalaciones provisionales
- Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas

1.2.12 Recepciones, garantías y obligaciones del contratista

El adjudicatario deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias para la ejecución de las obras. Del mismo modo serán de su cuenta los gastos derivados de los permisos y tasas.

La recepción, garantías y obligaciones del contratista serán las siguientes:

- Recepción provisional
- Plazo de garantía
- Recepción definitiva

1.2.12.1 Recepción provisional

Una vez terminados los trabajos, se procederá al examen global por parte del director, el cual, si los considera aptos para ser recibidos, extenderá un acta donde así lo haga constar, procediéndose inmediatamente a la puesta en marcha y entrada en normal funcionamiento de las instalaciones.

En ningún caso la recepción provisional tendrá lugar antes de las siguientes operaciones:

- Inspección visual de todos los equipos y líneas, así como de todos los equipos auxiliares.
- Lavado del equipo.
- Comprobación de servicios auxiliares.

Teniendo en cuenta lo anterior, la obra no podrá ponerse en funcionamiento por partes desde su inicio, a menos que, a juicio del ingeniero director, no se perjudique la integridad de la instalación y no se interfiera en la normal operación de otras unidades o procesos adyacentes.

Si el ingeniero director apreciase en las obras defectos de calidad u otras imperfecciones que, a su juicio, pudieran resultar perjudiciales o poco convenientes, el contratista deberá reparar o sustituir, a su costa, dichas partes o elementos no satisfactorios.

1.2.12.2 Plazo de garantía

Será de un año, contando a partir de la fecha de recepción provisional, salvo indicación contraria expresa en el pliego de contratación de la obra. Durante dicho periodo, las posibles obras de reparación, conservación y sustitución serán por cuenta del contratista, siendo este responsable de las faltas que puedan existir.

En caso de existir defectos o imperfecciones, no servirá de disculpa ni le dará derecho alguno al contratista el que el director o subalterno hayan examinado durante la construcción, reconocido sus materiales o hecho su valoración en las relaciones parciales. En consecuencia, si se observan vicios o imperfecciones antes de efectuarse la recepción, se dispondrá que el contratista demuela y reconstruya, o bien repare, de su cuenta, las partes defectuosas.

1.2.12.3 Recepción definitiva

Transcurrido el plazo de garantía, y previo a los trámites reglamentarios, se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras, una vez realizado el oportuno reconocimiento de las mismas y en el supuesto de que todas ellas se encuentren en las condiciones debidas.

En caso de que, al proceder al reconocimiento de las obras, éstas no se encontrasen en estado de ser recibidas, se aplazará su recepción hasta que estén en condiciones de serlo.

Al proceder a la recepción definitiva de las obras, se extenderá por cuadruplicado e acta correspondiente.

1.2.12.4 Prescripciones particulares

En todos aquellos casos en que, a juicio del director de las obras, se haga aconsejable para la ejecución de los trabajos previstos la fijación de determinadas condiciones específicas, se procederá a la redacción por éste del oportuno pliego de prescripciones particulares, que ha de ser aceptado por el contratista, quedando obligado a su cumplimiento.

1.3 CONDICIONES LEGALES

1.3.1 Medición y abono de las obras

1.3.1.1 Mediciones y valoraciones

Las mediciones de las obras concluidas se harán por el tipo de unidad fijada en el "presupuesto". La valoración deberá obtenerse igualmente, aplicando a las unidades de obra el precio que tuviesen asignado en el "presupuesto".

La valoración de las partidas no expresadas se verificará aplicando a cada una de ellas la medida más apropiada, en la forma y condiciones que estime el director de obra, multiplicando el resultado final de la medición por el precio correspondiente.

1.3.1.2 Condiciones económicas

Las condiciones especiales que regirán esta obra para la liquidación y abono de la misma serán establecidas por la entidad contratante.

1.3.1.3 Condiciones de índole legal

Regirán las condiciones contenidas en el anuncio de subasta y contrata de ejecución, las cuales se ajustarán a las establecidas por la Leyes Generales del Estado.

1.3.2 Ejecución de las obras

1.3.2.1 Ejecución en general

El contratista tiene obligación de ejecutar esmeradamente las obras, cumplir estrictamente todas las condiciones estipuladas y cuantas órdenes le sean dadas por el director de obra, entendiéndose que deben entregarse completamente terminadas cuantas obras afecten a este compromiso.

Si a juicio del citado director, hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista obligación de volverla a ejecutar cuantas veces sean necesarias hasta quedar a satisfacción de aquel, no siendo motivos estos aumentos de trabajo para pedir indemnización alguna.

1.3.2.2 Replanteo

Antes de comenzar los trabajos se realizará el replanteo general del trazado de cables y tuberías por el contratista o su representante bajo las órdenes del director de obra, marcando las alineaciones con los puntos necesarios para que, con el auxilio de los planos, pueda el contratista ejecutar debidamente las obras.

Será obligación del contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo. Para la realización del replanteo el contratista deberá aportar todo el material y personal necesario para la ejecución de esta operación.

1.3.2.3 Orden de los trabajos

El técnico director encargado de las obras fijará el orden en que deben llevarse a cabo estos trabajos, y la contrata está obligada a cumplir exactamente cuanto se disponga sobre el particular.

1.3.2.4 Marcha de las obras

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y terminarse en el plazo estipulado. Los retrasos, cuando sean justificados, podrán ser aceptados por la dirección de la obra.

1.3.2.5 Instalaciones varias

En todas las instalaciones, y como norma general, se seguirá exactamente todo lo indicado en la memoria y demás documentos del proyecto. En caso de duda, será competencia del director del proyecto decidir la solución a adoptar. Las instalaciones serán efectuadas conforme a los reglamentos vigentes que les afectan.

1.3.2.6 Responsabilidad de la contrata

La contrata será la única responsable de la ejecución de las obras, no teniendo derecho a indemnizaciones de ninguna clase por errores que pudiera cometer, y que serán de su cuenta y riesgo.

Aún después de la recepción provisional, la contrata está obligada a rectificar todas las deficiencias que sean advertidas por la dirección de obra. La demolición o reparación precisa será exclusivamente por cuenta de la contrata.

Asimismo, la contrata se responsabilizará ante los tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras. Igualmente, estará obligada al cumplimiento de todos los preceptos legales establecidos o que se establezcan por disposiciones oficiales.

1.3.2.7 Dirección de los trabajos

El técnico encargado de las obras constituye la dirección técnica y, como tal, ejecutará todos los trabajos del desarrollo del proyecto, así como la dirección e

inspección de los trabajos. Por lo tanto, la dirección técnica asumirá toda la responsabilidad en lo concerniente a planos e instrucciones técnicas.

1.3.2.8 Legalización

Para la recepción de las obras la contrata está obligada a la legalización de las obras e instalaciones ante los organismos oficiales competentes. Los gastos que éstos ocasionen correrán por cuenta de la contrata.

2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

2.1 INTRODUCCIÓN

Como se explicaba en la memoria descriptiva de este proyecto, el laboratorio proyectado, se va a instalar en una sala de la planta que requiere unas remodelaciones previas para adecuarla a las necesidades del proyecto.

Tal y como se refleja en el plano que se adjunta al proyecto, el espacio disponible de la sala original ha de quedar dividido entre el almacén, la oficina, el aseo y las tres secciones de trabajo. Las medidas que requiere cada nueva dependencia, están indicadas en dicho plano.

Se entiende que la sala original ha de ser remodelada y adaptada a su nueva concepción. Esa remodelación exigirá levantar tabiques de separación entre las nuevas dependencias y adaptar la instalaciones de electricidad y fontanería para adecuarlas a las necesidades que presentan cada una de las salas de trabajo.

Cuando esos trabajos se hayan llevado a cabo, se procederá al montaje de las instalaciones que se han descrito en la memoria de este Proyecto.

En este Pliego de Condiciones Particulares se regulan las especificaciones a tener en cuenta para cubrir las necesidades de equipamiento que presenta el laboratorio.

2.2 INSTALADORES

Todos los instaladores que se contraten para el montaje de este laboratorio, han de estar autorizados para ello por las autoridades competentes y estar inscrito en algún registro de oficial de instaladores.

El instalador deberá abstenerse de instalar equipos, aparatos u otros componentes de las instalaciones que no cumplan con las disposiciones vigentes que le son aplicables, poniendo los hechos en conocimiento del comprador o usuario de los mismos. No se reanudarán los trabajos hasta que sean corregidas las deficiencias advertidas.

Una vez concluida la instalación, el instalador facilitará al comprador o usuario de la misma la documentación e instrucciones de mantenimiento peculiares de la instalación, necesarias para su buen uso y conservación así como un certificado que indique que la instalación se puede utilizar por parte del consumidor con todas las garantías legales y de seguridad.

2.3 EQUIPAMIENTO POR SECCIONES

Como se ha explicado en la memoria, este laboratorio se compone de tres salas de trabajo, un almacén de productos químicos, una oficina y un aseo. A todas estas dependencias se accede desde un pasillo central, que atraviesa el laboratorio desde una puerta que comunica con la planta hasta otra que comunica con el exterior.

Cada sección requiere unas instalaciones específicas, que las determina el trabajo que en ella se va a llevar a cabo, como hay instalaciones comunes, lo que se hace es indicar el mobiliario y las instalaciones que cada sección precisa y luego se analizan una por una.

2.3.1 Requerimientos de cada sección

2.3.1.1 Almacén

En esta sección, el mobiliario se distribuye a ambos lados de un pasillo central, adquiriendo la configuración de estanterías. Se cuenta con dos armarios especiales de seguridad, uno para sustancias corrosivas y otro para sustancias tóxicas, el resto de sustancias se distribuye en estanterías.

2.3.1.2 Sección de análisis químicos

El mobiliario a instalar en esta sección es de dos tipos, mobiliario fijo y mobiliario móvil:

De mobiliario fijo precisa la instalación de una zona de poyatas y de un fregadero encastrado en ella.

De mobiliario móvil se requiere una mesa de trabajo, un armario de almacenaje, una vitrina extractora de gases y cuatro taburetes.

2.3.1.3 Sección de simulación

Esta sección requiere de mobiliario fijo, una zona de poyata para la colocación de las cubas de ensayo.

Las necesidades de mobiliario móvil son un armario, una mesa de trabajo, dos taburetes, seis cubas prismáticas y un horno cerámico para los ensayos, y dos campanas de extracción localizada de gases.

2.3.1.4 Sección de ensayos materiales

Las necesidades de mobiliario fijo de esta sección son las mismas que las de la sección de análisis químico, una zona de poyata y un fregadero encastrado en ella.

En cuanto al mobiliario móvil requerido, se precisa de una mesa de trabajo, dos taburetes y un armario.

2.3.1.5 Oficina

Todo el mobiliario que precisa la oficina es de tipo móvil y consiste en dos mesas de oficina, una estantería y dos sillas.

2.3.1.6 Aseo

En el aseo se instala un plato de ducha, un inodoro y un lavabo.

2.3.2 Especificaciones del mobiliario y de los equipos

2.3.2.1 Poyatas

Las poyatas serán de obra construidas a base de ladrillos y cubiertas de un material resistente a los productos a utilizar.

- Las poyatas de la sección de análisis químico y de la sección de ensayos materiales, se situarán a 90cm del suelo y tendrán una profundidad de 60 cm.
 - Ambas incluirán un fregadero encastrado, con un solo seno y zona de escurrido, de 80cm de ancho.
 - La longitud de dichas poyatas varían según la sección de trabajo.
- Las poyata de la sección de simulación se tendrá una anchura de 65 cm y se situarán a 70 cm del suelo.

2.3.2.2 Armarios

- Armarios de seguridad colocados en el almacén:
 - Armario para sustancias corrosivas:
 - Interior fabricado en chapa de acero con recubrimiento endurecido de epoxi y exterior en melamina endurecida de alta resistencia.
 - Dimensiones exteriores (ancho x fondo x alto) m =1,2 x 0,65 x 1,97

- Armario para sustancias tóxicas:
 - Interior fabricado en chapa de acero plastificada
 - Dimensiones exteriores (ancho x fondo x alto) m =1,2 x 0,5 x 1,97
- Armarios convencionales:
 - Armarios metálicos revestido para evitar su oxidación
 - Pertas que cierran con cerraduras
 - Dimensiones (ancho x fondo x alto) m =1,2 x 0,6x 1,9

2.3.2.3 Mesas

- Mesas de oficina:
 - Material de fabricación: madera
 - Dimensiones (ancho x profundo x alto) m =1,2 x 0,8 x 0,8
- Mesas de laboratorio:
 - Material: tableros de melamina y patas metálicas con apoyos de goma
 - Dimensiones: son diferentes para las tres secciones de trabajo

2.3.2.4 Vitrina de extracción

- Características: toma de corriente y de agua, pila de desagüe y sifón propios
- Dimensiones (ancho x profundo x alto) m = 0,9 x 0,65 x 1,8

2.3.2.5 Baños de ensayo de la sección de simulación

- Cubas de preparación y post tratamiento
 - Material de fabricación: polipropileno blanco
 - Dimensiones (ancho x fondo x alto) m = 0,4 x 0,4 x0,45
- Baño de cinc fundido
 - Material de fabricación: cerámica
 - Dimensiones: 0,5m de diámetro y 0,76m de altura

2.3.2.6 Estanterías

- Convencionales de oficina
 - Material de fabricación: madera
 - Dimensiones (ancho x profundo x alto) m = 1,75 x 0,45 x 1,9
- Para almacenaje de productos químicos
 - Material de fabricación chapa de acero plastificada
 - Dimensiones exteriores (ancho x fondo x alto) m = 1x 0,65 x 1,9

2.4 SEGURIDAD

2.4.1 Alarma

Es necesario instalar sistema manual de alarma de incendio ya que los sistemas automáticos de detección de incendio no se exigían. Se situaran dos pulsadores uno junto a cada salida del laboratorio.

2.4.2 Elementos de actuación y protección

- Extintores:
 - Características: 21A-113B de polvo seco ABC de 6 kg.
 - Ubicación: Uno en cada sección de trabajo, junto a las puertas de salida y otro en el almacén.
- Ducha de seguridad con lavaojos:
 - Ubicación: en el pasillo central del laboratorio.

Puerto Real, Septiembre de 2007

Fdo. M^a del Carmen Martínez Gómez



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
QUÍMICOS Y DE MATERIALES PARA UNA PLANTA DE
GALVANIZADO EN CALIENTE**

**DOCUMENTO N° 4:
PRESUPUESTO**

0 Índice del presupuesto

0. Índice del presupuesto.....	1
1. Costes de mobiliario.....	2
2. Costes de equipos e instrumentos.....	4
3. Costes de material de laboratorio.....	5
4. Costes de reactivos y consumibles.....	7
5. Costes de personal.....	7
6. Coste total.....	9

1 Costes de mobiliario

Código	Ud. Descripción	Medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
1.1	Mesas			
1.1.1	Ud. Mesa de oficina de 120 cm de ancho, 80 cm de alto y 80 de profundidad	2,00	125,40	250,80
1.1.2	Ud. Soporte de mesa de 150 cm de ancho, 80 cm de alto y 120 de profundidad	1,00	184,12	184,12
1.1.3	Ud. Soporte de mesa de 200 cm de ancho, 80 cm de alto y 100 de profundidad	1,00	205,6	205,6
1.1.4	Ud. Soporte de mesa de 150 cm de ancho, 80 cm de alto y 120 de profundidad	1,00	184,12	184,12
1.1.5	Ud. Panel de melamina de 150 cm de ancho x 120 cm de profundidad y 30 mm de grosor	1,00	112,35	112,35
1.1.6	Ud. Panel de melamina de 200 cm de ancho x 100 cm de profundidad y 30 mm de grosor	1,00	126,73	126,73
1.1.7	Ud. Panel de melamina de 150 cm de ancho x 120 cm de profundidad y 30 mm de grosor	1,00	112,35	112,35
1.2	Sillas y Taburetes			
1.2.1	Ud. Sillas de oficina	2,00	36,00	72,00
1.2.2	Ud. Taburetes regulables en altura	8,00	30,00	240,00
1.3	Armarios			
1.3.1	Ud. Armario de 120 cm de ancho, 190 cm de alto y 60 cm de profundidad.	4,00	424,80	1699,20

1.3.2	Ud. Armario de Seguridad para sustancias corrosivas de 120 cm de ancho, 65 cm de profundidad y 197 cm de alto.	1,00	986,70	986,70
1.3.3	Ud. Armario de Seguridad para sustancias tóxicas de 120 cm de ancho, 60 cm de profundidad y 19 cm de alto.	1,00	948,90	948,90
1.4 Poyatas				
1.4.1	Ud. Poyata de 90 cm de altura, 60 cm de profundidad y 500 cm de ancho	2,00	324,80	649,60
1.4.2	Ud. Poyata de 70 cm de altura, 65 cm de profundidad y 310 cm de ancho	1,00	228,30	228,30
1.5	Ud. Fregadero de dos senos de 80 cm, incluido mueble, e instalación	2,00	210,20	420,40
1.6 Sistemas de extracción localizada de gases				
1.6.1	Ud. Vitrina extractora de gases, incluida la instalación	1,00	3800,00	3800,00
1.6.2	Ud. Campana extractora de gases, incluida la instalación	2,00	520,00	1040,00
1.7 Sistemas de Seguridad				
1.7.1	Ud. Extintor 21A-113B de polvo seco ABC de 6 Kg. con soporte para la pared, instalación incluida	4,00	34,80	139,20
1.7.2	Ud. Ducha de seguridad con lavajos incluido	1,00	450,00	450,00
1.7.3	Ud. Pulsador de alarma rearmable	1,00	15,98	15,98
1.7.4	Ud. Campana de alarma	1,00	46,09	46,09

1.7.5	Ud. Placa señalización extintor en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluida colocación	4,00	3,87	15,48
			TOTAL	11927,92

2 Costes de equipos e instrumentos

Código	Ud. Descripción	Medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
2.1	Ud. Ordenador personal, incluido las conexiones para la red y resto de periféricos	2,00	650,00	1300,00
2.2	Ud. Toma muestras portátil	1,00	68,50	68,50
2.3	Ud. Medidor portátil de pH y Temperatura	2,00	77,50	155,00
2.4	Balanzas			
2.4.1	Ud. Balanza de precisión 0,1 g	1,00	575,00	575,00
2.4.2	Ud. Balanza de precisión 0,2 g	1,00	210,00	210,00
2.7	Ud. Valorador automático Titromactic	1,00	2076,00	2076,00
2.8	Ud. Cubas de polipropileno blanco para ensayos de 40 cm de ancho, 45 cm de alto y 40 de profundidad	6,00	23,50	141,00
2.9	Ud. Resistencia eléctrica con control de temperatura incorporado	2,00	120,40	240,80
2.10	Ud. Cubas de polipropileno blanco para ensayos de 40 cm de ancho, 45 cm de alto y 40	6,00	23,50	141,00

	de profundidad			
2.11	Ud. Cubas de polipropileno blanco para ensayos de 60 cm de ancho, 35 cm de alto y 40 de profundidad	2,00	31,20	62,40
2.12	Ud. Horno cerámico refractario, con carcasa metálica y capa aislante intermedia , de 76 cm de altura y 50 cm de diámetro, con resistencia eléctrica con control de temperatura incorporado	1,00	15000,00	15000,00
2.23	Ud. Medidor portátil de determinación magnética del espesor de recubrimiento con sonda incluida	2,00	1060,00	2120,00
2.2	Ud. Martillo normalizado para ensayo de adherencia	1,00	200,00	200,00
2.2	Ud. Cuchillo normalizado para ensayo de adherencia	1,00	96,00	96,00
			TOTAL	22385,70

3 Costes de material de laboratorio

Código	Ud. Descripción	Medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
3.1	Vidrio Pyrex			
3.1.1	Ud. Matraz Erlenmeyer de vidrio pyrex de 100 mL	15,00	2,75	41,25
3.1.2	Ud. Matraz Erlenmeyer de vidrio pyrex de 250 mL	8,00	2,90	23,20
3.1.3	Ud. Matraz Erlenmeyer de vidrio pyrex de 500 mL	2,00	3,85	7,70
3.1.4	Ud. Matraz aforados de vidrio pyrex de 100 mL	4,00	11,65	46,60

3.1.5	Ud. Matraz aforados de vidrio pyrex de 250 mL	1,00	14,15	14,15
3.1.6	Ud. Matraz aforados de vidrio pyrex de 500 mL	2,00	15,60	31,20
3.1.7	Ud. Matraz aforados de vidrio pyrex de 1000 mL	1,00	25,05	25,05
3.1.8	Ud. Matraz Kejdhah de vidrio pyrex de 250 mL	1,00	24,45	24,45
3.1.9	Ud. Pipeta graduada de vidrio pyrex de 2 mL	4,00	1,45	5,80
3.1.10	Ud. Pipeta graduada de vidrio pyrex de 5 mL	1,00	1,75	1,75
3.1.11	Ud. Pipeta graduada de vidrio pyrex de 10 mL	10,00	1,95	19,50
3.1.12	Ud. Pipeta graduada de vidrio pyrex de 25 mL	3,00	3,35	10,05
3.1.13	Ud. Probeta graduada de vidrio pyrex de 25 mL	4,00	4,65	18,60
3.1.14	Ud. Probeta graduada de vidrio pyrex de 100 mL	2,00	5,15	10,30
3.1.15	Ud. Probeta graduada de vidrio pyrex de 250 mL	5,00	9,45	47,25
3.1.16	Ud. Bureta automática de vidrio pyrex de 25 mL	3,00	190,40	571,20
3.1.17	Ud. Bureta automática de vidrio pyrex de 50 mL	3,00	198,15	594,45
3.1.18	Ud. Vaso de precipitado de vidrio pyrex de 100 mL	10,00	0,30	3,00
3.1.19	Ud. Vaso de precipitado de vidrio pyrex de 250 mL	10,00	0,42	4,20
3.1.20	Ud. Embudo de vidrio pyrex de 75mm	4,00	5,65	22,60
3.1.21	Ud. Frasco cuentagotas de 100ml	6,00	1,25	7,50
3.1.22	Ud. Frasco cuentagotas de 100ml	6,00	1,25	7,50
3.1.23	Ud. Pipeteadores	6,00	6,00	36,00

3.1.24	Ud. Densímetro de vidrio pyrex	5,00	15,00	75,00
			TOTAL	1648,30

4 Costes de reactivos y consumibles

Código	Ud. Descripción	Medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
4.1	Reactivos			
4.1.1	Ud. Bote de 1000 mL de Hidróxido sódico 1N	6,00	12,30	73,80
4.1.2	Ud. Bote de 1000 mL de Hidróxido sódico 0,1N	5,00	10,30	51,50
4.1.3	Ud. Bote de 1000 mL de Hidróxido sódico 5N	4,00	19,20	76,80
4.1.4	Ud. Bote de 1000 mL de Permanganato potásico	6,00	27,00	162,00
4.1.5	Ud. Bote de 1000 mL de Ácido sulfúrico concentrado	4,00	24,90	99,60
4.1.6	Ud. Bote de 1000 mL de Ácido sulfúrico al 33%	4,00	13,29	53,16
4.1.7	Ud. Bote de 1000 mL de EDTA	6,00	13,70	82,20
4.1.8	Ud. Bote de 1000 mL de Ácido nítrico concentrado	3,00	24,00	72,00
4.1.9	Ud. Bote de 500 mg de Hexametilentetramina	5,00	15,40	77,00
4.1.10	Ud. Bote de 250 mL de Nitrato de plata	4,00	50,20	200,80
4.1.11	Ud. Bote de 250 mL de Cromato potásico	2,00	19,50	39,00
4.1.12	Ud. Bote de 1000 mL de Ácido bórico	4,00	25,60	102,40
4.1.13	Ud. Bote de 500 mg de Cloruro de antimonioso	3,00	19,80	59,40

4.1.14	Ud. Bote de 1000 mg de Sulfato de cobre	3,00	59,60	178,80
4.1.15	Ud. Bote de 1000 mL de Ácido clorhídrico concentrado	4,00	19,60	78,40
4.1.16	Ud. Lingote de Cinc (1000 kg)	2,00	2800,00	5600,00
4.1.18	Ud. Saco 25 Kilogramos de Cloruro de Cinc	2,00	54,50	109,00
4.1.19	Ud. Saco 25 Kilogramos de Cloruro de amonio	2,00	12,00	24,00
4.1.20	Ud. 25 L de Ácido clorhídrico comercial 33%	4,00	3,08	12,32
4.2	Indicadores			
4.2.1	Ud. Anaranjado de metilo	4,00	8,40	33,60
4.2.2	Ud. Rojo de metilo	3,00	7,20	21,60
4.2.3	Ud. Anaranjado de xilenol	3,00	7,70	23,10
4.2.4	Ud. Fenoltaleína	3,00	8,00	24,00
4.2	Consumibles			
4.2.1	Ud. Paquete de rotuladores, 10 unidades	2,00	4,00	8,00
4.2.2	Ud. Paquete de 500 hojas de Papel de filtro tamaño A3	4,00	36,90	147,60
4.2.3	Ud. Caja de 100 guantes de látex	6,00	2,50	15,00
4.2.4	Ud. Botella de solución detergente para limpieza de material de laboratorio en general (lavavajillas) de 1 L	4,00	1,50	6,00
4.2.5	Ud. Paños de algodón	8,00	0,80	6,40
4.2.6	Ud. Par de guantes ignífugos	3,00	4,30	12,90
			TOTAL	7450,38

5 Costes de personal

Descripción	Grupo profesional	Nº de empleados	Salario mínimo anual (€)	Coste total anual (€)
Empleado de cada sección del laboratorio	5	3	16.379,84	49139,52
Director del laboratorio	7	1	23289,01	23289,01
			TOTAL	72428,53

6 Coste total

Capítulos	Costes €
Mobiliario	11927,92
Equipo e instrumentos	22385,7
Material de laboratorio	1648,3
Reactivos y consumibles	7450,38
Personal	72428,53
TOTAL	115840,83

El coste total del montaje y funcionamiento del laboratorio durante un año supone un total de 115840,83€ Ciento quince mil, ochocientos cuarenta con ochenta y tres euros.

Puerto Real, Septiembre de 2007

Fdo. M^a del Carmen Martínez Gómez

