

Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Evaluación higiénica en la construcción de anclas de empotramiento offshore

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial,
Especialidad Mecánica

Alumno/a: Jorge Díaz Sánchez

Director/a/s: Antonio José Martínez García

Cartagena, 20 de Febrero de 2013

ÍNCICE

Capítulo 1. Introducción a la higiene Industrial.....	4
Capítulo 2. Introducción objeto de estudio, las anclas.....	12
Capítulo 3. Proceso fabricación de la ancla.....	23
Capítulo 4. Contaminantes y riesgos.....	32
Capítulo 5. Toxicología.....	47
Capítulo 6. Identificación de los puestos de trabajo.....	60
Capítulo 7. Método de toma de muestras.....	63
Capítulo 8. Análisis de muestras.....	76
Capítulo 9. Concentraciones de las distintas sustancias.....	86
Capítulo 10. Conclusiones evaluación higiénica.....	101
Capítulo 11. Bibliografía.....	112
Capitulo 12. Anexos	
Anexo 1. Planos.....	117
Anexo 2. Cálculos.....	120

Capítulo 1

Introducción a la higiene Industrial

¿Qué es la higiene industrial y de que se ocupa?

La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general.

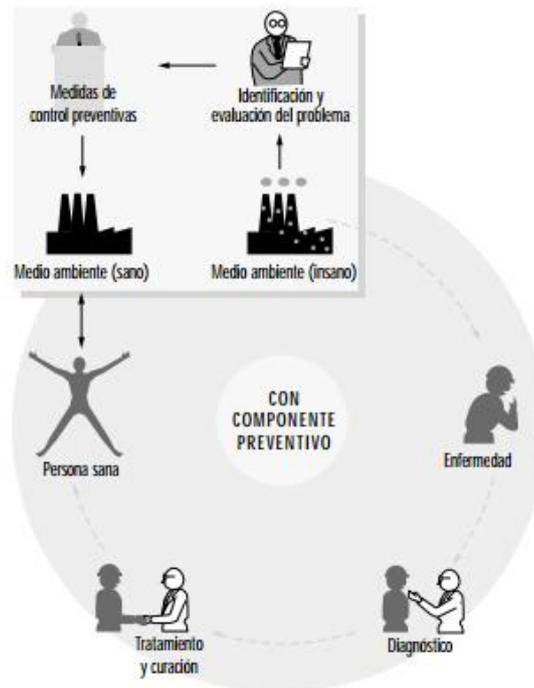
Existen diferentes definiciones de la higiene industrial, aunque todas ellas tienen esencialmente el mismo significado y se orientan al mismo objetivo fundamental de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores, así como proteger el medio ambiente en general, a través de la adopción de medidas preventivas en el lugar de trabajo.

La necesidad de la higiene industrial para proteger la salud de los trabajadores no debe subestimarse. Incluso cuando se puede diagnosticar y tratar una enfermedad profesional, no podrá evitarse que ésta se repita en el futuro si no cesa la exposición al agente. Mientras no se modifique un medio ambiente de trabajo insano, seguirá teniendo el potencial de dañar la salud. Sólo si se controlan los riesgos para la salud podrá romperse el círculo vicioso.

Sin embargo, las acciones preventivas deben iniciarse mucho antes, no sólo antes de que se manifieste cualquier daño para la salud, sino, incluso antes de que se produzca la exposición. El medio ambiente de trabajo debe someterse a una vigilancia continua para que sea posible detectar, eliminar y controlar los agentes y factores peligrosos antes de que causen un efecto nocivo. Esta es la función de la higiene industrial.

Las etapas clásicas de la práctica de la higiene industrial son las siguientes:

1. Identificación de posibles peligros para la salud en el medio ambiente de trabajo.
2. Evaluación de los peligros, un proceso que permite valorar la exposición y extraer conclusiones sobre el nivel de riesgo para la salud humana.
3. Prevención y control de riesgos, un proceso que consiste en desarrollar e implantar estrategias para eliminar o reducir a niveles aceptables la presencia de agentes y factores nocivos en el lugar de trabajo, teniendo también en cuenta la protección del medio ambiente.

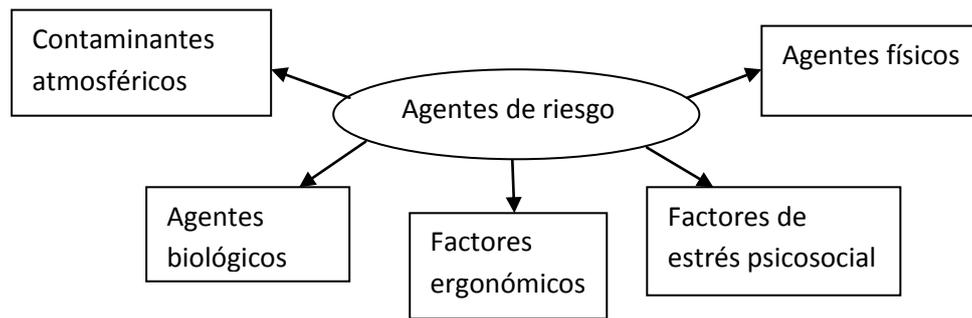


Identificación de riesgos

La identificación de riesgos es una etapa fundamental en la práctica de la higiene industrial, indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción. Un diseño adecuado de las medidas de control requiere, asimismo, la caracterización física de las fuentes contaminantes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes. La identificación de riesgos permite determinar: los agentes que pueden estar presentes y en qué circunstancias, la naturaleza y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar.

La identificación de agentes peligrosos, sus fuentes y las condiciones de exposición requiere un conocimiento exhaustivo y un estudio detenido de los procesos y operaciones de trabajo, las materias primas y las sustancias químicas utilizadas o generadas, los productos finales y los posibles subproductos, así como la eventual formación accidental de sustancias químicas, descomposición de materiales, quema de combustibles o presencia de impurezas.

Los agentes que plantean riesgos para la salud en el medio ambiente de trabajo pueden agruparse en las siguientes categorías: contaminantes atmosféricos; sustancias químicas no suspendidas en el aire; agentes físicos, como el calor y el ruido; agentes biológicos; factores ergonómicos, como unas posturas de trabajo o procedimientos de elevación de pesos inadecuados, y factores de estrés psicosocial.



Evaluaciones de higiene industrial

Las evaluaciones de higiene industrial se realizan para valorar la exposición de los trabajadores y para obtener información que permita diseñar o establecer la eficiencia de las medidas de control.

Es importante tener en cuenta que la evaluación de riesgos no es un fin en sí misma, sino que debe entenderse como parte de un procedimiento mucho más amplio que comienza en el momento en que se descubre que determinado agente, capaz de producir un daño para la salud, puede estar presente en el medio ambiente de trabajo, y concluye con el control de ese agente para evitar que cause daños. La evaluación de riesgos facilita la prevención de riesgos, pero en ningún caso la sustituye.

Evaluación de la exposición

El objetivo de la evaluación de la exposición es determinar la magnitud, frecuencia y duración de la exposición de los trabajadores a un agente. Se han elaborado directrices al respecto tanto en el ámbito nacional como internacional (por ejemplo, la norma EN 689, elaborada por el Comité Europeo de Normalización, CEN 1994).

El procedimiento más habitual para evaluar la exposición a contaminantes atmosféricos consiste en evaluar la exposición a la inhalación, para lo cual es preciso determinar la concentración atmosférica del agente a la que están expuestos los trabajadores (o, en el caso de las partículas suspendidas en el aire, la concentración atmosférica de la fracción relevante, p. ej., la “fracción respirable”) y la duración de la exposición. No obstante, cuando existen otras vías distintas a la inhalación que contribuyen significativamente a la absorción de una sustancia química, puede emitirse un juicio erróneo si sólo se evalúa la exposición a la inhalación. En tales casos tiene que evaluarse la exposición total, y una herramienta muy útil para ello es el control biológico.

Una de las principales razones para determinar si existe una exposición excesiva a un agente peligroso en el medio ambiente de trabajo es decidir si se necesita alguna intervención. Esto consiste con frecuencia, aunque no siempre, en comprobar si se respeta una norma adoptada, que suele expresarse en términos de un límite de exposición profesional. La determinación de la exposición “en el peor de los casos” puede ser suficiente para lograr este objetivo. De hecho, si se espera que la exposición sea muy grande o muy pequeña en comparación con los valores límite, la exactitud y precisión de las evaluaciones cuantitativas pueden ser menores que cuando se espera una exposición cercana a los valores límites. De hecho, cuando los peligros son evidentes, puede ser más conveniente empezar por invertir en controles y realizar evaluaciones ambientales más precisas una vez introducidos dichos controles.

Las evaluaciones de seguimiento son necesarias en numerosas ocasiones, especialmente cuando existe la necesidad de instalar o mejorar las medidas de control o cuando se prevén cambios en los procesos o materiales utilizados. En estos casos, las evaluaciones cuantitativas cumplen una importante función de vigilancia para evaluar la validez, comprobar la eficiencia o detectar posibles fallos en los sistemas de control y averiguar si se han producido variaciones en los procesos, por ejemplo en la temperatura de funcionamiento o en las materias primas, que hayan modificado la situación de exposición.

Siempre que se realiza una evaluación de higiene industrial en relación con un estudio epidemiológico para obtener datos cuantitativos sobre la relación entre exposición y efectos para la salud, las características de la exposición deben describirse con un alto grado de exactitud y precisión. Para que los datos de la evaluación sean representativos de la exposición de los trabajadores y para no malgastar recursos, debe diseñarse y aplicarse una estrategia adecuada de muestreo, teniendo en cuenta todas las posibles fuentes de variabilidad. Las estrategias de muestreo, así como las técnicas de medición, se describen en “Evaluación del medio ambiente de trabajo”.

Interpretación de los resultados

El grado de incertidumbre en la estimación de un parámetro de la exposición, como la concentración media real de un contaminante atmosférico, se determina mediante el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos de diferentes mediciones. La fiabilidad de los resultados dependerá del coeficiente de variación del “sistema de medición” y del número de mediciones. Una vez lograda una fiabilidad aceptable en los resultados, el siguiente paso consiste en considerar las consecuencias de la exposición para la salud.

El proceso de evaluación termina sólo cuando se interpretan los resultados de las mediciones a la vista de los datos obtenidos de la toxicología experimental, estudios

epidemiológicos y clínicos y, en algunos casos, ensayos clínicos. Debe aclararse que el término evaluación de riesgos se ha utilizado para hacer referencia a dos tipos de evaluaciones: la evaluación de la naturaleza y la magnitud del riesgo unido a la exposición a sustancias químicas y otros agentes y la evaluación del riesgo para determinado trabajador o para un grupo concreto de trabajadores en un lugar de trabajo específico.

En la práctica de la higiene industrial, los resultados de la evaluación de la exposición suelen compararse con los límites de exposición profesional adoptados, cuya finalidad es ofrecer una orientación para evaluar los riesgos y establecer objetivos de control. Cuando la exposición supera esos límites, es preciso adoptar de inmediato una acción correctora, ya sea mejorando las medidas de control existentes o introduciendo nuevos controles. Un nivel de acción bajo es la mejor garantía para evitar problemas en el futuro.

Comparar los resultados de la evaluación de la exposición con los límites de exposición profesional es una simplificación, puesto que, entre otras insuficiencias, no se tienen en cuenta muchos factores que influyen en la absorción de sustancias químicas (como la susceptibilidad individual, la actividad física y la complexión corporal de cada individuo). Además, en la mayoría de los lugares de trabajo se produce una exposición simultánea a distintos agentes; de ahí que sea muy importante tener en cuenta las exposiciones combinadas y las interacciones entre distintos agentes, ya que las consecuencias para la salud de la exposición a un único agente pueden ser muy diferentes a las consecuencias de la exposición a ese mismo agente combinado con otros, especialmente cuando existe sinergia o potenciación de efectos.

Mediciones de control

Las mediciones que tienen como finalidad investigar la presencia de agentes y las pautas de los parámetros de exposición en el medio ambiente de trabajo pueden ser extremadamente útiles para planificar y diseñar medidas de control y métodos de trabajo

Prevención y control de riesgos

El principal objetivo de la higiene industrial es la aplicación de medidas adecuadas para prevenir y controlar los riesgos en el medio ambiente de trabajo. Las normas y reglamentos, si no se aplican, carecen de utilidad para proteger la salud de los trabajadores, y su aplicación efectiva suele exigir la implantación de estrategias tanto de vigilancia como de control. La ausencia de unas normas obligatorias por ley no debe ser obstáculo para la aplicación de las medidas necesarias a fin de prevenir exposiciones nocivas o de controlarlas para que se mantengan al nivel mínimo posible. Cuando es evidente que existen riesgos graves, deben introducirse controles incluso antes de realizar evaluaciones cuantitativas.

Las medidas preventivas deben interrumpir de alguna manera la cadena por la cual el agente peligroso (sustancia química, polvo, fuente de energía) se transmite de la fuente al trabajador. Las medidas de control pueden clasificarse en tres grandes grupos: controles técnicos, prácticas de trabajo y medidas personales.

El enfoque más eficiente para prevenir riesgos consiste en introducir controles técnicos que eviten las exposiciones profesionales actuando en el medio ambiente de trabajo y, en consecuencia, reduciendo la necesidad de que los trabajadores o las personas que pueden verse expuestas tengan que poner algo de su parte. Las medidas técnicas suelen exigir la modificación de algunos procesos o estructuras mecánicas. Su finalidad es eliminar o reducir el uso, la generación o la emisión de agentes peligrosos en la fuente o, cuando no se pueda eliminar la fuente, prevenir o reducir la propagación de agentes peligrosos en el medio ambiente de trabajo (encerrándolo; eliminándolos en el momento en que salen de la fuente; interfiriendo en su propagación; reduciendo su concentración o intensidad).

Las mejores intervenciones de control son las que consisten en alguna modificación de la fuente, ya que permiten eliminar el agente peligroso o reducir su concentración o intensidad. La fuente puede reducirse con medidas como la sustitución de materiales, la sustitución o la modificación de procesos o equipos y la mejora del mantenimiento de los equipos.

Cuando no se puede modificar la fuente, o cuando esta modificación no es suficiente para alcanzar el nivel deseado de control, deben prevenirse la emisión y la difusión de agentes peligrosos en el medio ambiente de trabajo interrumpiendo sus vías de transmisión, con medidas de aislamiento (p. ej., sistemas cerrados, recintos), ventilación localizada, instalación de barreras y defensas o aislamiento de los trabajadores

Otras medidas que ayudan a reducir las exposiciones en el medio ambiente de trabajo son un diseño adecuado del lugar de trabajo, la ventilación por dilución o desplazamiento, una buena limpieza y un almacenamiento adecuado. La colocación de etiquetas y señales de advertencia puede ayudar a los trabajadores a aplicar unos métodos seguros de trabajo. Un programa de control puede requerir también sistemas de vigilancia y de alarma, como son los detectores de monóxido de carbono alrededor de los hornos, de sulfuro de hidrógeno en las plantas de depuración de aguas residuales y de falta de oxígeno en recintos cerrados.

Las prácticas de trabajo constituyen una parte importante del control; por ejemplo, en relación con trabajos en los que la postura del trabajador puede influir en la exposición, según se incline más o menos. La postura del trabajador puede afectar a las condiciones de exposición (p. ej., zona de respiración con relación a la fuente contaminante, posibilidad de absorción por la piel).

Por último, la exposición profesional puede evitarse o reducirse colocando una barrera protectora ante el trabajador, en el punto crítico de entrada del agente peligroso (boca, nariz, piel, oídos), es decir, mediante el uso de instrumentos de protección personal. No obstante, antes de recurrir a este tipo de equipo, deben estudiarse todas las demás posibilidades de control, ya que constituye el medio menos satisfactorio para el control rutinario de la exposición, especialmente a contaminantes atmosféricos.

Otras medidas preventivas personales son la educación y la formación, la higiene personal y la limitación de la duración de la exposición.

Capítulo 2

Introducción objeto de estudio, las anclas

Un ancla o áncora es un instrumento náutico que permite a un barco fijar su posición en el mar sin tener que preocuparse de la corriente, oponiéndose a la fuerza de la marea.

El ancla de fondeo suele constar de dos o más ganchos que son los responsables de que ésta se aferre al fondo marino, impidiendo que el barco pueda ser arrastrado a la deriva. Los barcos pequeños poseen sólo una, que está unida a la embarcación por medio de una cuerda o cadena, según la eslora y la reglamentación vigente. Las embarcaciones mayores suelen poseer tres, una en la popa y dos en la proa, enganchadas mediante cadenas. Las anclas más pesadas pueden llegar a pesar varias toneladas. En petroleros de cien mil toneladas, las anclas pesan de trece a quince toneladas, y en los de mayor porte más de veinte toneladas.

Historia

Las anclas fueron cambiando con el tiempo y acompañaron a la evolución de la construcción naval y el movimiento de los pueblos a través del mar y los grandes ríos.

Aunque el origen del ancla se pierde en el tiempo, podemos afirmar que es casi tan antigua como la navegación misma. Se cree que fue inventada por los chinos aproximadamente 3.000 años A.C. y que los egipcios la conocieron desde 2.600 A.C. incluso podemos pensar que las anclas hicieron su aparición hacia el 5.000 A.C. Por supuesto que aquellas no se parecían a las actuales. En muchos casos se trataba de canastos primitivos con pequeñas piedras, bolsas de arena o elementos que le dieran el peso suficiente. Éstos se ataban al casco mediante cabos, con lo que se evitaba el desplazamiento de la nave por la fricción contra el fondo.

En la isla de Sicilia se encontraron las primeras anclas de piedra confeccionadas con un orificio por donde se ataban y algunas hendiduras para fijar el nudo de arraigo. Este tipo de ancla era de funcionamiento aceptable para los fondos de piedra, ya que en los de arena garreaba con mucha facilidad.

Aparentemente, los primeros cabos de fondeo fueron de cuero (como todos los cabos de abordaje). También se usaron tendones o fibras vegetales trenzadas (mimbre o juncos). Julio Cesar (I A.C.) escribió sobre las cadenas de hierro usadas en Normandía (para la nave de la tribu de los véneti). Sería el primer caso conocido aunque, casi de forma simultánea, los vikingos también usaban cadenas. En el barco vikingo de Labdy, Dinamarca, se encontró un ancla de cepo con 9 metros de cadena que data de la misma época: 950 A.C. Sin embargo, el uso de la cadena no se generalizó hasta el siglo XIX.

Se supone que el segundo paso consistió en encontrar un ancla para fondos de fango o arena. Tomaban una piedra laja y le practicaban dos o tres agujeros donde colocaban estacas de madera pasantes de ambos lados, las que se clavaban en el fondo aumentando el agarre.

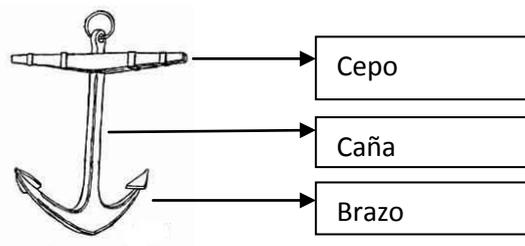
Los egipcios practicaban dos orificios, perpendiculares entres sí, y por ellos pasaban estacas con los extremos en punta que formaban un ángulo recto. Trenzaban todo el conjunto con junco (papiro).

Un paso más avanzado fue el de tomar una piedra en forma triangular (cónica, pirámide o tronco cónico) con un agujero en un vértice para el cabo y otros dos en la base para las estacas.

Encontramos civilizaciones (como la egipcia o la fenicia) que utilizaron el plomo para hacer más pesadas las anclas. En el museo de Génova se conservan anclas a las que se les agregaba plomo para darles más peso. Están formadas por dos cuñas de madera dura en cruz, perforadas y rellenas con metal, con una argolla de hierro que hace las veces de arganeo.

Hacia el año 600 A.C., se comenzaron a utilizar anclas de hierro entre los egipcios y persas. Al principio eran de un solo brazo y luego se les sumó otro, como en la actualidad.

Las anclas de hierro representaron una evolución con respecto a las de piedra y madera. Las partes de un ancla eran la caña (pieza que forma el cuerpo principal), los brazos y el cepo (ubicado perpendicularmente a la caña de forma tal que no quedara apoyada de lado sobre el fondo y resbalara fácilmente).



El hierro se utilizó primero para la caña y los brazos eran remachados, fundidos o abulonados al extremo de la caña. Las palas y las uñas también se confeccionaban en hierro y se las remachaba a los brazos. Estos elementos se perdían con mucha facilidad ya que, cuando se atoraban en el fondo, simplemente se tironeaba para hacerlos zafar quedando así clavados el brazo o la uña. Al ancla de una sola pieza le siguió rápidamente la desarmable.

Como el diseño no varió por mucho tiempo se estableció el número y tamaño de anclas que debía llevar un barco. Los datos más antiguos son los relativos a los trirremos, los grandes debían portar veintiséis.

Las anclas eran bastante pequeñas hasta que se inventaron el cabrestante y los molinetes. Las anclas aumentaron de tamaño y peso al mismo tiempo que su número a bordo comenzó a decrecer.

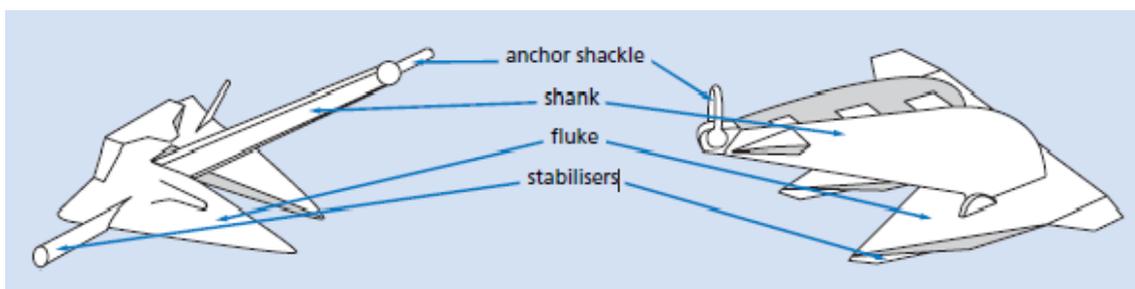
Hacia el siglo XV y XVI, una nave de unas 1.000 toneladas llevaba cerca de 12, en el siglo XVIII, un barco de línea de 100 cañones disponía de 7 anclas, la más pesada rondaba las 4 toneladas.

Un gran adelanto fue introducido por Trotman, quién realizó un fondeo con brazos móviles colocados de tal forma que se clavaban en el fondo ambos a la vez. Además tenía la ventaja de no usar cepo, lo que facilitaba la estiba. Al principio presentaba el inconveniente de que las uñas se rompían por un agarre excesivo, pero a partir de 1890 con las mejoras técnicas de la fundición, este tipo de anclas se difundió por todo el mundo.

En 1933, aparece el ancla de arado. Inventada por F. S. Taylor, tiene la ventaja de no poseer cepo y, aunque caiga al fondo, de cualquier manera el menor tirón de la cadena hace que tome la posición correcta y se claven sus dos uñas. Aguanta aproximadamente el doble que cualquier otra de igual tamaño, aunque por su forma no es utilizada en los buques de gran porte.

Más tarde aparece la Danforth, con cepo en la cruz y uñas con palas de gran tamaño; se las utiliza para embarcaciones menores. Tal vez éstas son las más difundidas en la actualidad; existen varios modelos (al hongo, grampín, rezón articulado, etc.) que se emplean según los fondos.

Los diseños más recientes son el resultado de una vasta experiencia y amplias pruebas, y son mucho más eficientes que sus predecesores históricos.



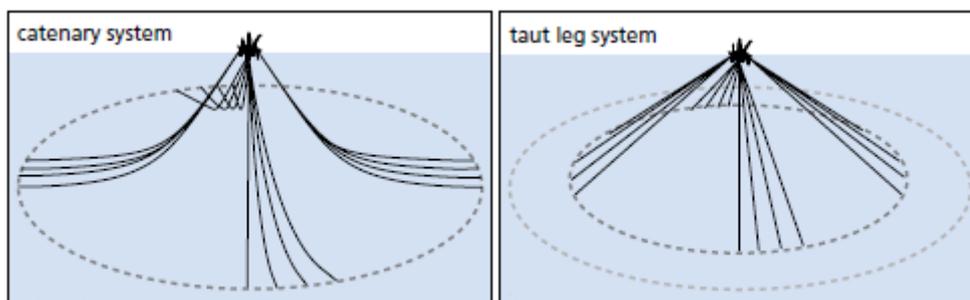
Aplicaciones de las anclas en estructuras flotantes

Hasta ahora hemos hablado del uso de sistemas de amarre para barcos, pero no solo se utilizan en embarcaciones. Con el paso del tiempo se ha perfeccionado un sistema

de anclaje para todo tipo de instalaciones mar afuera (offshore), desde parques eólicos a plataformas petrolíferas.

Cuando la exploración y producción de petróleo y gas en alta mar comenzó, la necesidad de sistemas de amarre más permanentes se hizo evidente. Diferentes sistemas de amarre se han desarrollado a lo largo de los años, de los cuales se mostrarán una breve selección. Las plataformas semi-sumergibles, utilizadas en profundidades de mar entre setenta y mil metros, se amarran con sistemas de anclas tras ser remolcadas al lugar de extracción.

La configuración de la línea de amarre más común fue la catenaria línea de amarre consistente en cadena o cable metálico. Para la exploración y producción para aguas ultra profundas, el peso de la línea de amarre comienza a convertirse en un factor limitante en el diseño del flotador, para superar este problema se han desarrollado nuevas soluciones que consiste en el uso de cuerdas sintéticas en la línea de amarre (menos peso) y/o un sistema de amarre tenso



La principal diferencia entre un amarre catenaria y un amarre pierna estirada es que, el amarre de catenaria llega al fondo del mar horizontalmente, los amarres de pierna estirada llega al lecho marino en un ángulo. Esto significa que en un tirante de pierna estirada el punto de anclaje tiene que ser capaz de resistir tanto fuerzas horizontales como fuerzas verticales, mientras que en el amarre de catenaria el punto de anclaje sólo se somete a fuerzas horizontales. Una ventaja de una pata de amarre tenso sobre el amarre de catenaria es que la huella de la pata de amarre tenso es más pequeña que la huella de la catenaria, es decir, el radio de amarre de la pierna amarre tenso será menor que el radio de amarre catenaria para una aplicación similar.

Anclas de empotramiento

El tipo más popular de punto de anclaje disponible hoy en día es el ancla de empotramiento por arrastre. Esta ancla se ha diseñado para penetrar en el fondo del mar, ya sea parcialmente o completamente. La capacidad de retención del ancla de empotramiento por arrastre se genera por la resistencia del suelo frente al anclaje. El empotramiento de arrastre está muy bien adaptado para resistir grandes cargas horizontales, pero no para grandes cargas verticales, aunque hay algunas anclas de

arrastre de empotramiento disponibles en el mercado actual que pueden resistir significativas cargas verticales.

Tipos de anclaje

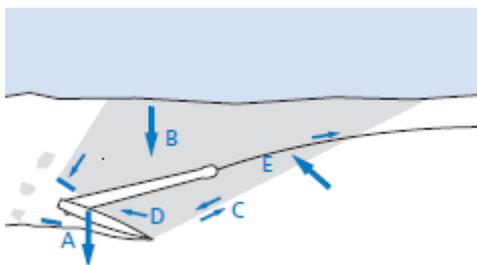
Basándose en ciertas características como el área de la uña, la caña, estabilizadores, es posible clasificar los tipos de anclaje. Para permitir una comparación aproximada de eficiencia del tipo de ancla se utiliza un índice llamado capacidad de retención (Capacidad de retención = Peso * Eficiencia)

Clase	Capacidad de retención	Tipos de anclas
A	Entre 33 y 50 veces su peso	Stevpris, Stevshark, FFTS
B	Entre 17 y 25 veces su peso	Bruce SS y TS, Hook
C	Entre 14 y 26 veces su peso	Stevin, Stepfix, Stevmud
D	Entre 8 y 15 veces su peso	Danforth, LWT, Boss
E	Entre 8 y 11 veces su peso	AC 14, Stokes, Weldhold
F	Entre 4 y 6 veces su peso	Beyers, Union, Spek
G	Menos de 6 veces su peso	Stock, Dredger

La capacidad de retención de un ancla se rige por los siguientes parámetros:

La capacidad de retención del ancla puede describirse como una combinación de los siguientes parámetros:

- El peso del ancla (A).
- El peso de la tierra en la caña (B).
- La fricción del suelo en la caña (C).
- La fricción entre la superficie de la uña y el suelo (D).
- La capacidad de soporte de la línea de mango y amarre (E).
- La fricción de la línea de amarre en y sobre el suelo (E).



El área de uña está limitada por la fuerza del diseño de anclaje.

La penetración del ancla se rige por el tipo de suelo (penetración profunda en arcilla muy suave y penetración poco profunda en la arena), el tipo de anclaje (diseño), el tipo de línea de amarre que se utiliza (cadena o cable de acero) y la carga aplicada.

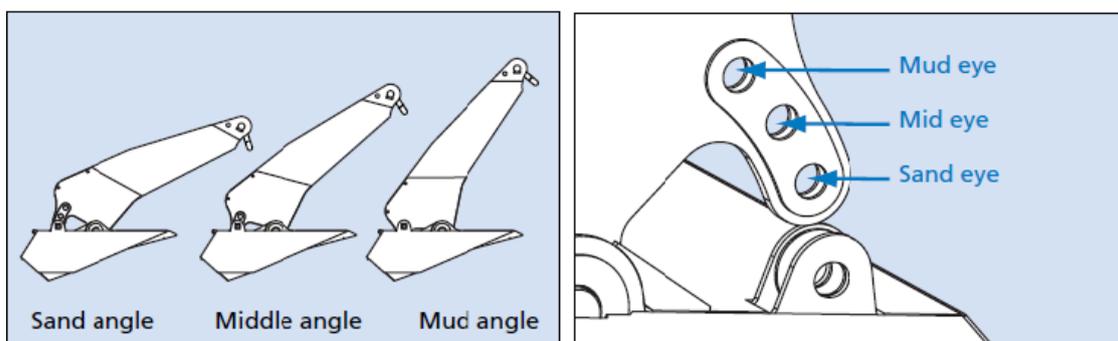
Un aumento del área uña o un aumento en la profundidad de penetración del anclaje tendrá como resultado una capacidad de retención superior.

Un ancla aerodinámica es muy importante para una penetración óptima en el suelo, un anclaje que sobresale a partes se encontrará con mucha más resistencia de suelo y por consiguiente no penetrará tan profundamente como un ancla más ágil con el mismo área de uña.

Las anclas más antiguas de vástago individuales, tienen una resistencia a la penetración debido al hecho de que el suelo no puede pasar fácilmente alrededor del vástago. Un terrón de suelo se forma debajo de la caña, aumentando la resistencia del suelo. El biselado del vástago permite una penetración más profunda. Cuando el vástago único se sustituye por uno doble (por ejemplo, las Stevpris FFT), por lo general dos placas de acero delgadas y paralelas el suelo puede pasar más fácilmente a través y más allá de la espiga, en consecuencia, el vástago de anclaje doble puede penetrar más profundo.

Hay varios atributos de un ancla que son cruciales para asegurar su desempeño eficaz:

- El anclaje debe ofrecer una alta capacidad de retención resultado del área de uña y el vástago en combinación con la penetración y el tipo de suelo.
- El diseño del anclaje debe ser tal que el anclaje es capaz de ser utilizado con éxito en diversidad de suelos.
- El ángulo entre la uña y caña del ancla debe ser fácilmente ajustable, lo que permite que el ancla a sea rápidamente desplegada en diferentes condiciones de suelo.



- El diseño debe ser concebido y producido para resistir las cargas comunes y a la vez sean fáciles de manejar (instalación, recuperación y almacenamiento).

- La estabilidad de un ancla anima a su penetración y, en consecuencia, su capacidad de retención. Estabilizadores eficientes son una parte integral de un buen ancla diseño.
- El vástago debe permitir el paso de la tierra.
- El diseño del anclaje debe tener una resistencia mecánica óptima para cumplir los requisitos y estipulaciones de las sociedades de clasificación.
- El anclaje debe ser diseñado para asegurar un óptimo entre resistencia estructural del anclaje y la capacidad de retención.

Hasta la década de los setenta el diseño de anclas fue en gran medida un proceso empírico. No es fácil calcular la capacidad de retención última (UHC) de un ancla a partir de las comúnmente conocidas fórmulas de mecánica de suelos. El principal problema es la predicción del volumen de suelo movilizado por el ancla. En un gran grado, es este volumen que determina el UHC. Comprender las características del suelo y su comportamiento es esencial en el diseño del ancla.

La resistencia del suelo es generalmente expresada en términos de los parámetros de resistencia al corte del suelo. El tipo de suelo se clasifica principalmente por la distribución de tamaño de grano. En general, los tipos de suelo de diseño de anclaje son de arena y arcilla (Diámetro de grano de 0,1 micras a 2 mm). Sin embargo, los lugares de amarre que consisten en suelos con tamaños de grano mayores de 2 mm, tales como grava, guijarros, cantos rodados, rocas y demás, también se dan. Los suelos de arcilla se caracterizan generalmente por la resistencia al corte sin drenaje, la unidad de peso sumergido, el contenido de agua y los parámetros de plasticidad. Sin embargo, las normas americanas (ASTM) y británicas (BS) no utilizan valores idénticos.

Undrained Shear Strength (kPa)		
Consistency of Clay	ASTM D-2488	BS CP-2004
Very soft	0 - 13	0 - 20
Soft	13 - 25	20 - 40
Firm	25 - 50	40 - 75
Stiff	50 - 100	75 - 150
Very stiff	100 - 200	150 - 300
Hard	200 - 400	300 - 600
Very hard	> 400	> 600

Test para catalogar las anclas

La carga de la prueba conforme a las reglas de clasificación se aplica a 1/3 de la longitud de la uña y se lleva a cabo inmediatamente después de la fabricación de la ancla. Se obtiene colocando el ancla en un yugo de prueba en la que un cilindro hidráulico se aplica la carga de prueba, controlados por un manómetro calibrado.



En los comienzos del desarrollo de las anclas no existían reglas específicas para la medición de la fuerza de los anclajes de amarre. Las reglas que existían eran seguidas a menudo, independientemente del tipo de buque. Años más tarde surgen distintas normas para catalogar los anclajes y surgen las llamadas anclas con alto poder de retención (HHP). Esta aprobación se obtiene después de la realización de pruebas de campo en diferentes tipos de suelo.

El uso de las cargas de prueba prescritas para las anclas HHP puede conducir a situaciones donde diferentes tipos de anclajes con la misma capacidad de explotación se prueban a diferentes cargas. La carga de prueba de los anclajes debe estar relacionada con la ruptura de carga de la línea de amarre de la embarcación.

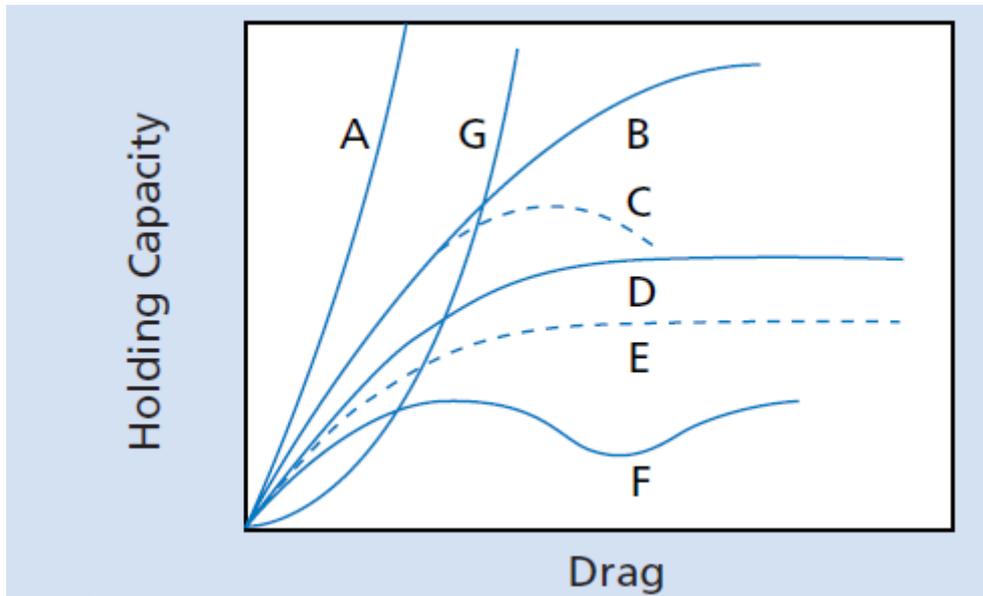
Hoy en día las reglas y regulaciones son mucho más rígidas, y los requisitos se han incrementado sustancialmente. En la actualidad hay normas especiales para las unidades móviles en alta mar y estructuras permanentemente amarradas.

Estudio del comportamiento de un ancla en su colocación

El comportamiento de un ancla durante el tensado se puede interpretar con precisión de la capacidad de retención frente a la curva de arrastre.

- Una curva A es muy pronunciada y representa un ancla aerodinámica en el suelo muy rígido.
- La curva B es una curva normal para anclajes en la arena y el barro medio.
- La curva C es una curva de un ancla inestable. Esto puede ser causado por un mal ajuste de ángulo uña / de caña, un estabilizador corto o una uña demasiado larga.
- La curva D es una curva normal para un anclaje en arcilla muy suave.
- La curva E es un ancla con un ángulo 32º uña / vástago en arcilla muy suave.

- Curva F representa un ancla que está girando continuamente. Esto puede ser causado por la ausencia de estabilizadores, un ángulo de uña / vástago demasiado grande o un ancla de baja eficiencia en el arrastre continuo.
- Curva G representa un ancla que penetra en una capa de arcilla rígida recubierta por arcilla muy blanda.



Colocación

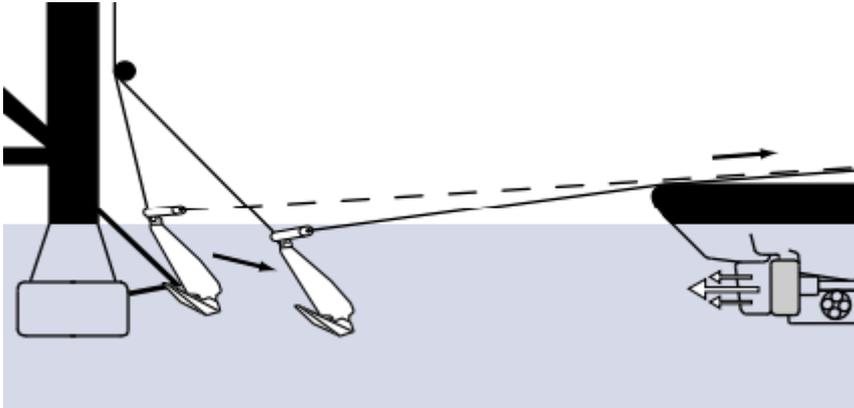
Aunque el conocimiento teórico de los anclajes es esencial para el diseño y selección de la ancla, las cuestiones prácticas son tan importantes. El manejo de un ancla y la selección y uso de equipo de soporte es de igual importancia. El manejo de anclas es un proceso muy importante y complicado a menudo. Es influenciado por factores tales como el peso y la forma del ancla, la naturaleza del suelo, la profundidad del agua, las condiciones meteorológicas, el tipo y el peso de la línea de amarre.

Es por estas razones por las que la manipulación de anclaje es un tema que requiere una cuidadosa consideración. Sin correcto manejo de anclas, el rendimiento óptimo de una ancla es no es posible.

El método típico para el despliegue y la recuperación de los anclajes se realiza con un buque (AHV).

Se recorre toda la línea de anclaje con ancla en cubierta o en jaula, con la cadena entre la aleta caudal, el barco aumenta la potencia hasta que la tensión se eleva en la línea, entonces se da orden para bajar el ancla. Cuando el ancla entra en el agua se reduce la propulsión momentáneamente para que el empuje de la hélice no afecte sobre el área de uña, una vez por debajo de la zona de influencia de hélice, se reactiva y mantener la

hélice con empuje muy por encima de 30 toneladas constante con el fin de asegurar que el ancla permanece en la orientación correcta.



Cuando la ancla cuelga 10 a 15 metros sobre el fondo, la plataforma, guía al AHV hasta que la línea colgante es de 1,4 a 1,5 veces la profundidad del agua en aguas poco profundas (100 m) y 1,3 a 1,4 veces en las agua más profundas. El AHV aumenta la potencia hasta que la tensión se ve de nuevo a subir en la plataforma, esta comienza a tirar lentamente mientras que el AHV aumenta aún más la tensión de alimentación. En este momento se da orden del equipo de perforación AHV para poner el ancla. El AHV detiene inmediatamente la propulsión y, en consecuencia se produce un tirón hacia atrás. El barco AHV suelta cable después de que la ancla haya aterrizado en la parte inferior hasta una longitud de cable de 1,5 a 2 veces la profundidad del agua. Debe ser soltado alambre con suficiente holgura para no perturbar el ancla durante el balizamiento.

La estación flotante continúa recogiendo el cable a una carga suficiente, igual a 50 t superior a la fricción de la cadena con suelo para enterrar plenamente el ancla y crear confianza en la buena puesta a punto. Ahora el AHV puede recuperar el cable cazador y volver a la plataforma. Si las circunstancias lo permiten, el equipo de perforación puede tensar hasta la pretensión completa.

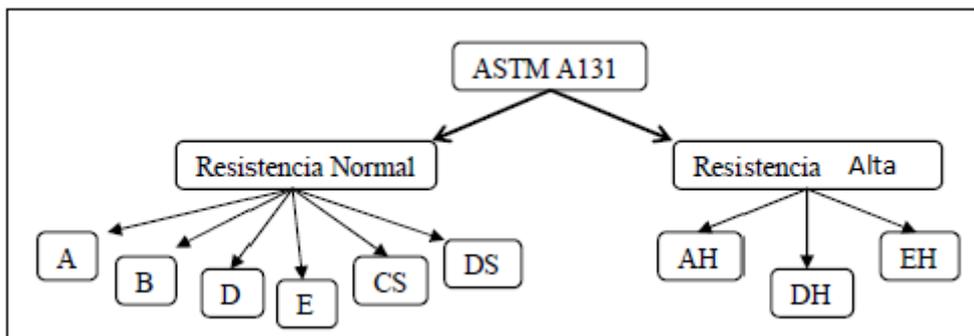
Para recuperar las anclas el cable cazador debe colgar libremente por debajo de la línea de anclaje hasta que la parte inferior es alcanzada. Mientras que el cable cazador no ha llegado a la parte inferior, la plataforma debe mantener la tensión de 60 a 70% de la carga previa. Una vez se produce el contacto con vástago del anclaje se acelera y mantener empuje del AHV.

Capítulo 3.

Proceso fabricación de la ancla

Las especificaciones estándar para acero utilizado en construcción naval, se encuentran designada en las Normas ASTM en la especificación ASTM A-131-82, y bajo la aprobación de la casa clasificadora Lloyd’s Register of Shipping (LRS). Este acero se especifica en dos niveles de resistencia, cuyas propiedades mecánicas como la dureza y elongación se evaluarán por medio del ensayo de tensión y de Charpy.

La clasificación de tipos de aceros ASTM A131 según su resistencia se puede observar en el siguiente esquema.



El proceso de fabricación de un ancla comienza con acero en planchas AH 32 cuya composición química y propiedades se muestran en las siguientes tablas

ELEMENTO		C	Si	Mn	P
Composición Química		0.099	0.26	1.30	0.019
S	Cr	Ni	Mo	N	Al
0.004	0.020	0.020	<0.005	0.0073	0.034
V	Nb	Cu	Sn	Ti	Ceq.
---	0.012	<0.02	<0.005	<0.005	0.321

Dirección	Longitudinal	Transversal
Límite Elástico (MPa)	388.5	398.5
Tensión de Rotura (MPa)	504.0	509.1
Deformación en Rotura	15.7 %	15.6 %

Corte

Se utilizan sistemas de plasma para cortar en estas planchas a veces de un espesor considerable, piezas complejas o de series largas. Estos equipos incorporan en la actualidad sistema de CNC que facilitan el diseño de las piezas y automatizan totalmente los sistemas. Con estas máquinas se asegura una gran precisión, productividad, flexibilidad de operación y una adaptación dimensional de la máquina en función del tipo y las dimensiones de la chapa que se trabaje y de las dimensiones del taller.

Estos sistemas disponen de una bancada estructuralmente muy robusta donde se colocan las chapas a cortar. Sobre la bancada se dispone de un pórtico móvil donde van instalados los sistemas de corte que a su vez se pueden deslizar a lo largo de todo el pórtico. De esta manera pueden alcanzar cualquier cota de la plancha realizando cualquier recorrido complejo.



El procedimiento de corte con plasma está basado en el hecho de que un gas, como el argón, cuando es calentado a temperatura de miles de grados dentro de una cámara, sus moléculas se disocian convirtiéndose en iones y electrones, estado que se denomina de plasma, estos al ser proyectados a través de un conducto sobre un medio, en este caso el metal que se ha de cortar, vuelven a asociarse devolviendo el calor que habían absorbido al disociarse, y si esta operación se realiza según un haz muy reducido, la temperatura de éste alcanza miles de grados superando los 15.000°C. Para efectuar la expresada operación de disociación, en el interior de una boquilla se dispone un fino electrodo de wolframio alimentado por una corriente eléctrica de voltaje e intensidad conveniente por medio de un transformador adecuado, a la vez que a través de la manguera correspondiente el gas remitido y disociado es expulsado por un pequeño agujero de la boquilla; previamente y mediante una intensidad de alta frecuencia, se hace saltar el arco al aproximar la boquilla a la chapa, produciendo la disociación del gas, y el fino chorro de plasma convertido en un dardo de alto poder calorífico y de gran penetración, llega a fundir y atravesar no solamente metales, sino materiales considerados como refractarios.

En la actualidad existen varios tipos de corte por plasma, el seleccionado para llevar a cabo este trabajo es el corte por fusión.

En este caso necesitaremos la energía suficiente para llevar a cabo la fusión del material. Dicha energía la podremos obtener del arco eléctrico empleado para el cebado. Los gases que más se suelen emplear son nitrógeno, argón, una mezcla de ambos o nitrógeno combinado con hidrogeno. Según el tipo de gas empleado como fluido plasmógeno, utilizaremos un electrodo determinado, siendo el más aconsejado en este caso el de Tungsteno.

Decapado

Posteriormente se procede a un decapado para preparar la superficie para las partes a soldar. El decapado es el método mediante el cual se elimina el óxido y la cascarilla de

la superficie de la pieza y requiere la utilización de soluciones acidas. El objetivo de este proceso es la eliminación de la cascarilla sin que llegue a atacar la superficie del acero.

El ácido clorhídrico HCl es el más empleado en decapados, seguido del H₂SO₄, HNO₃, y en menor grado el HF. El decapado con ácido fosfórico, ácido crómico y bórico tienen carácter marginal. El único alcalino empleado puntualmente como decapante metálico es el NaOH. El decapado es el proceso utilizado antes de realizar otras operaciones tales como extrusión, soldadura, pintura, plateado y también es usado para eliminar las manchas de termocoloración por soldadura de la superficie de elementos de acero inoxidable, en los que se ha reducido el contenido de cromo de la superficie del acero, es por esto que tras la soldadura se dará un segundo decapado antes del proceso de pintura.

Los principales métodos, empleados por los especialistas, en el decapado de elementos enteros o grandes superficies son:

- Decapado por inmersión en tanque
- Decapado por aspersión

El decapado por aspersión debe ser ejecutado por especialistas con los procedimientos y equipos adecuados de seguridad y eliminación de ácido. La inmersión en tanque tiene la ventaja de tratar todas las superficies del elemento para lograr una óptima resistencia a la corrosión y un acabado uniforme. Es también la mejor opción en aspectos de salud y seguridad.

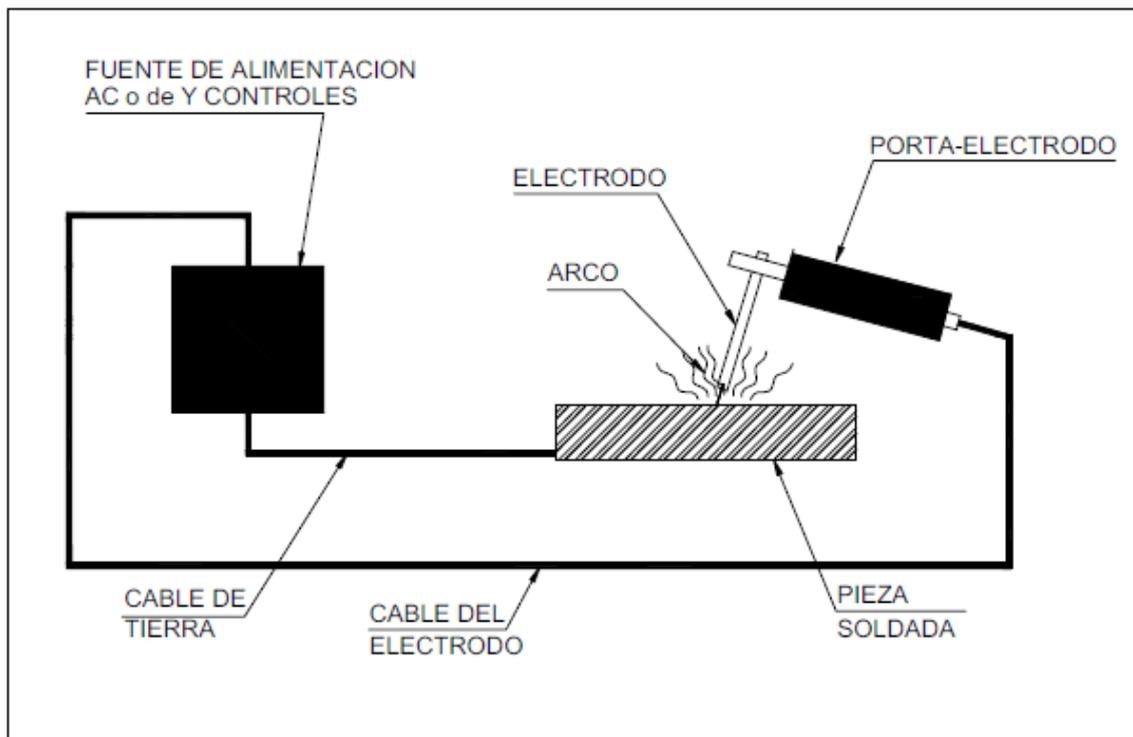
Es importante que todos los rastros de productos, residuos y desechos de decapado se eliminen completamente de la superficie de las piezas de acero, para conseguir una superficie completamente resistente a la corrosión y sin manchas de óxido. Los especialistas reconocidos en limpieza y recuperación de acero suelen emplear agua destilada en el aclarado final para obtener los mejores resultados.

Las aguas o lejías de decapado están incluidas específicamente en las listas de residuos tóxicos y peligros de la mayoría de los países industrializados a causa de sus propiedades corrosivas y de sus altos contenidos de hierro (y de otros metales, como cromo, níquel, etc., en el caso de aceros inoxidables) y en ácidos.

El tratamiento de estas lejías de decapado se realiza por diversos métodos para recuperar los ácidos y reutilizarlos en el proceso de decapado o bien para transformar las lejías en productos que puedan tener valor añadido neutralizándose, además, los ácidos libres (obtención de pigmentos inorgánicos y rellenos, fabricación de cloruro férrico, precipitación de fosfatos en depuradoras, neutralización/precipitación y rotura de emulsiones de aceite.

Soldadura.

La soldadura por arco de metal protegido, es la más utilizada. El sistema de funcionamiento está constituido por un circuito cerrado el cual considera un diferencial de potencial establecido por la fuente de potencia, en el que se logra la adhesión o unión de metales por medio del calor de un arco eléctrico. Este circuito comienza con una fuente de poder eléctrica, además incluye los cables de conexión de soldadura, un porta electrodo, la conexión con la pieza de trabajo, la pieza a soldar y un electrodo de soldadura por arco.

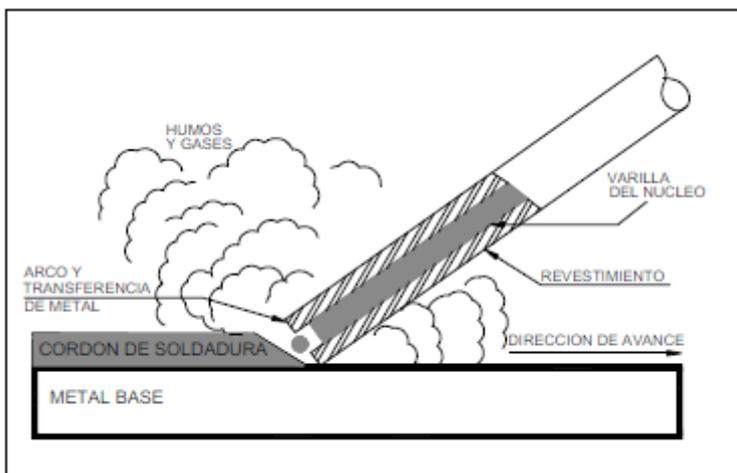


El arco eléctrico se produce cuando la corriente eléctrica da inicio a un arco que se genera entre la punta del electrodo y la pieza. El intenso calor derrite la punta del electrodo y la superficie de la pieza. En la punta del electrodo se generan con rapidez pequeños glóbulos de metal fundido, los cuales se transfieren a través del arco con una velocidad de desplazamiento apropiado, y circula a través de una columna de gas ionizado llamado "plasma". Esta circulación de corriente se produce cumpliendo el mismo principio que en los semiconductores, produciéndose una corriente de electrones del electrodo (cargas negativas) y una contracorriente por el aumento de temperatura del material base (cargas positivas) con el gas, en donde el gas ionizado o parcialmente ionizado es el que se denomina "plasma". En la columna central del "plasma", los electrones, iones y átomos se encuentran en un movimiento acelerado, chocando entre sí de forma constante.

Protección del Arco Eléctrico.

El intenso calor necesario para fundir los metales es producido por un arco eléctrico, que se establece al entrar en contacto momentáneamente la punta de un electrodo revestido con la superficie de trabajo (metal base), sin la aplicación de presión, mediante el cual es posible la fusión del metal del electrodo y el material generándose un medio gaseoso por la combustión del revestimiento del electrodo quien protege el metal fundido de la atmosfera.

Además de servir como estabilizador del arco, movido manualmente o mecánicamente a lo largo de la unión.



El propósito del SMAW es trasladar la corriente en forma puntual a la zona de soldadura manteniendo el arco eléctrico entre su punta y la pieza. El electrodo utilizado, según su tipo de naturaleza, puede ser consumible, fundiéndose y aportando metal de aporte a la unión. El gas protege las gotas de metal de aporte del ambiente, y la escoria estabiliza el metal fundido. La escoria tiene la función de regular la velocidad de enfriamiento del metal fundido y la uniformidad dimensional del cordón.

El electrodo además de establecer el arco y proporcionar metal de aporte para el depósito de soldadura, introduce otros materiales en el arco o sus inmediaciones, o en ambos lugares. La mayor parte de los electrodos para SMAW tienen un núcleo de metal sólido. Algunos se elaboran con un núcleo fabricado o compuesto formado por metal en polvo encerrado en una funda metálica; en este caso, el propósito de algunos de los polvos metálicos, o incluso de todos, es producir un depósito de soldadura de aleación.

Dependiendo del tipo de electrodo que se use, la cobertura desempeña una o más de las siguientes funciones:

1. Provee un gas para proteger el arco y evitar una contaminación excesiva del metal de aporte derretido por parte de la atmósfera.
2. Suministra limpiadores, desoxidantes y agentes fundentes para purificar la soldadura y evitar un crecimiento excesivo de granos en el metal de soldadura.
3. Establece las características eléctricas del electrodo.
4. Proporciona un manto de escoria que protege el metal de soldadura caliente del aire y mejora las propiedades mecánicas del metal de soldadura.
5. Constituye un medio para añadir elementos de aleación que modifiquen las propiedades mecánicas del metal de soldadura.

La cobertura de los electrodos para SMAW se aplica por el método de extrusión o bien por el de inmersión. La extrusión se usa con mucha más frecuencia; el proceso de inmersión se usa principalmente para los núcleos de varilla colados y algunos de los fabricados. En todos los casos, la cobertura contiene la mayor parte de los materiales de protección, limpieza y desoxidación.

La elección del electrodo para el proceso SMAW varía dependiendo del material por lo cual es importante considerar los siguientes factores:

- Hay que tener cuidado al seleccionar los electrodos, pues es muy importante que su composición sea adecuada de acuerdo con la naturaleza del metal que se desea soldar.
- Si el electrodo y el metal depositado no son compatibles, es muy probable que la soldadura obtenida no sea buena.
- No es posible esperar que una soldadura soporte la carga para la que se diseñó si no se realiza con el electrodo correcto.
- Un electrodo inadecuado da origen a porosidad, poca resistencia a la corrosión, soldaduras débiles y otros defectos.
- Algunos electrodos se pueden usar ya sea con corriente alterna o con corriente continua dependiendo del espesor y composición del metal base a soldar.
- Se han desarrollado ciertos revestimientos con el propósito de incrementar la cantidad de metal de aporte que se deposita por unidad de tiempo.

Los electrodos cubiertos se clasifican de acuerdo con los requisitos de especificaciones emitidas por la American Welding Society (AWS).

Los electrodos especificados por AWS según el metal base son los siguientes

Metal base	Especificación AWS para el tipo de electrodo
Aceros al carbono	A5.1
Aceros de baja aleación	A5.5
Aceros resistentes a la corrosión	A5.4
Hierro colado	A5.15
Aluminio y aleaciones de aluminio	A5.3
Cobre y aleaciones de cobre	A5.6
Níquel y aleaciones de níquel	A5.11
Recubrimiento	A5.13 y A5.21

De la especificación AWS A 5.1 obtenemos la composición del electrodo, en nuestro caso podrá ser un electrodo del tipo E-7015, E7016, E7018, E7028

Especificación:

1. El prefijo "E" indica electrodo para soldadura por arco eléctrico.
2. Los siguientes dos o tres dígitos indican la resistencia mínima a la tracción en miles de Psi.

E-60XX 60.000 libras por pulgadas cuadradas.

E-70XX 70.000 libras por pulgada cuadrada.

3. El tercer o cuarto dígito indica la posición a soldar.

E-XX1X todas las posiciones.

E-XX2X plano horizontal y plano vertical (sentido horizontal).

E-XX3X plano horizontal solamente.

E-XX4X plano horizontal, plano vertical (sentido horizontal), plano vertical descendente y plano sobre cabeza.

4. El último dígito o combinación de los dos últimos indican las características operatorias del electrodo (tipo de revestimiento, corriente y polaridad).

5. El sufijo (por ejemplo E-XXXX-A1) indica la composición química para electrodos aleados.

Pintura

Tras soldar todas las piezas y volver a pasar por un proceso de decapado, el ancla estará casi terminada para lo que se someterá a un proceso de pintado, que cumple una triple función, sirve como protección, decoración y ayuda en la manipulación del ancla a la hora de su colocación y extracción ya que mejora su visibilidad.

La industria marítima descubrió que el amarillo era el color más fácil de detectar bajo el agua y es por eso que hoy en día existen compañías como Vryhof que utilizan este color para sus anclas offshore.



Capítulo 4

Contaminantes y riesgos

Los productos contaminantes están con frecuencia presentes en el ambiente laboral, a veces de forma inadvertida. Se pueden usar o manipular en muy diversas situaciones pudiendo dar lugar a exposiciones significativas.

Es necesario conocer y evaluar los riesgos derivados del uso o de la exposición para garantizar un buen estado de seguridad y salud de los trabajadores, así, en función de las condiciones de trabajo y de los resultados de la evaluación de riesgos, se aplicaran las medidas de prevención o protección necesarias, para eliminar lo evitable o, al menos, tener controlado el riesgo dentro de unos márgenes aceptables.

Corte

Las recomendaciones sobre seguridad para el corte por temperatura o para el corte bajo agua, así como en la soldadura, están diseñadas para proporcionar protección contra una combinación de factores de riesgo:

- Radiación luminosa y térmica
- Humos y gases
- Ruido

El arco eléctrico y hasta cierto punto la piletta líquida o baño de fusión tienen el poder de emitir radiación UV (ultravioleta), IR (infrarroja) y radiación en la longitud de onda visible. Esta radiación además puede ser reflejada por ciertas superficies. La radiación UV es altamente peligrosa para los ojos y para la piel e incluso puede generar gas ozono. Produce una lesión temporal en la córnea y puede dañar la piel cuando no está protegida, produciendo una picazón similar a la producida por quemadura de sol. La radiación de luz visible produce un efecto de deslumbramiento que afecta temporalmente la visión. La radiación IR puede causar daño a la retina y a la visión (cataratas). También las áreas circundantes (como paredes reflectivas) tienen efecto sobre la radiación generada.

Se producen humos como resultado de los vapores originados en la pieza cuando la misma es cortada. Cuando se cortan piezas tratadas superficialmente, en los humos generados pueden arrastrarse sustancias nocivas para la salud, depende del tratamiento que haya recibido la pieza lo que no se dará en nuestro caso ya que trabajaremos sobre una superficie limpia.

La cantidad de humos generados en procesos de corte depende de múltiples factores, pero es mayor cuando las condiciones del proceso son más exigentes. Algunos de los factores que pueden mencionarse son el espesor de la pieza a cortar, la intensidad de corriente utilizada, el tipo de proceso (bajo agua, con cortina de agua o corte sin medidas de protección) y el número de torchas utilizadas.

Durante el proceso de corte plasma “seco”, se recomienda extraer los humos por debajo de la pieza a cortar, mientras que en los sistemas de corte sobre-bajo agua se coloca la tobera de extracción por encima de la torcha de corte por plasma.

Los niveles promedio de ruido en corte por plasma son mayores que en las operaciones normales de corte, el nivel de ruido puede alcanzar los 115 dB(A). Es importante que el operador utilice el equipo de protección personal adecuado durante las operaciones de corte, como pueden ser protector auditivo, careta de soldador y ropa de trabajo apropiada.

Contaminantes químicos corte:

- 1) Procedentes del material base, en nuestro caso una pieza de de acero aleado cuyos principales componentes son:
 - Óxido de Hierro: El hierro es un elemento químico de número atómico 26 y tiene una masa atómica de 55,6 u. El hierro es el metal duro más usado, con el 95% en peso de la producción mundial de metal. El hierro puro (pureza a partir de 99,5%) no tiene demasiadas aplicaciones, salvo excepciones para utilizar su los productos siderúrgicos, utilizando éste como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material.
 - Óxido de Silicio: Se utiliza en aleaciones, en la preparación de las siliconas, en la industria de la cerámica técnica y debido a que es un material semiconductor muy abundante, tiene un interés especial en la industria electrónica y microelectrónica.
 - Óxido de Manganeso: El manganeso es un metal con aleación de metales industriales con importantes usos, sobre todo en los aceros inoxidables.
 - Óxido de Fosforo: Cerca de tres cuartas partes del fósforo total (en todas sus formas químicas) se emplean como fertilizantes. Otras aplicaciones importantes son como relleno de detergentes, nutrientes suplementarios en alimentos para animales, ablandadores de agua, aditivos para alimentos y fármacos, agentes de revestimiento en el tratamiento de superficies metálicas, aditivos en metalurgia, plastificantes, insecticidas y aditivos de productos petroleros.
 - Óxido de Aluminio: La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material polivalente que se aplica en ámbitos económicos muy diversos y que resulta estratégico en situaciones de conflicto. Hoy en día, tan sólo superado por el hierro/acero. El aluminio se usa en forma pura, aleado con otros metales o en compuestos no metálicos. En estado puro se aprovechan sus propiedades ópticas para fabricar espejos domésticos e industriales, como

pueden ser los de los telescopios reflectores. Su uso más popular, sin embargo, es como papel aluminio

- Óxido de Níquel: Aproximadamente el 65% del níquel consumido se emplea en la fabricación de acero inoxidable austenítico y otro 12% en superaleaciones de níquel. El restante 23% se reparte entre otras aleaciones, baterías recargables, catálisis, acuñación de moneda, recubrimientos metálicos y fundición
- Óxido de Cromo: El cromo se utiliza principalmente en metalurgia para aportar resistencia a la corrosión y un acabado brillante. Sus cromatos y óxidos se emplean en colorantes y pinturas
- Óxido de Cobre: El cobre forma parte de una cantidad muy elevada de aleaciones que generalmente presentan mejores propiedades mecánicas, aunque tienen una conductividad eléctrica menor. Las más importantes son conocidas con el nombre de bronce y latones. Por otra parte, el cobre es un metal duradero porque se puede reciclar un número casi ilimitado de veces sin que pierda sus propiedades mecánicas.

2) Procedentes del sistema de corte y su interacción con el medio:

- Argón: (Ar) En el ámbito industrial y científico se emplea universalmente de la recreación de atmosferas inertes (no reaccionantes) para evitar reacciones químicas indeseadas en multitud de operaciones.
- Ozono (O_3): El ozono tiene uso industrial como precursor en la síntesis de algunos compuestos orgánicos, pero principalmente, como desinfectante depurador y purificador de aguas minerales. Su principal propiedad es que es un fortísimo oxidante. También es conocido por el importante papel que desempeña en la atmósfera. A este nivel es necesario distinguir entre el ozono presente en la estratosfera y el de la troposfera. En ambos casos su formación y destrucción son fenómenos fotoquímicos.
- Óxido de nitrógeno: El monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno constituyen dos de los óxidos de nitrógeno más importantes toxicológicamente. Los óxidos también indica varios compuestos cuya combinación viene del oxígeno mezclado con el nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno son usados en la producción de nítrico, lacas, tinturas y otros productos químicos, como combustibles para cohetes, en la nitrificación de compuestos químicos orgánicos y en la manufactura de explosivos.

Decapado

El decapado de la pieza se dará en ácido clorhídrico comercial que consiste en una solución acuosa al 30 a 35% de ácido clorhídrico gaseoso. La volatilidad del ácido hace

impracticable su empleo a elevadas temperaturas; a temperaturas superiores a 40°C. La velocidad de volatilización del ácido es realmente rápida. En la práctica actual, la velocidad de decapado se incrementa más con elevadas concentraciones de ácido que con una elevación de la temperatura.

Entre los inconvenientes que presenta este ácido como decapante destacan:

- El elevado consumo de ácido.
- Su volatilidad.
- La toxicidad de sus vapores

La actividad del baño de decapado va disminuyendo al aumentar su concentración en hierro, por lo que es necesario realizar adiciones periódicas de ácido para mantenerla. Así mismo será necesario reponer las pérdidas producidas tanto por la evaporación como por el arrastre de las piezas, compensándose estas pérdidas mediante la adición de agua. Este sistema puede mantenerse así hasta alcanzar el límite de solubilidad del cloruro ferroso (FeCl_2) en el propio ácido clorhídrico, por lo que una vez llegados a este límite no será posible seguir decapando. Igualmente si el contenido de hierro de la solución de decapado es superior a los 150g/l el baño de decapado estará agotado, siendo necesaria su renovación.

Para los líquidos existen tres clases de volatilidad, en función de la temperatura de ebullición y la temperatura de utilización del agente químico. En la tabla se dan las volatilidades para los tratamientos químicos de superficie y baños electrolíticos más usuales siendo el grado de volatilidad 1(bajo) y 3(alto). Como se puede observar en la tabla, el HCl tiene un grado de volatilidad alto.

Proceso	Tipo	Componentes	Temperatura de trabajo	Volatilidad
Electrolisis cianurada	Cinc	Cloruro de cinc	20-50 ° C	1
Desengrase	Alcalino	Sales alcalinas de sodio	60-75 ° C 75-95 ° C	1 2
Decapado	Cobre	Ácido sulfúrico	50-70 ° C 70-85 ° C	1 2
Electropulido	Acero inoxidable	Ácido sulfúrico y fosfórico	20-60 ° C 60-80 ° C	1 2
Electrolisis cianurada	Cadmio y cobre	Sales de cianuro e hidróxido sódico	45-70 ° C	1
Electrolisis ácida	Cinc	Cloruro de cinc	20-50 ° C	1
Desengrase	Disolventes clorados	Tricloroetileno y percloroetileno	85-120 ° C	2
Decapado	Aluminio	Crómico y sulfúrico Hidróxido sódico	60 ° C 60 ° C	2
Electrolisis ácida	Níquel	Sulfato de níquel	20-35 ° C	2
Decapado	Aluminio	Ácido nítrico	20-30 ° C	3
Decapado	Hierro y acero	Ácido clorhídrico	20 ° C	3
Electrolisis ácida	Cromo	Ácido crómico	30-60 ° C	3
Tratamiento superficie	Anodizado de aluminio	Ácido crómico y sulfúrico	35 ° C	3

Además es altamente reactivo con materiales alcalinos debido a su pH Ácido. No es inflamable pero reacciona con la mayoría de los metales para formar gas de hidrógeno explosivo e inflamable.

Soldadura

Los riesgos higiénicos más importantes que pueden surgir en cualquier proceso de soldadura al arco son

- Contaminantes químicos:

A. Humos metálicos.

B. Gases.

C. Contaminantes en el soldeo de piezas con recubrimiento.

- Contaminantes físicos:

D. Radiaciones no ionizantes.

E. Ruido.

F. Calor.

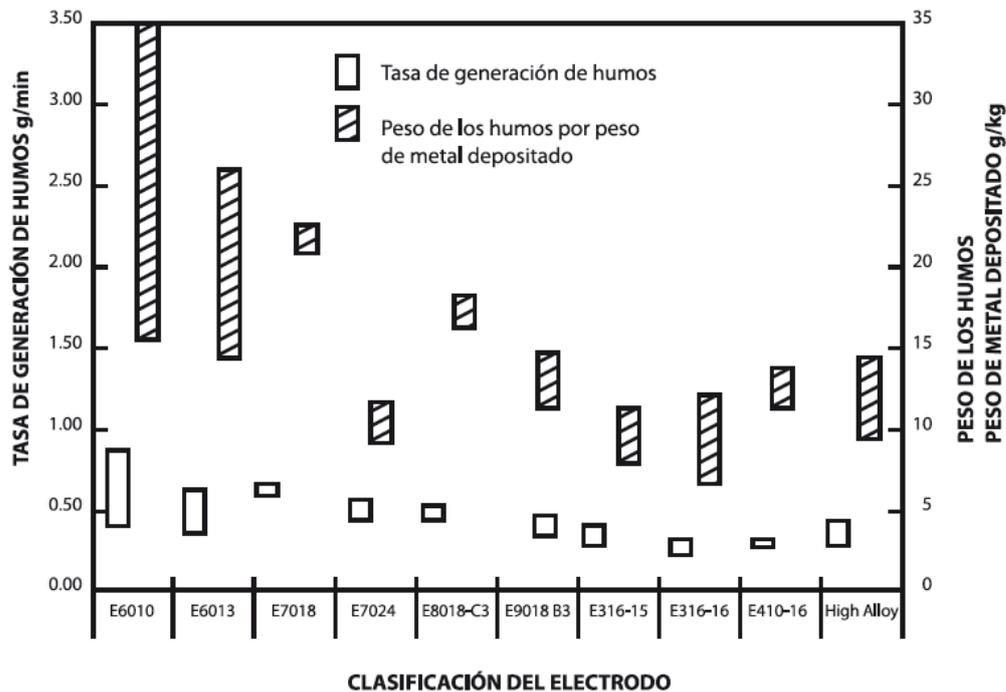
A. Humos metálicos

En comparación con la temperatura del plasma en el arco (20.000 C), la mayoría de los metales utilizados en ingeniería funden e incluso hierven a temperaturas mucho más bajas.

Metal	Punto de Fusión (°C)	Punto de Ebullición (°C)
Aluminio	660	2.520
Cadmio	321	767
Cobre	1.085	2.560
Hierro	1.536	2.860
Plomo	327	1.750
Manganeso	1.244	2.060
Molibdeno	2.612	4.610
Níquel	1.455	2.915
Silicio	1.412	3.270
Tungsteno	3.387	5.555
Zinc	420	911

Estos vapores son la fuente de los humos en el soldeo. Los vapores llegan a la atmosfera, se oxidan con el oxigeno atmosférico, condensándose en forma de pequeñas partículas solidas de humo. Otra fuente de los humos es el fundente empleado en algunos procesos de soldeo, tales como SMAW.

Las tasas de este proceso varían ligeramente con la composición del revestimiento y las características de operación del electrodo. Las tasas están en el rango de 0,5 a 1 g/min.



Principalmente existen dos efectos de las variables de soldeo que afectan sobre la tasa de generación de humos:

- Corriente de soldeo: Esta es la variable de mayor importancia. La tasa de humo es aproximadamente proporcional al cuadrado del valor de la corriente. Además esto puede ser la causa de dilemas en cuanto a productividad porque la corriente también afecta al rendimiento de los procesos. Cuanto mayor sea la corriente, mayor será la tasa de deposición del electrodo. Lo anterior supone que reducir la corriente para disminuir la tasa de humos sea algo inaceptable en muchas ocasiones.
- Longitud del arco: La tasa de humo aumenta en menor cuantía, más o menos linealmente, con la longitud del arco.

Naturaleza de los humos generados

El humo se produce por la condensación de vapores que forman partículas solidas. Las partículas formadas son muy pequeñas pero con tendencia a aglomerarse.

Distintos estudios han encontrado que las partículas tienen, esencialmente, un diámetro de 1μ o inferiores. El significado de esto es que el humo en este rango de dimensiones es muy respirable.

La composición química, así como la concentración total, es de gran importancia para el higienista. Se supone, que la mayoría de los metales están en forma de óxidos. Las partículas metálicas se combinan rápidamente con el oxígeno en las proximidades del arco. El calcio, sodio y potasio se combinan a menudo con el flúor formando fluoruros.

Es significativo el hecho de que el humo es una mezcla de contaminantes y debe ser considerado como tal cuando se evalúa su toxicidad.

Electrodo	Concentración, % en peso									
	Fe	Mn	Si	Ni	Cu	Cr	Mo	Al	Mg	F
Acero al C										
E6010	47,5	3,0	5,7	---	---	---	---	---	---	---
E6013	61,4	5,1	12,2	---	---	---	---	---	---	---
E7018	26,1	4,5	< 0,2	---	---	---	---	---	---	---
E7024	30,2	5,3	18,3	---	---	---	---	---	---	---
E8018-C3	45,2	7,2	---	0,3	---	0,1	< 0,1	---	---	---
E9018-B3	21,9	5,9	---	0,1	---	1,6	< 0,1	---	---	---

B. Gases

Hay dos tipos de riesgos asociados a las operaciones de soldeo asociados a los gases.

- Gases tóxicos.

1. Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono puede producirse en el proceso SMAW con algunos tipos de electrodos que contienen carbonatos en su revestimiento o con electrodos cuyo revestimiento contenga altas proporciones de calcio.

2. Óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno (óxido nítrico y dióxido de nitrógeno) se detectan en las proximidades de las operaciones de soldeo. Aunque el oxígeno y el nitrógeno no reaccionan químicamente a temperatura ambiente, se combinan a altas temperaturas en el arco, una vez los gases se hayan introducido en la envolvente gaseosa de protección.

3. Ozono

El ozono O₃, se genera cuando la radiación ultravioleta del arco disocia la molécula de oxígeno en oxígeno.

En niveles próximos a 0,1 ppm, se tiene sensación de sequedad e irritación de las fosas nasales y la garganta se acartonada después de un periodo corto de exposición. En niveles entre 0,1 y 1 ppm el ozono causa congestión nasal y algunas veces jadeo o punzadas en el pecho. Otros síntomas incluyen toses, dolor de garganta, fatiga y dolores de cabeza.

- Gases asfixiantes.

El problema de los gases no tóxicos quizás sea de más alto riesgo para la mayoría de los soldadores, especialmente cuando las operaciones se llevan a cabo en recintos confinados.

Los gases de protección más comunes son argón, helio y dióxido de carbono que se emplean con los procesos GTAW, GMAW y FCAW, por lo que no intervendrán en nuestro proceso de soldadura que será una soldadura SMAW.

C. Contaminantes existentes

En algunos casos las superficies de los materiales a soldar son tratadas o terminadas para dotarlas de una protección anticorrosiva. Estos procesos incluyen pintado, esmaltado, galvanizado, fosfatado, cadmiado o aceitado.

Esto no se dará en nuestro caso ya que se dará un proceso de decapado a las piezas y serán lavadas exhaustivamente.

Contaminantes Soldadura Químicos:

1. Procedentes del material base, en nuestro caso una pieza de de acero aleado cuyos principales componentes son:
 - Óxido de Hierro: El hierro es un elemento químico de número atómico 26 y tiene una masa atómica de 55,6 u. El hierro es el metal duro más usado, con el 95% en peso de la producción mundial de metal. El hierro puro (pureza a partir de 99,5%) no tiene demasiadas aplicaciones, salvo excepciones para utilizar su los productos siderúrgicos, utilizando éste como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material.
 - Óxido de Silicio: Se utiliza silicio en aleaciones, en la preparación de las siliconas, en la industria de la cerámica técnica y debido a que es un material semiconductor muy abundante, tiene un interés especial en la industria electrónica y microelectrónica.

- Óxido de Manganeso: El manganeso es un metal con aleación de metales industriales con importantes usos, sobre todo en los aceros inoxidables.
- Óxido de Fosforo: Cerca de tres cuartas partes del fósforo total (en todas sus formas químicas) se emplean como fertilizantes. Otras aplicaciones importantes son como relleno de detergentes, nutrientes suplementarios en alimentos para animales, ablandadores de agua, aditivos para alimentos y fármacos, agentes de revestimiento en el tratamiento de superficies metálicas, aditivos en metalurgia, plastificantes, insecticidas y aditivos de productos petroleros.
- Óxido de Aluminio: La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material polivalente que se aplica en ámbitos económicos muy diversos y que resulta estratégico en situaciones de conflicto. Hoy en día, tan sólo superado por el hierro/acero. El aluminio se usa en forma pura, aleado con otros metales o en compuestos no metálicos. En estado puro se aprovechan sus propiedades ópticas para fabricar espejos domésticos e industriales, como pueden ser los de los telescopios reflectores. Su uso más popular, sin embargo, es como papel aluminio
- Óxido de Níquel: Aproximadamente el 65% del níquel consumido se emplea en la fabricación de acero inoxidable austenítico y otro 12% en superaleaciones de níquel. El restante 23% se reparte entre otras aleaciones, baterías recargables, catálisis, acuñación de moneda, recubrimientos metálicos y fundición
- Óxido de Cromo: El cromo se utiliza principalmente en metalurgia para aportar resistencia a la corrosión y un acabado brillante. Sus cromatos y óxidos se emplean en colorantes y pinturas
- Óxido de Cobre: El cobre forma parte de una cantidad muy elevada de aleaciones que generalmente presentan mejores propiedades mecánicas, aunque tienen una conductividad eléctrica menor. Las más importantes son conocidas con el nombre de bronce y latones. Por otra parte, el cobre es un metal duradero porque se puede reciclar un número casi ilimitado de veces sin que pierda sus propiedades mecánicas.

2. Procedentes del electrodo:

- Alma del electrodo: será de los mismos componentes que el material base
- Recubrimiento:
 - Monóxido de carbono: Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, calderas, calentadores de agua y aparatos domésticos que queman combustible, también pueden producirlo si no están funcionando bien.
 - Óxido de hierro: Los óxidos de hierro son compuestos químicos formados por hierro y oxígeno. Se conocen 16 óxidos de hierro. Algunos de estos óxidos son utilizados en cerámica, particularmente en vidriados. Los óxidos de hierro,

como los óxidos de otros metales, proveen el color de algunos vidrios después de ser calentados a altas temperaturas. También son usados como pigmento.

- Óxido de aluminio: La industria del aluminio primario utiliza la alúmina fundamentalmente como materia prima básica para la producción del aluminio. Además, la alúmina se utiliza por sus propias cualidades como material cerámico de altas prestaciones en aplicaciones donde se necesite emplear un aislante eléctrico, en condiciones de altas temperatura o buenas propiedades tribológicas.
 - Óxido de manganeso: El óxido de manganeso (IV) o dióxido de manganeso (fórmula química: MnO_2), es un óxido covalente del manganeso. Conocido como pirolusita, es el óxido más importante del manganeso, pero no el más estable. Se utiliza en pinturas y barnices para pintar cristales y cerámica. Y en la obtención de cloro, yodo y como despolarizador en pilas secas.
 - Óxido cromo: Para preservar la madera se suelen utilizar sustancias químicas que se fijan a la madera protegiéndola. Entre estas sustancias se emplea óxido de cromo (VI) (CrO_3). El dióxido de cromo (CrO_2) se emplea para fabricar las cintas magnéticas empleadas en las cassetes
 - Óxido níquel (NiO): óxido níqueloso o níquel verde; óxido níquelico (Ni_2O_3) o níquel negro, se emplean, al igual que el óxido de cromo, para moderar la acción de los demás óxidos, sobre todo las de aquellos con mayor fuerza de coloración como el de cobalto, consiguiendo tonos más suaves y delicados.
 - Óxido de titanio: El óxido de titanio (IV) o dióxido de titanio es un compuesto químico cuya fórmula es TiO_2 . Entre otras cosas, es utilizado en procesos de oxidación avanzada fotocatalizada. Además se usa como pigmento blanco. Codificado como CI 77891 cuando se utiliza en cosmética, y como E 771 cuando se utiliza en la industria alimentaria.
- Contaminantes de la interacción del proceso con el entorno:
 - Ozono: El ozono tiene uso industrial como precursor en la síntesis de algunos compuestos orgánicos, pero principalmente, como desinfectante depurador y purificador de aguas minerales. Su principal propiedad es que es un fortísimo oxidante. También es conocido por el importante papel que desempeña en la atmósfera. A este nivel es necesario distinguir entre el ozono presente en la estratosfera y el de la troposfera. En ambos casos su formación y destrucción son fenómenos fotoquímicos.
 - Óxido de nitrógeno: El monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno constituyen dos de los óxidos de nitrógeno más importantes toxicológicamente. Los óxidos también indica varios compuestos cuya

combinación viene del oxígeno mezclado con el nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno son usados en la producción de nítrico, lacas, tinturas y otros productos químicos, como combustibles para cohetes, en la nitrificación de compuestos químicos orgánicos y en la manufactura de explosivos.

En cuanto a los contaminantes Físicos

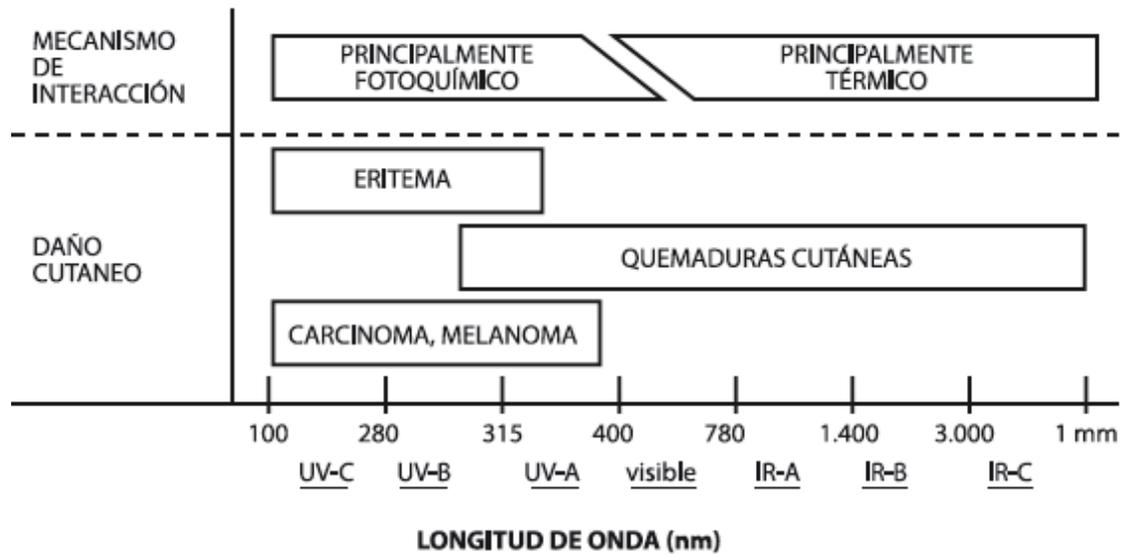
D. Radiaciones no ionizantes

Los procesos de soldadura constituyen una de las ocupaciones que presentan mayor peligro para el ojo, en razón a que durante esta actividad se generan las mayores intensidades dentro del espectro de radiaciones ópticas.

Los principales efectos de las radiaciones ópticas en los ojos, vienen descrito en la siguiente figura, en función de la longitud de onda que emita el arco.

REGIÓN DEL ESPECTRO (CIE)		LESIÓN PRODUCIDA
UV-C y UV-B 200 a 315 nm		Fotoqueratitis Fotoconjuntivitis
UV-B 280 a 315 nm		Catarata Fotoquímica
UV-A 315 a 400 nm		Catarata térmica Daño fotoquímico corneal
VISIBLE 400 a 780 nm		Quemaduras retinianas fotoquímicas y térmicas
IR-A 780 a 1.400 nm		Catarata térmica Quemadura retiniana térmica
IR-B e IR-C 1.400 a 1 mm		Quemadura corneal Catarata térmica

Los principales efectos de las radiaciones ópticas en la piel, vienen descritos en la siguiente figura, en función de la longitud de onda que emita el arco.



E. Ruido

En un proceso de soldadura al arco la principal causa directa de emisión de ruido es la expansión que sufre el gas protector o el circundante ante la existencia del arco eléctrico. Esta expansión es la perturbación inicial, propagándose luego en forma de vibración periódica de presión a través del medio envolvente.

La exposición al ruido produce sobre las personas una serie de alteraciones diversas, que pueden clasificarse en tres grupos:

- Efectos psicológicos

Como efectos particulares más conocidos, se pueden citar que el trabajo intelectual se ve dificultado en un ambiente ruidoso. En general, se ha detectado un entorpecimiento de muchas funciones psíquicas y motrices, el ruido aumenta la irritabilidad y la agresividad de las personas, y produce alteraciones del sueño en las mismas.

- Interferencias conversacionales

Dentro del segundo tipo citado, las interferencias en la comunicación dan lugar a errores en la transmisión de órdenes, y a una disminución de la seguridad en el puesto de trabajo.

- Efectos fisiológicos

Entre los efectos fisiológicos, se ha comprobado que el ruido produce un aumento de la presión sanguínea, acelera la actividad cardíaca, modifica la circulación periférica, eleva el metabolismo, y produce trastornos digestivos. Todos estos efectos son reflejos del sistema nervioso vegetativo por un aumento de actividad del simpático.

- Daños auditivos:

Quizá el daño más significativo producido por el ruido, es el daño auditivo, y es este el que más directamente pretende atajar el R.D. 286/2006. Los efectos del ruido sobre la audición son principalmente la sordera temporal y la sordera permanente.

- Sordera temporal: La sordera temporal se produce como consecuencia de la exposición a altos niveles de ruido, y consiste en una elevación del umbral de audición como un mecanismo de autodefensa frente a la agresión que supone el ruido. Tras un periodo de descanso, el nivel umbral de audición vuelve a sus niveles anteriores a la exposición. La norma ISO, define el desplazamiento transitorio del umbral como “una elevación del nivel del umbral auditivo, a raíz de una exposición al ruido, en la que se aprecia un retorno progresivo del nivel anterior a la exposición, con recuperación total en menos de 10 días”
- Sordera permanente: En la sordera permanente, el desplazamiento del umbral de audición se produce sin un retorno al valor anterior, una vez eliminado el ruido, y es consecuencia del deterioro producido en el oído interno o zona coclear. No hay forma de recuperar la capacidad auditiva y se produce una sordera de percepción. En este tipo de sorderas, cuando el daño es de origen laboral por una exposición continuada a niveles elevados de ruido, se produce una pérdida de capacidad auditiva que comienza en la frecuencia de 4.000 Hz y que posteriormente, si persiste la agresión, dicha pérdida se va extendiendo progresivamente a frecuencias inferiores y superiores.

F. Calor

Las radiaciones que emite el arco eléctrico (UV, infrarrojas) son tan intensas que pueden llegar a producir quemaduras en la piel del soldador.

La necesidad de utilizar equipos de protección individual por parte del soldador, contribuye a dificultar la evaporación del sudor, con el consiguiente aumento de su temperatura corporal. La reacción de la persona ante un ambiente térmico no presenta una respuesta homogénea en todos los casos ya que mientras para unos puede significar una simple molestia para otros puede presentar unas manifestaciones concretas características del estrés térmico.

El aumento de la temperatura del ambiente provoca igualmente el aumento de la temperatura corporal de las personas expuestas al mismo. Sobre este aumento el cuerpo reacciona con la sudoración y el incremento del riego sanguíneo para facilitar la pérdida de calor por convección a través de la piel, que a su vez son causa de una serie de trastornos, tales como la pérdida de elementos básicos para el cuerpo (agua, sodio, potasio, etc.) motivada por la sudoración o la bajada de tensión provocada por la

vasodilatación que puede dar lugar a que no llegue riego suficiente de sangre a órganos vitales del cuerpo como el cerebro, produciendo desmayos o lipotimias.

Pintura

Al producto objeto del estudio se le dan varias capas con dos productos diferentes. El primer producto es un diluyente/limpiador con base Acetato de butilo y éter metílico de propileno glicol.

El segundo producto es una imprimación epoxi de alta densidad para la adherencia de las pinturas y la protección compuesta por dos componentes con resina poliamida de epoxi y que utiliza como disolventes: nafta, MIBK, tolueno.

Contaminantes pintura:

- Acetato de butilo: Líquido incoloro y transparente, de olor frutal obtenido por esterificación directa del ácido acético con alcohol butílico en presencia de un catalizador. Soluble en alcohol, éter e hidrocarburos. Es levemente soluble en agua. Disolvente de media polaridad. Puede utilizarse como disolvente del Paraloid, Elvacite, Plexisol, Acetatos de polivinilo, etc.
- Éter metílico de propileno glicol: Los éteres del propilenglicol son líquidos incoloros con un olor similar al éter. Son completamente miscibles en agua y en diversos disolventes orgánicos. El DPGME comercial es una mezcla de cuatro isómeros donde predomina el 1-(2-metoxi-1-metiletoxi)-2-propanol. Los éteres del propilenglicol se utilizan como disolventes de pinturas, lacas, resinas, aceites y grasas.
- Tolueno: es la materia prima a partir de la cual se obtienen derivados del benceno, el ácido benzoico, el fenol, la caprolactama, la sacarina, el diisocianato de tolueno (TDI), materia prima para la elaboración de poliuretano, medicamentos, colorantes, perfumes, TNT y detergentes
- Naftaleno: Se emplea principalmente como disolvente no polar.
- MIBK (isobutil metil cetona): Como materia prima para la fabricación de, DIMETILBUTIL FENIL PARA FENILEN DIAMINA, antioxidante de caucho, utilizado para tensioactivo de tintas, pinturas y pesticidas. En desparafinado de aceite lubricante. Como base o componente de Pinturas, Esmaltes, Lacas, Barnices, Selladores, Adhesivos, Tintas, Diluyentes, Removedores, Derivados de celulosa.

Capítulo 5

Toxicología

La toxicología ocupacional trata de las sustancias químicas presentes en el puesto de trabajo. Entre las tareas más importantes de dicha especialidad está identificar los posibles agentes dañinos, detectar las enfermedades agudas y crónicas que causan, definir las circunstancias en las que se pueden usar de forma inocua, y evitar la absorción de cantidades nocivas de esas sustancias. También define y se ocupa de programas para vigilar a los trabajadores expuestos, y al entorno de trabajo. Se han elaborado límites de regulación y lineamientos para definir las concentraciones ambientales seguras de aire respecto a muchas sustancias presentes en el sitio de trabajo.

Existen distintos tipos de criterios de valoración. Los dos tipos más usados son el criterio ambiental y el biológico.

1. Criterios Ambientales:

Los más prestigiosos son los TLV (Threshold Limit Value), es decir, el Valor Límite Umbral, que expresa concentraciones ambientales de un contaminante, por debajo del cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos.

Estos valores existen para, aproximadamente, entre 700 y 800 contaminantes laborales, tanto químicos como físicos. Aún cuando suponen unos valores límite, se asume que existe una minoría de trabajadores que pueden verse afectados al exponerse a los contaminantes por debajo de ese valor límite.

Cada contaminante puede tener asignados tres tipos de TLVs:

- TLV – TWA (Time Weighted Average): Se define como la concentración media de contaminante para una jornada de 8 horas diarias o 40 semanales, a la que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos. Se trata de una media, ya que si midiéramos el nivel de un contaminante durante el tiempo de trabajo, dicho nivel presentaría mucha variación, por lo que se calcula la media de las exposiciones producidas en el tiempo.
- TLV – C (Ceiling): Sería el valor tope, que no debe superarse nunca durante toda la jornada.
- TLV – STEL (Short Term Exposure Level): Es el nivel de exposición a corto plazo, que se define como el límite de exposición que no debe durar más de 15 minutos, que no debe repetirse más de cuatro veces por día y que debe estar espaciados en el tiempo al menos 1 hora”.

Otro criterio ambiental de prestigio es el VLA (Valor Límite Ambiental), se define como el valor de referencia para concentraciones de los agentes químicos en el aire, para los que se cree, en base a conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos. Los VLA están elaborados por el INSHT, que depende del Ministerio de Trabajo, y que ha distinguido dos tipos de VLA:

- VLA-ED (Exposición Diaria): sería el equivalente al TLV-TWA.
- VLA-EC (Exposición de corta duración): sería el equivalente al TLV-STEL.

Debemos tener en cuenta que los VLA se establecen para agentes químicos específicos y no para las mezclas de éstos. Sin embargo, cuando están presentes en el ambiente varios agentes que ejercen la misma acción sobre los mismos órganos o sistemas, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente. Dicho efecto combinado debe ser considerado como aditivo, salvo que se disponga de información que indique que los efectos son sinérgicos o bien independientes. De acuerdo con lo anterior, la comparación con los valores límite ha de hacerse calculando

$$\sum \frac{E}{VLA}$$

Donde E representa las exposiciones a los distintos agentes presentes y VLA, los valores límite respectivos. Si el resultado obtenido es mayor que la unidad, ha de entenderse que se ha superado el VLA para la mezcla en cuestión.

Tanto los TLVs como los VLAs se refieren a niveles de contaminante en el ambiente, pero existen otros tipos de criterios de valoración.

2. Criterios Biológicos:

Se refieren a valores límite del contaminante, de un metabolito del contaminante, o de otros parámetros relacionados con el contaminante, medidos en el propio trabajador. Puede medirse la presencia del contaminante en sangre, pueden medirse los metabolitos o pueden medirse otros parámetros como podrían ser enzimas.

Los valores de referencia que propone y elabora la ACGIH son los BEI (Indicadores Biológicos de Exposición). Estos valores de referencia permiten comparar el nivel máximo recomendable con el nivel de contaminante que encontramos en el trabajador.

Elementos tóxicos en proceso de corte y soldadura

- Óxido férrico: El óxido de hierro se presenta en el humo al soldar metales ferrosos. Una exposición leve puede provocar irritación mecánica. La exposición prolongada al óxido de hierro puede provocar, en algunos casos, trastornos pulmonares y siderosis. La siderosis se detiene al cesar la exposición al óxido de hierro.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación provoca tos, se debe evitar en todo caso la inhalación del polvo de esta sustancia. Si se diera el caso proporcionar al afectado aire limpio, reposo y asistencia médica.

El contacto con los ojos provoca un enrojecimiento de estos, como prevención usar gafas ajustadas de seguridad. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

Para evitar ingestión accidental se prohíbe comer, beber o fumar durante el trabajo.

- Dióxido de Silicio: Algunas formas de óxido (cuarzo) pueden provocar silicosis. Sin embargo no existen evidencias de su presencia en concentraciones nocivas en los humos de soldadura. Esta sustancia es carcinógena para los seres humanos.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La Inhalación podría causar irritación al sistema respiratorio. Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. Mover al paciente a zona con aire fresco. Si los síntomas persisten, consultar al médico

Provoca irritación ocular. Gafas de protección de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria. Enjuagar con abundante agua con los párpados separados del globo ocular para asegurara el lavado minucioso, consultar al médico si la irritación persiste.

Evitar prolongada exposición o excesivo contacto con la piel. Puede causar irritación y deshidratación. En caso de contacto lavar con abundante agua y jabón

- Óxido de Manganeso: Elemento aleante en aceros y electrodos. El humo que contiene altas concentraciones de manganeso es tóxico. Los síntomas de envenenamiento son: irritación de las mucosas, temblor, rigidez muscular, decaimiento y disminución de la capacidad muscular. El sistema nervioso y el respiratorio pueden verse afectados. También puede producir fiebre metálica.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación causa irritación del tracto respiratorio superior, leucocitosis. Para prevenirlo usar extracción localizada o protección respiratoria. Primeros auxilios: Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

Causa irritación en la piel (uso de guantes de protección). Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15

minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado y buscar atención médica inmediatamente.

También causa irritación en los ojos (se deben usar gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con 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.

Su ingestión causa dolor abdominal y náuseas por esto no comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica si se diese el caso.

- Pentóxido de Fósforo: La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. El pentóxido de fósforo reacciona con la humedad de la superficie de los tejidos del cuerpo formando ácido fosfórico, el cual se asemeja al ácido sulfúrico o hidroclorehídrico en intensidad. La inhalación del polvo de esta sustancia puede originar edema pulmonar. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación causa dolor de garganta, tos, sensación de quemazón, jadeo (síntomas no inmediatos). Usar extracción localizada o protección respiratoria. En caso de emergencia trasladar a zona con aire limpio, reposo en posición semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.

Contacto con la piel origina dolor, ampollas, quemaduras cutáneas. Usar guantes de protección y traje de protección. En casos de riesgo quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica. Utilizar guantes de protección cuando se presten primeros auxilios.

En ojos causa dolor, enrojecimiento y quemaduras profundas graves. Se obliga uso de pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

Riesgos de la ingestión son calambres abdominales, sensación de quemazón, diarrea, dolor de garganta y vómitos. Prohibido comer, beber y fumar durante el trabajo. A los afectados no provocar el vómito y proporcionar reposo y asistencia médica.

- Óxido de Aluminio: La inhalación de altas concentraciones de polvo de ésta sustancia puede originar irritación de los ojos y tracto respiratorio superior.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación provoca tos (usar extracción localizada o protección respiratoria). Atender al afectado proporcionándole aire limpio y reposo.

En ojos causa enrojecimiento. Se obliga uso de pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

- Óxido de Níquel: Se presenta principalmente en los aceros inoxidable y su óxido puede causar fiebre metálica. Según la ACGIH tiene símbolo A5 por lo que no se sospecha que sea cancerígeno. Causa neumoconiosis.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

En caso de inhalación provoca tos. Se recomienda sistema cerrado y ventilación. Los afectados necesitan aire limpio, reposo y someter a atención médica.

Contacto con la piel causa enrojecimiento (usar guantes protectores, traje de protección). Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.

En ojos causa enrojecimiento. Se obliga uso de pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

Para evitar la ingestión no comer, beber o fumar en el puesto de trabajo.

- Óxido Cromo (Cr): Al soldar aceros aleados al cromo, como aceros inoxidable, se forma cromo trivalente y hexavalente mediante oxidación. Ambas formas irritan las membranas, causan fiebre metálica y afectan las vías respiratorias y los pulmones. El cromo hexavalente aumenta el riesgo de cáncer (según los criterios de la ACGIH tiene la categoría A1). Este se forma principalmente al soldar con electrodos revestidos.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación causa dolor de garganta, tos, sibilancia, sensación de quemazón, jadeo (síntomas no inmediatos). Usar extracción localizada o protección respiratoria. En caso de emergencia trasladar a zona con aire limpio, reposo en posición semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.

Contacto con la piel origina dolor, enrojecimiento, quemaduras cutáneas. Usar guantes de protección y traje de protección. En casos de riesgo quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.

En ojos causa dolor, enrojecimiento y quemaduras profundas graves. Se obliga uso de pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica

La ingestión provoca dolor abdominal, sensación de quemazón, shock o colapso. No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo y lavarse las manos antes de comer. Primeros auxilios: enjuagar la boca y no provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.

- Óxido Cobre (Cu): Presente tanto en el metal base como en el de aportación, produce al ser inhalado, fiebre metálica y una enfermedad pulmonar llamada "copperosis".

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

Inhalación provoca tos, sabor metálico, fiebre de los humos metálicos. Extracción localizada o protección respiratoria. Primeros auxilios: aire limpio, reposo.

En ojos causa enrojecimiento. Se obliga uso de pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

Riesgos de la ingestión son calambres abdominales, diarrea y vómitos. Prohibido comer, beber y fumar durante el trabajo. A los afectados enjuagar la boca, dar a beber abundante agua, provocar el vómito (únicamente en personas conscientes) y someter a atención médica.

- Óxido de titanio: La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol. Se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire cuando se dispersa.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

Síntoma de contacto con ojos es el enrojecimiento. Usar 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.

Para evitar la ingestión no comer, beber o fumar en el puesto de trabajo. Si se diera el caso enjuagar la boca.

- Argón: El gas es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Al producirse pérdidas en zonas confinadas este gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.

La sustancia se puede absorber por inhalación. El líquido puede producir congelación.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación causa vértigo, embotamiento, dolor de cabeza y asfixia. Para evitar estos síntomas utilizar ventilación y para paliarlos proporcionar aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.

El contacto con el líquido provoca congelación en la piel (usar guantes aislantes del frío y traje de protección. En caso de congelación: aclarar con agua abundante, no quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.

El contacto con el líquido provoca congelación en los ojos. Usar gafas ajustadas de seguridad, o pantalla facial. Si se produjera contaminación enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

- Ozono: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones funcionales. El gas es más denso que el aire, al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al gas. La inhalación de gas a una concentración por encima de 5ppm, puede causar edema pulmonar. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación provoca dolor de garganta, tos, dolor de cabeza, jadeo y dificultad respiratoria. Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. A los pacientes proporcionar aire limpio y reposo en posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

El contacto con el líquido provoca congelación en la piel (usar guantes aislantes del frío y traje de protección. En caso de congelación: aclarar con agua abundante, no quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.

Síntoma de contacto con ojos es el enrojecimiento y dolor. Usar 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.

- Dióxido de nitrógeno: La sustancia es corrosiva para la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del gas o el vapor puede originar edema pulmonar. La exposición muy por encima del OEL (límite de exposición ocupacional) puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. La exposición prolongada de la sustancia puede afectar al sistema inmune y el pulmón, dando lugar a menor resistencia frente a infecciones. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La inhalación produce sensación de quemazón, dolor de garganta, tos, vértigo, dolor de cabeza, sudoración, dificultad respiratoria, náuseas, vómitos, jadeo y debilidad. Son síntomas no inmediatos. Como prevención usar ventilación, extracción localizada o

protección respiratoria. A los pacientes proporcionar aire limpio y reposo en posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

Contacto con la piel origina dolor, enrojecimiento, quemaduras cutáneas. Usar guantes de protección y traje de protección. En casos de riesgo quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.

En ojos causa dolor, enrojecimiento y quemaduras profundas graves. Se obliga uso de pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica

Para prevenir la ingestión no comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo y lavarse las manos antes de comer. En situación de riesgo enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica

- Óxido de dinitrógeno: La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a disminución del estado de alerta. Una exposición repetida o prolongada de la sustancia puede afectar a la médula ósea y al sistema nervioso periférico. Puede producir alteraciones en la reproducción humana.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

Efectos de la inhalación son euforia, somnolencia y pérdida del conocimiento. Como medidas preventivas usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. Proporcionar asistencia médica, aire limpio y reposo.

El contacto con el líquido provoca congelación en la piel (usar guantes aislantes del frío y traje de protección. En caso de congelación: aclarar con agua abundante, no quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.

El contacto con el líquido provoca congelación en los ojos. Usar gafas ajustadas de seguridad, o pantalla facial. Si se produjera contaminación enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.

- Monóxido de carbono: Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire. La sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a carboxihemoglobinemia y a alteraciones cardíacas. La exposición a elevados niveles puede producir la muerte. Se recomienda vigilancia médica. La exposición prolongada de la sustancia puede afectar al sistema cardiovascular y al sistema nervioso central además puede producir alteraciones en la reproducción humana.

Prevención y primeros auxilios ante los principales tipos de exposición

La principal vía de exposición se da a través de la Inhalación que causa dolor de cabeza, confusión mental, vértigo, náuseas, debilidad y pérdida del conocimiento. Como precaución se usará ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.

Al personal afectado se le trasladara a una zona con aire limpio y indicándole reposo y aplicando respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.

Elementos tóxicos del decapado

El vapor o rocío de soluciones concentradas pueden provocar severa irritación nasal, garganta irritada, sofocamiento, tos y dificultad para respirar. Las exposiciones prolongadas pueden provocar quemaduras y úlceras en nariz y garganta. Las exposiciones severas aunque sean de unos pocos minutos, pueden causar una acumulación de fluido en los pulmones que pone en riesgo la vida (edema pulmonar). Los síntomas de edema pulmonar, como la falta de aire, pueden tardar varias horas en aparecer después de la exposición. La exposición a bajas concentraciones de rocío o vapor del ácido por inhalación puede causar sangrado de nariz y encías, bronquitis, dolor estomacal (gastritis) y daño al esmalte de los dientes. La erosión dental se vuelve más severa con una mayor exposición.

Las soluciones concentradas pueden causar dolor, así como profundas y severas quemaduras de la piel. La exposición prolongada y repetida a las soluciones diluidas frecuentemente causa irritación, enrojecimiento, dolor, resequedad y agrietamiento de la piel. La exposición repetida de la piel a concentraciones bajas de rocío o vapor del ácido puede causar enrojecimiento, hinchazón y dolor (dermatitis).

Al contacto con los ojos causa dolor inmediato, quemaduras y daños severos en la córnea, lo cual puede resultar en ceguera permanente. Las concentraciones bajas de vapor o rocío pueden ser irritantes de inmediato y causar enrojecimiento.

Condiciones médicas existentes que posiblemente se agraven por la exposición: La irritación de la piel puede agravarse en las personas con lesiones existentes en la piel. La inhalación de vapores o rocíos puede agravar el asma crónico o agudo y las enfermedades pulmonares crónicas, como el enfisema y la bronquitis.

El ácido clorhídrico no está regulado como carcinógeno por OSHA (Administración de seguridad y salud ocupacional) ni por la ACGIH (Conferencia americana de higienistas industriales gubernamentales) o la IARC (Agencia Internacional de investigación sobre el cáncer)

Como prevención usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria, guantes aislantes, traje de protección y gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria

Elementos tóxicos en el pintado

- Acetato de n-butilo: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. Puede afectar al sistema nervioso central. La exposición muy por encima del LEP podría causar disminución del estado de alerta. El líquido desengrasa la piel en una exposición prolongada o repetida.

Irritante de la piel y además la reseca. Deben usarse guantes protectores. Quitar las ropas contaminadas y aclarar la piel con agua abundante o ducharse.

Es irritante severo de los ojos provoca enrojecimiento y dolor. Usar 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.

La inhalación produce irritación de la conjuntiva, de la nariz y del tracto respiratorio, tos, dolor de garganta y cabeza y vértigo. La inhalación de los vapores causa irritación en el sistema respiratorio, náuseas, vómitos, somnolencia y diarrea; también depresión del sistema nervioso central con síntomas como dolor de cabeza, debilidad muscular, confusión, desvarío y delirio. Como medidas preventivas usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. Proporcionar asistencia médica, aire limpio y reposo.

Para evitar la ingestión no beber, comer o fumar durante el trabajo. Su principal síntoma son las náuseas, si se dan enjuagar la boca, no provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.

- El éter metílico de propileno glicol o DPGME comercial es una mezcla de cuatro isómeros donde predomina el 1-(2-metoxi-1-metiletoxi)-2-propanol.

La exposición aguda a niveles elevados de DPGME provoca la depresión del sistema nervioso central. En términos generales, los efectos agudos de los éteres glicólicos se limitan al sistema nervioso central y son parecidos a la toxicidad aguda de los disolventes. Estos efectos consisten en mareo, cefalea, confusión, fatiga, desorientación, habla titubeante y, si son suficientemente intensos, depresión respiratoria y pérdida de consciencia. La exposición durante largos períodos de tiempo produce irritación de la piel, anemia, supresión de la médula ósea, encefalopatía y toxicidad reproductiva. No se dispone de datos sobre carcinogénesis. La exposición de animales a concentraciones de 50 ppm produce importantes anomalías fetales durante el embarazo. El efecto más importante para la salud parece ser el que se ejerce en el sistema reproductor humano, con una disminución de la espermatogénesis.

- Tolueno: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. Puede afectar al sistema nervioso central. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química. La exposición a altas

concentraciones puede producir arritmia cardiaca y pérdida del conocimiento. En la exposición prolongada el líquido desengrasa la piel y puede afectar a sistema nervioso central. La exposición a esta sustancia puede potenciar el daño auditivo causado por la exposición a ruido. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.

Inhalación causa tos, dolor de garganta, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas y pérdida del conocimiento. Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. Proporcionar asistencia médica, aire limpio, reposo.

Provoca piel seca y enrojecimiento. Usar guantes de protección. Quitar las ropas contaminadas, lavar la piel con agua y jabón y solicitar atención médica. En ojos causa enrojecimiento y dolor. Usar 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.

Ingestión: Sensación de quemazón y dolor abdominal. No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Como primeros auxilios enjuagar la boca, no provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.

- Naftaleno: La sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a lesiones en las células sanguíneas (hemólisis). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. La exposición por ingestión puede producir la muerte. Se recomienda vigilancia médica. En la exposición prolongada la sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a anemia hemolítica crónica y a los ojos, dando lugar al desarrollo de cataratas. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos y mutágeno categoría 3B.

La inhalación provoca dolor de cabeza, debilidad, náuseas, vómitos, sudoración, confusión mental, ictericia y orina oscura. Como prevención utilizar ventilación si no se trata de polvo, extracción localizada o protección respiratoria. En caso de afección proporcionar asistencia médica, aire limpio y reposo.

Puede absorberse por la piel por lo que se deben usar guantes de protección. Aclarar la piel afectada con agua abundante o ducharse.

Para proteger los ojos usar 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.

La ingestión causa dolor abdominal, diarrea, convulsiones y pérdida del conocimiento. No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer. Como primeros auxilios proporcionar asistencia médica y reposo.

- MIBK (metil isobutil cetona): La inhalación provoca tos, dolor de cabeza, congestión, salivación, suave deshidratación, bronquitis, neumonitis química y/o edema pulmonar y efectos sobre el sistema nervioso central. Usar ventilación, extracción localizada o

protección respiratoria. Como primeros auxilios sacar a la persona del lugar de exposición proveer asistencia respiratoria y RCP y proporcionar asistencia médica.

Provoca irritación en la piel. Usar guantes de protección. Quitar las ropas contaminadas, lavar la piel con agua y jabón y solicitar atención médica.

Puede causar ceguera y daños en los tejidos. Usar gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial. En caso de contaminación lavar inmediatamente con agua durante 15 minutos y buscar atención médica.

La ingestión provoca dolor abdominal, náuseas, vómitos, tos, somnolencia, dolor de cabeza, jadeo, debilidad. Para evitar la contaminación no comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Como primeros auxilios proporcionar asistencia médica y no provocar el vómito.

Capítulo 6

Identificación de los puestos de trabajo

Corte

El corte se realiza con un proceso automatizado de CNC, no obstante, un trabajador controlara el correcto desarrollo del corte y evaluara la calidad de este, además de introducir ajustes en el sistema de control, por lo que estará expuesto a los riesgos del corte de plasma a cierta distancia e ira equipado con una pantalla o casco de soldador con vidrio graduable y ropa de protección sin ningún elemento de metal, no es necesario el uso de equipo de respiración individual puesto que la máquina de corte dispone de un sistema de extracción localizada.

El uso de protectores auditivos no es recomendable puesto que en el proceso de corte se produce un nivel de ruido alto.

El operario estará expuesto durante una jornada laboral de 8 horas al día y cinco días a la semana, lo que suma un total de 40 horas semanales.

Decapado

El decapado anterior y posterior al soldado será realizado por inmersión, el trabajador se encontrara manipulando la grúa con la que se sumergen en el deposito los distintos elementos y controlará el tiempo de inmersión. La sustancia es muy corrosiva y los vapores son peligrosos por lo que el operario trabajará evitando cualquier contacto con la piel equipado con ropa impermeable que cubrirá todas las partes del cuerpo, guantes, botas y mascara con cartucho químico con cartucho para gases ácidos. La jornada laboral será de 40 horas semanales.

Soldadura

La soldadura de las distintas piezas se hará utilizando el tipo de soldadura de arco con electrodo revestido y de forma manual por considerarse más eficiente y económico para la empresa debido a la complejidad del trabajo. Estarán expuestos a los agentes antes mencionados durante una jornada laboral de 40 horas semanales y se protegerán con casco de soldador con vidrio graduable de cristal líquido o vidrio normalizado con protección lateral y equipo autónomo de aporte de aire a través de la pantalla de soldar, delantal de soldador o cualquier otra ropa de protección con pechera de cuero y guantes de cuero en ambas manos, sin ribetes o cualquier otra parte de metal.

Proceso de pintado

La jornada laboral de los pintores será también de 40 horas semanales. Tanto en la preparación de las pinturas, en las que el pintor debe trasvasar líquidos de un recipiente a otro y luego agitarlos para homogeneizar la mezcla, como en la limpieza de equipos y herramientas, el pintor está expuesto a posibles salpicaduras de disolvente o proyecciones de partículas que pueden ocasionar lesiones en los ojos. Desde estas operaciones hasta el final del proceso se recomienda la utilización de gafas de seguridad que protejan al operario, monos de trabajo, específicos de pintura, que eviten el contacto con las partículas sólidas y neblinas generadas en los procesos de pulverización de pintura así como guantes. También se utilizará un equipo autónomo de filtración gracias al cual, al operario le llega aire limpio por una conducción hasta una escafandra respiratoria.

Los trabajos en el área de pintura no suelen ser muy ruidosos, pero cuando se conectan varios equipos a la vez (aspiración, cabina) el nivel de ruido supera los 80 decibelios recomendados, siendo aconsejable el empleo de protectores acústicos

Capítulo 7.

Método de toma de muestras

Según los distintos procesos y sustancias se aplicaran diversos tipos de toma de muestras, para obtener una evaluación correcta.

CONTAMINANTES QUIMICOS

Determinación de materia particulada en aire

Utilizaremos el método gravimétrico (referencia MTA/MA – 014/A11). La muestra se recoge haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un muestreador que incorpora un elemento de retención adecuado, con la ayuda de una bomba de muestreo.

La cantidad de materia retenida en el elemento de retención, expresada en miligramos, se obtiene como diferencia entre la pesada del elemento de retención posterior y previa al muestreo.

A partir de dicha cantidad, y teniendo en cuenta el volumen de aire muestreado, se obtiene la concentración de materia particulada en aire, en miligramos por metro cúbico.

Colocaremos una bomba de muestreo en el cinturón del encargado del corte y de la soldadura capaz de mantener un funcionamiento continuado durante el tiempo de muestreo requerido.

Para muestreos a caudales inferiores a 5 l/min la bomba cumplirá los requisitos recogidos en la Norma UNE-EN 1232. Para muestreos superiores a 5 l/min la bomba cumplirá los requisitos recogidos en la Norma UNE-EN 12919

Calibraremos la bomba de muestreo recomendablemente utilizando un medidor de caudal de burbuja ya que sus lecturas son independientes de la temperatura y la presión atmosférica (CEN/TR 15230)

Colocaremos el muestreador (dispositivo diseñado para captar una o varias de las fracciones del aerosol definidas en la Norma UNE-EN 481 y que debe cumplir con lo establecido en la Norma UNE-EN 13205, relativa al funcionamiento de los instrumentos para la medición de concentraciones de aerosoles, y en el documento técnico CEN/TR 15230) cercano a las vías respiratorias del trabajador, con un elemento de retención como filtro, espuma u otro que garantice una eficacia de retención no inferior al 99 % del aerosol suspendido en el aire. La elección del elemento de retención viene condicionada, en general, por el sistema de muestreo utilizado y por consideraciones analíticas como son la dimensión y tamaño del poro, eficacia de retención, pérdida de carga, humedad o electricidad estática. También interviene en la elección del muestreador

Fracción del aerosol	Muestreador personal	Caudal de muestreo l/min	Elemento de retención	Fabricante
Inhalable	IOM	2	Filtro de 25 mm en portafiltro	SKC
	PGP-GSP 3,5	3,5	Filtro de 37 mm	GSM
	PGP-GSP 10	10	Filtro de 37 mm	GSM
	BUTTON	4	Filtro de 25 mm	SKC
	CIP-10I	10	Espuma	Arelco
	PAS-6	2	Filtro de 25 mm	No disponible
Torácica	CIP 10T	7	Espuma	Arelco
	GK 2.69	1,6	Filtro de 37 mm	BGI
	PEM 200	2	Filtro de 37 mm	MSP
4				
Respirable	IOM Multidust	2	Filtro de 25 mm en portafiltro	SKC
	CIP 10R	10	Espuma	Arelco
	GK 2.69	4,2	Filtro de 37 mm	BGI
	SIMPEDS	2,2	Filtro de 25 mm	Casella
	Ciclón polvo respirable	2,2	Filtro de 25 mm	BGI
	Ciclón aluminio	2,5	Filtro de 25 ó 37 mm	SKC
	Ciclón plástico conductor	2,2	Filtro de 25 ó 37 mm	SKC
	PGP-FSP 2	2	Filtro de 37 mm	GSM
	PGP-FSP 10	10	Filtro de 37 mm	GSM
Ciclón nylon 10 mm	1,7	Filtro de 37 mm	Panametrics	
Inhalable y Respirable	IOM Multidust	2	Espuma y filtro de 25 mm en portafiltro	SKC
Inhalable, Torácica y Respirable	Respicon	3,11	Filtro de 37 mm	HundTSI

Determinación de metales y sus compuestos iónicos en aire

Utilizaremos el método de filtro de membrana/espectrofotometría de absorción atómica MTA/MA-025/A92. Consiste en hacer pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana de celulosa para recoger los metales y compuestos metálicos de interés. El filtro conteniendo la muestra recogida se trata con ácido nítrico concentrado. Los metales presentes se solubilizan y la disolución se aspira a la llama de un espectrofotómetro de absorción atómica equipado con una lámpara de cátodo hueco o de descarga sin electrodos de cada metal en cuestión.

El equipo de muestreo necesario constará de filtros de 37 mm de diámetro, con una eficacia de retención no inferior al 99% para partículas de diámetro aerodinámico medio de 0,3 μm (ISO/TR 7708), un muestreador, diseñado para captar la fracción inhalable definida en UNE-EN 481, que cumpla con lo establecido en UNE-EN 13205 y CEN/TR 15230, y que sea compatible con el filtro y el sistema de muestreo utilizado, tubo flexible, de plástico o goma para conectar a la bomba de muestreo y al

muestreador, de longitud y diámetro adecuados a fin de evitar estrangulamientos y fugas en las conexiones. Bomba de muestreo, con posibilidad de regulación del caudal y capacidad para mantenerlo constante dentro de un intervalo de $\pm 5\%$ del valor nominal, durante todo el tiempo de muestreo (en nuestro caso será de 2l/min), medidor de caudal de burbuja de jabón para calibración de la bomba, capaz de medir el caudal con una precisión del $\pm 5\%$ (nivel de confianza del 95%).

Se calibra la bomba de muestreo con un sistema representativo de la toma de muestra real, al caudal recomendado para el muestreador. Se anotan la temperatura y presión ambientales durante la calibración de la bomba de muestreo.

Colocamos el filtro en el muestreador se manipulará únicamente con pinzas de puntas planas. El muestreador se cerrará con tapones adecuados hasta ser instalado para comenzar el muestreo.

Antes de comenzar el muestreo se retiran los tapones del muestreador y se conecta éste a una bomba de muestreo, mediante el tubo flexible asegurándose de que no existen fugas. Se coloca el muestreador en la zona de respiración del trabajador, en el caso del trabajador encargado del corte, sujeto en la solapa. Para el puesto de trabajo de soldador se colocará en la parte inferior de la careta para comprobar si el sistema funciona. La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón o en cualquier otro lugar de la ropa del trabajador procurando evitar estrangulamientos del tubo flexible.

Pondremos en marcha la bomba para comenzar la captación de las muestras, el caudal se mantendrá durante la toma de muestra dentro del $\pm 5\%$ del valor nominal. Las muestras no serán válidas si el caudal no se ha mantenido dentro de los límites fijados.

Al finalizar la toma de muestra, se anotan el caudal y el tiempo de muestreo. Se retira el muestreador del sistema de muestreo y se vuelven a poner los tapones para cerrarlo.

Se registran la referencia de la muestra y todos los datos del muestreo. Por cada lote de muestras tomadas en las mismas condiciones se adjuntarán 1 ó 2 filtros que serán etiquetados como blancos. Estos filtros habrán sido sometidos exactamente a la misma manipulación que las muestras, excepto que a través de ellos no se habrá hecho pasar aire. Se recomienda al menos un filtro blanco por cada 10 filtros de muestra. El envío de las muestras debe efectuarse en recipientes adecuados, para prevenir posibles daños o pérdidas de muestra durante el transporte.

Otros productos de los humos de soldadura con procedimientos distintos de toma de muestras

Las muestras de *silicio* tienen un procedimiento similar de toma de muestras (método del filtro de membrana), pero estas serán analizadas utilizando difracción de rayos X (MTA/MA - 056/A06)

Fósforo en aire se obtendrá con el método de adsorción en gel de sílice y análisis con cromatografía iónica (MTA/MA-019/A90). La muestra se recoge haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo relleno de gel de sílice, mediante una bomba de muestreo personal. Posteriormente se desorbe con eluyente calentado y se analiza la disolución resultante en un cromatógrafo iónico equipado con detector de conductividad.

El sistema de toma de muestras difiere del método metales y sus compuestos iónicos en aire en que en lugar de un filtro se usa un tubo de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 11 cm de longitud, 7 mm de diámetro externo y 4,8 mm de diámetro interno, conteniendo dos secciones de gel de sílice separadas por una porción de espuma de poliuretano. La primera sección contiene 400 mg de gel de sílice 20/40 mallas y la segunda 200 mg. Entre el extremo de salida del tubo y la segunda sección se coloca una porción de espuma de poliuretano. Delante de la primera sección se coloca un tapón de lana de vidrio silanizada. Los tubos deberán disponer de tapones de polietileno que ajusten bien, para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestras.

Por lo demás el sistema de toma de muestras es similar, tras calibrar la bomba, romper los dos extremos del tubo de gel de sílice justo antes de comenzar el muestreo y conectaremos la bomba al tubo de muestreo que colocaremos verticalmente en la zona de respiración del trabajador.

Determinación de niveles de argón peligrosos en aire

El argón es un gas peligroso porque desplaza el oxígeno del aire y puede producir la asfixia del trabajador, como mínimo deberá haber en aire un 18% de oxígeno, si encontramos menos el ambiente es peligroso. Es por esto que para prevenir los perjuicios que ocasiona el argón realizaremos medidas de oxígeno en aire

Utilizaremos un modelo TPM-LT-DO5510HA, este medidor digital está dotado de una sonda polarográfica con un sensor de temperatura incorporado el cual sirve para medición precisa de la temperatura del oxígeno disuelto. Es capaz de medir un rango de oxígeno en aire desde el 0% hasta el 100%

Determinación de ozono en aire

Captación de la muestra será con tubos colorimétricos de lectura directa (410-1-A/95), comercializados por Dräger. El método consiste en hacer pasar el aire que contiene el

contaminante mediante una bomba mecánica de fuelle y con recorrido constante de 100 cc de aire por embolada, a través de un tubo con escala graduada que contiene un lecho sólido impregnado en un reactivo, de forma que el cambio de color y la extensión de éste en la capa sólida permiten leer en la escala la concentración de ozono en ppm.

La muestra se realizara en el puesto de trabajo del operario encargado del corte y de la soldadura y a la altura de las vías respiratorias.

Según el instituto nacional de higiene y seguridad en el trabajo para nuestro caso, de concentración entre 0,05 - 0,7 ppm el número de emboladas a realizar es 10 y el color del lecho sólido indicador junto con el reactivo vira de azul pálido a blanco.

Determinación de óxidos nitrógeno en aire

Para la captación de ambos óxidos de forma simultánea utilizaremos la norma técnica de prevención NTP 171. Un volumen conocido de aire se hace pasar a través de un tubo absorbente de tres secciones. En la primera sección un absorbente sólido impregnado de trietanolamina retiene el dióxido de nitrógeno, aunque no el monóxido de nitrógeno. En la segunda sección un oxidante convierte el monóxido de nitrógeno en dióxido de nitrógeno que es retenido en la tercera sección, constituida por un absorbente sólido impregnado de trietanolamina, idéntico a la primera.

La primera y tercera sección del tubo se extraen con una solución de trietanolamina separadamente. Una parte alícuota de los mismos se hace reaccionar con N-(1-naftil) etilendiamina, formándose un complejo coloreado que posteriormente se analiza en un espectrofotómetro UV-Visible

Existen otros métodos para captarlos de forma independiente, para el óxido de dinitrógeno se suele utilizar el método de captación en bolsas inertes y análisis con cromatografía de gases (MTA/MA-020/A91). El sistema utilizado es similar a los ya estudiados utilizando una bomba y un tubo de muestra, la variación reside en que en lugar de un filtro o un tubo de sílice, la muestra es captada en bolsas de 5 capas y 5 l de capacidad, provistas de una válvula de cierre y apertura y de una separación para poder tomar muestras para su inyección en el cromatógrafo. Como siempre colocaremos las entradas de los tubos en zonas estratégicas cerca de las vías respiratorias.

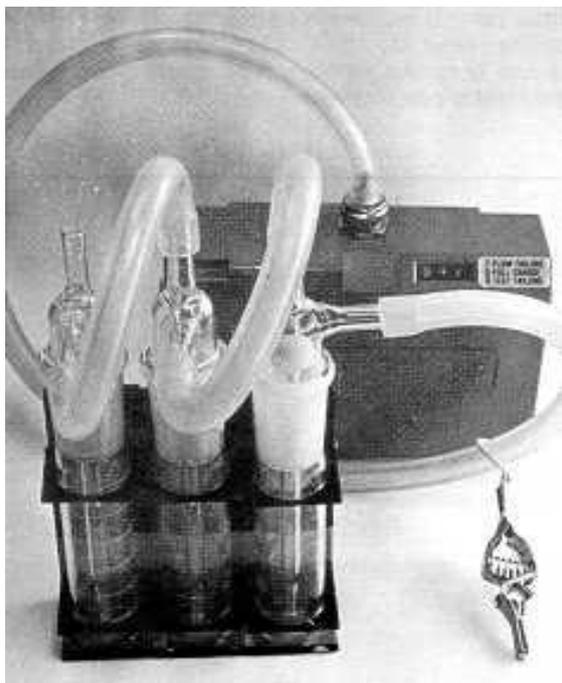
Las bolsas pueden ser utilizadas de nuevo después de su análisis, previa limpieza de las mismas mediante la aplicación de vacío y llenado con nitrógeno purificado dos veces como mínimo.

Determinación de monóxido de carbono en aire

El método consiste en hacer pasar el aire que contiene el contaminante mediante una bomba mecánica de fuelle y con recorrido constante de 100 cc de aire por embolada, a través de un tubo con escala graduada que contiene un lecho sólido impregnado en un reactivo, de forma que el cambio de color y la extensión de éste en la capa sólida permiten leer en la escala la concentración de monóxido de carbono en ppm o porcentaje en volumen. Este método permite estimar la concentración puntual de monóxido de carbono en aire. Si se trata de evaluar concentraciones promedio deberá seguirse el método 408-1-A/95 que consiste en hacer pasar el aire que contiene el contaminante mediante una bomba peristáltica o similar durante una hora, a un caudal de 15 cc/min, a través de un tubo con escala graduada que contiene un lecho sólido impregnado en un reactivo, de forma que el cambio de color y la extensión de éste en la capa sólida permiten leer en la escala la concentración de monóxido de carbono en ppm. El lecho sólido indicador está formado por pentóxido de yodo en presencia de dióxido de selenio y ácido sulfúrico fumante, produciéndose un viraje del blanco a un color verde parduzco, al liberarse yodo.

Determinación de ácido clorhídrico en aire

Un volumen de aire conocido se borbotea a través de impingers conteniendo solución tampón de acetato sódico 0,5 M (PH =5,0). Las muestras diluidas con solución de acetato sódico 0,5 M son analizadas potenciométricamente.



Se conectan dos impingers, provistos de borboteador normal, en serie; conteniendo cada uno de ellos 15 ml de solución absorbente y se utiliza un impinger vacío como trampa, colocado en serie mediante tubo flexible de silicona con los dos impingers de captación, e intercalado entre éstos y la bomba, para protección de ésta.

Colocaremos el tren de captación en la parte anterior de la cintura del operario a muestrear, asegurándolo con una pinza o soporte adecuado a un cinturón. La colocación más idónea del tren de captación es a la altura del hombro del operario; sin embargo ello tan solo es factible en operarios que entrañen suaves o ligeros movimientos del operario. (En nuestro caso el operario se desplaza junto a la grúa para tener mayor control y manejo de las piezas).

Colocaremos la bomba de aspiración convenientemente calibrada, en la parte posterior de la cintura del operario a muestrear asegurándola con un cinturón apropiado, y la conectaremos mediante un tubo de plástico a la salida del tren de muestreo.

Es importante que el aire a muestrear no pase por ningún tubo antes de su entrada al impinger.

Determinación de acetato de n-butilo en aire

Tomaremos las muestras con el método de adsorción en carbón activo para después analizarlas en el laboratorio con cromatografía de gases (MTA/MA-023/A92). Este método es similar al de toma de muestras del fósforo con la excepción de que los tubos usados para recoger las muestras. Éstos son tubos de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro interno, conteniendo dos secciones de carbón activo separadas por una porción de espuma de poliuretano de 2 mm. La primera sección contiene 100 mg de carbón activo 20/40 mallas y la segunda 50 mg. Entre el extremo de salida del tubo y la segunda sección se coloca una porción de 3 mm de espuma de poliuretano. Delante de la primera sección se coloca un tapón de lana de vidrio.

Normalmente el caudal no debe exceder de 200 ml/min recomendándose un volumen de muestra de 2 litros por lo que necesitaremos 10 min para cada muestra.

Determinación de éter metílico de propileno glicol en aire

La captación de la muestra se realiza según la referencia 324-1-A/99 con carbón activo de coco, en tubos con dos secciones separadas por espuma de poliuretano (habitualmente con 100 y 50 mg de carbón). Por lo demás el sistema tiene el mismo funcionamiento que los anteriores métodos. Se calibra la bomba de muestreo con un sistema representativo de la toma de muestra real, al caudal recomendado para el

mustreador, colocamos la probeta y se conecta a la bomba de muestreo, mediante un tubo flexible asegurándose de que no existen fugas.

Tras la recogida de muestras, estas serán analizadas con cromatografía de gases.

Determinación de tolueno en aire

La determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, etilbenceno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenceno) en aire se realiza mediante el método de adsorción en carbón activo y son analizados con cromatógrafo de gases según MTA/MA-030/A92.

Este método es aplicado para concentraciones comprendidas entre 40 mg/m³ a 810 mg/m³ en muestras de cinco litros de aire.

Se utilizarán tubos de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro interno, conteniendo dos secciones de carbón activo separadas por una porción de espuma de poliuretano de 2 mm. La primera sección contiene 100 mg de carbón activo y la segunda 50 mg.

Se tomarán las muestras desde las vías respiratorias y la bomba portátil se colocará con un cinturón.

Determinación de naftaleno en aire

Se tomarán las muestras según el método 327 - 1 - A / 11. Se utiliza Chromosorb 106, en tubos con dos secciones separadas por espuma de poliuretano. Este método se ha desarrollado por la baja eficacia de desorción del naftaleno en tubos de carbón activo cuando la cantidad recogida en el mismo es inferior a 10 mg

El método ha sido validado en el intervalo de concentraciones de 0,4 y 102 mg/m³, en muestras de 10 l de aire. En ausencia de información sobre concentraciones probables o sobre presencia de otros compuestos, es conveniente utilizar un caudal de 0,2 lpm, recomendándose un volumen de muestra de 10 l que será analizada más tarde con un cromatógrafo de gases.

Determinación de MIBK en aire

La captación de la muestra se realiza según la referencia 301-1-B/99 con carbón activo de coco, en tubos con dos secciones separadas por espuma de poliuretano (habitualmente con 100 y 50 mg de carbón). Por lo demás el sistema tiene el mismo funcionamiento que los anteriores métodos. Se calibra la bomba de muestreo con un sistema representativo de la toma de muestra real, al caudal recomendado para el mustreador, colocamos la probeta y se conecta a la bomba de muestreo, mediante un tubo flexible asegurándose de que no existen fugas.

Tras la recogida de muestras tomadas cerca de las vías respiratorias del trabajador, estas serán analizadas con cromatografía de gases.

CONAMINANTES FÍSICOS

Ruido

El conocimiento de la dosis de exposición a ruido de cada trabajador es el elemento fundamental, a partir del cual, se derivan todas las actuaciones preventivas a llevar a cabo, que en determinados casos, pueden suponer un esfuerzo importante (tanto técnica como económicamente) para la empresa, sobre todo, cuando se dan dosis diarias de ruido superiores a los 85 dB(A) que es la dosis límite a partir de la cual, la normativa referida obliga taxativamente a mejorar las condiciones de trabajo.

R.D. 286/2006	$L_{Aeq, d}$	L_{pico}
Valores límite de exposición	87 dB (A)	140 dB (C)
Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción	85 dB (A)	137 dB (C)
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	80 dB (A)	135 dB (C)

Por otra parte, el R. D. 286/2006 recoge una serie de indicaciones sobre el proceso de evaluación que se ha de efectuar para obtener la mencionada dosis de ruido, siempre basándose en la medición de los niveles sonoros existentes y del tiempo de exposición a los mismos.

Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.

ACCIONES PREVENTIVAS (R.D. 1316/89)	Nivel Diario Equivalente ($L_{Aeq,d}$)			
	≤ 80 dB(A)	> 80 dB(A)	> 85 dB(A)	> 90 dB(A) y/o > 140 dB de L_{pico}
Formación e información de los trabajadores		Sí	Sí	Sí
Evaluación de la exposición al ruido		Cada 3 años	Anual	Anual
Suministrar protectores auditivos		A quien lo solicite	A todo el personal	Uso obligatorio + señalización
Control médico auditivo		Cada 5 años	Cada 3 años	Anual
Programa técnico/organizativo para disminuir el ruido				Sí

Número y duración de las mediciones: El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en real decreto. Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse:

- por suponer que se supera dicho límite o nivel
- por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración (llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición), hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente.

Medición del Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$)

Sonómetros: Los sonómetros (no integradores-promediadores) podrán emplearse únicamente para la medición de Nivel de presión acústica ponderado (L_pA) del ruido estable. La lectura promedio se considerará igual al Nivel de presión acústica continuo

equivalente ponderado A (LAeq,T) de dicho ruido. El Nivel de exposición diario equivalente (LAeq,d) se calculará con la expresión

$$LAeq,d = LAeq,T + 10 \log \frac{T}{8}$$

Donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día.

Sonómetros integradores-promediadores: Los sonómetros integradores-promediadores podrán emplearse para la medición del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (LAeq,T) de cualquier tipo de ruido. El nivel de exposición diario equivalente (LAeq,d) se calculara mediante las expresiones:

$$LAeq,d = LAeq,T + 10 \log \frac{T}{8}$$

Si un trabajador está expuesto a m distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel de exposición diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones:

$$LAeq,T = 10 \log \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1*LAeq,Ti}$$

Dosímetros: Los medidores personales de exposición al ruido (dosímetros) podrán ser utilizados para la medición del Nivel de exposición diario equivalente (LAeq,d) de cualquier tipo de ruido.

Ruido estable

Si el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo.

En caso de efectuar la medición con un sonómetro se realizaran como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T (LAeq, T) directamente de la media aritmética.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como LAeq,T la media aritmética de ellas.

Ruido periódico

Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro

integrador-promediador o un dosímetro según. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel sonoro equivalente obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco. El $L_{Aeq,T}$ se calcula entonces a partir del valor medio de los $L_{Aeq,Ti}$ obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB se actuará como si fuese un ruido aleatorio.

Ruido aleatorio

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

Método directo: El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado.

Método de muestreo: Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos.

Medición del Nivel de pico (L_{pico})

Los sonómetros empleados para medir el Nivel de pico o para determinar directamente si se sobrepasan los límites o niveles indicados deberán disponer de los circuitos específicos adecuados para la medida de valores de pico. Deberán tener una constante de tiempo en el ascenso igual o inferior a 100 microsegundos.

Capítulo 8.

Análisis de muestras

Espectrofotetría

El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

La espectrofotetría ultravioleta-visible utiliza haces de radiación del espectro electromagnético, en el rango UV principalmente de 200 a 400 nanómetros (nm) y en el de la luz visible de 400 a 700 nm, por lo que es de gran utilidad para caracterizar los materiales en la región ultravioleta y visible del espectro.

Además, no está de más mencionar el hecho de que la absorción y transmitancia de luz depende tanto de la cantidad y de la concentración como de la distancia recorrida

El funcionamiento se basa en dos leyes

1. La Ley de Beer declara que la cantidad de luz absorbida por un cuerpo depende de la concentración en la solución.

Por ejemplo, en un vaso de vidrio tenemos agua con azúcar disuelta y en otro vaso tenemos la misma cantidad de agua pero con mayor cantidad de azúcar en solución. El detector es una celda fotoeléctrica, y la solución de azúcar es la que se mide en su concentración.

Según la ley de Beer, si hiciéramos que un rayo de luz atravesara el primer vaso, la cantidad de luz que saldría del otro lado sería mayor que si repitiéramos esto en el segundo; ya que en el segundo, las ondas electromagnéticas chocan contra un mayor número de átomos o/y moléculas y son absorbidos por estos.

2. En la Ley de Lambert se dice que la cantidad de luz absorbida por un objeto depende de la distancia recorrida por la luz.

Por ejemplo, retomando el ejemplo de los vasos, pero ahora, pensemos que ambos tienen la misma cantidad de agua y la misma concentración de azúcar, pero, el segundo tiene un diámetro mayor que el otro.

Según la ley de Lambert, si hiciéramos que un rayo de luz atravesara el primer vaso, la cantidad de luz que saldría del otro lado sería mayor que si repitiéramos esto en el segundo; ya que en el segundo, las ondas electromagnéticas chocan contra un mayor número de átomos o/y moléculas y son absorbidos por estos; de la misma forma que se explicó en la ley de Beer.



Análisis gravimétrico

La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica, existen tres modos de realizar el análisis gravimétrico:

Método por precipitación: Técnica analítica clásica que se basa en la precipitación de un compuesto de composición química conocida tal que su peso permita calcular mediante relaciones, generalmente estequiométricas, la cantidad original de analito en una muestra.

En este tipo de análisis suele prepararse una solución que contiene al analito (solución madre), a la que posteriormente se agrega un agente precipitante, que es un compuesto que reacciona con el analito en la solución para formar un compuesto de muy baja solubilidad. Posteriormente se realiza la separación del precipitado de la solución madre empleando técnicas sencillas de separación tales como la decantación y/o el filtrado. Una vez separado el sólido precipitado de la solución se procede a secarlo en un horno o estufa para eliminar el remanente de humedad, para finalmente pesarlo y relacionar de esta forma la cantidad de precipitado con la cantidad de analito en la muestra original. El analito a cuantificar se establece de acuerdo a la reacción y su relación estequiométrica con el agente precipitante

En este método el analito es convertido en un precipitado poco soluble, luego se filtra, se purifica, es convertido en un producto de composición química conocida y se pesa.

Método por volatilización: En este método se miden los componentes de la muestra que son o pueden ser volátiles. El método será directo si evaporamos el analito y lo hacemos pasar a través de una sustancia absorbente que ha sido previamente pesada así la ganancia de peso corresponderá al analito buscado; el método será indirecto si

volatilizamos el analito y pesamos el residuo posterior a la volatilización así pues la pérdida de peso sufrida corresponde al analito que ha sido volatilizado.

El método por volatilización solamente puede utilizarse si el analito es la única sustancia volátil o si el absorbente es selectivo para el analito.

Método por electrodeposición: Este método se basa en la deposición sobre un electrodo de un compuesto de relación conocida con el analito que se requiere cuantificar. La cuantificación se realiza mediante la diferencia de peso que se produce en los electrodos antes y después de realizar una reacción de reducción-oxidación en la solución problema, que se moldea ocasionando la precipitación del analito o de un compuesto formado por el mismo.



Difracción de Rayos X

La difracción de rayos X es uno de los fenómenos físicos que se producen al interaccionar un haz de rayos X, de una determinada longitud de onda, con una sustancia cristalina. La difracción de rayos X se basa en la dispersión coherente del haz de rayos X por parte de la materia (se mantiene la longitud de onda de la radiación) y en la interferencia constructiva de las ondas que están en fase y que se dispersan en determinadas direcciones del espacio. Toda fase cristalina presenta una huella dactilar, que es su diagrama de difracción.

El análisis por difracción de rayos X, por el método de polvo, es quizás la técnica más adecuada para el análisis cualitativo de mezclas cristalinas. Además, la intensidad de las líneas de difracción de cada componente en una mezcla es proporcional a la cantidad presente. Por ello, es posible identificar y cuantificar al mismo tiempo las distintas variedades cristalinas. La estimación cuantitativa de cuarzo en la fracción de polvo respirable se lleva a cabo como una operación habitual en algunos laboratorios de Higiene Industrial de todo el mundo.

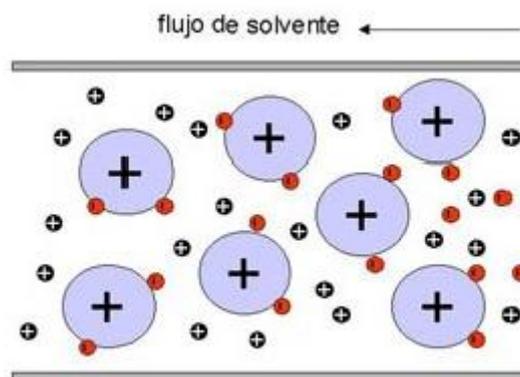


Cromatografía iónica

La cromatografía de intercambio iónico (o cromatografía iónica) es un proceso que permite la separación de iones y moléculas polares basándose en las propiedades de carga de las moléculas.

Es un método eficaz para la separación y determinación de iones, basado en el uso de resinas de intercambio iónico. Cuando una muestra iónica atraviesa estas columnas, los iones presentes sufren una separación debido a las diferentes reacciones que sufren al interactuar con la fase estacionaria de las columnas analíticas: aquellos componentes que son retenidos con más fuerza por la fase estacionaria se mueven lentamente con el flujo de la fase móvil; por el contrario, los componentes que se unen más débilmente a la fase estacionaria, se mueven con más rapidez. Al salir de la columna, la muestra pasa a través de un detector (conductimétrico, amperométrico, etc) donde se registra la señal obtenida respecto al tiempo de retención. El resultado son unos cromatogramas donde la posición de los máximos nos indica el ión presente y su área nos indica la cantidad existente de dicho ión.

La solución que debe inyectarse es usualmente llamada "muestra" y los componentes separados individualmente son llamados analitos. Se obtienen las áreas de los picos de los analitos de interés, determinando la cantidad presente en la muestra. A partir de la masa de los analitos presentes en la muestra se obtienen las concentraciones ambientales.



Cromatografía de gases

La cromatografía de gases es una técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interactúa químicamente con las moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna.

Existen dos tipos de cromatografía de gases (GC): la cromatografía gas-sólido (GSC) y la cromatografía gas-líquido (GLC), siendo esta última la que se utiliza más ampliamente, y que se puede llamar simplemente cromatografía de gases (GC). En la GSC la fase estacionaria es sólida y la retención de los analitos en ella se produce mediante el proceso de adsorción. Precisamente este proceso de adsorción, que no es lineal, es el que ha provocado que este tipo de cromatografía tenga aplicación limitada, ya que la retención del analito sobre la superficie es semipermanente y se obtienen picos de elución con colas. Su única aplicación es la separación de especies gaseosas de bajo peso molecular. La GLC utiliza como fase estacionaria moléculas de líquido inmovilizadas sobre la superficie de un sólido inerte.

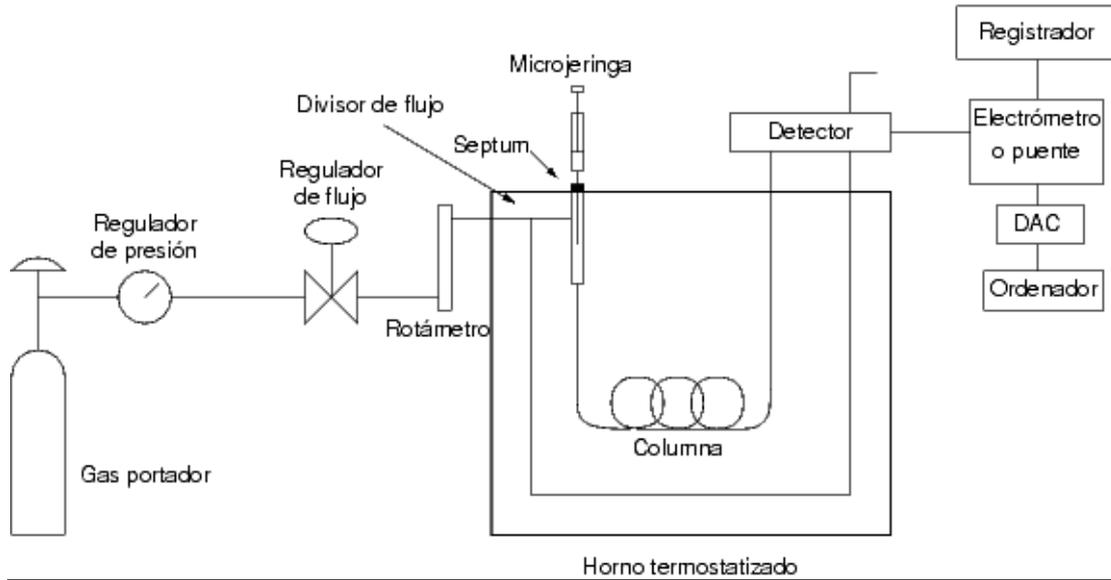
La GC se lleva a cabo en un cromatógrafo de líquidos. Éste consta de diversos componentes como el gas portador, el sistema de inyección de muestra, la columna (generalmente dentro de un horno), y el detector.

El gas portador cumple básicamente dos propósitos, transportar los componentes de la muestra, y crear una matriz adecuada para el detector. Generalmente se emplean gases como el helio, argón, nitrógeno, hidrógeno o dióxido de carbono.

La inyección de muestra. El método más utilizado emplea una microjeringa (de capacidades de varios micro litros) para introducir el analito en una cámara de vaporización instantánea. Si la columna empleada es rellena, el volumen a inyectar será de unos 20 μL , y en el caso de las columnas capilares dicha cantidad es menor, de 1 μL , y dependiendo del tipo de columna capilar.

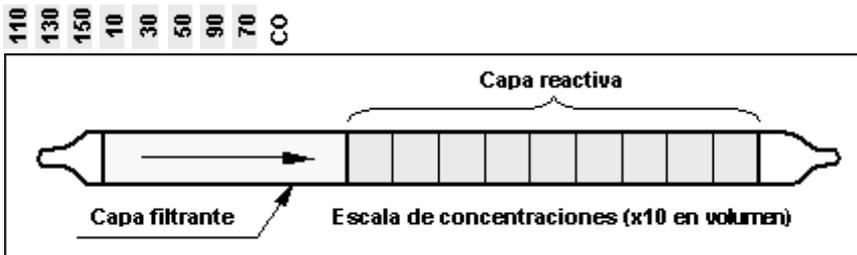
La longitud de estas columnas es variable, de 2 a 60 metros debido a su longitud y a la necesidad de ser introducidas en un horno, las columnas suelen enrollarse en una forma helicoidal con longitudes de 10 a 30 cm

El detector es la parte del cromatógrafo que se encarga de determinar cuándo ha salido el analito por el final de la columna. Algunos tipos de detectores son: los detectores de ionización de llama, detector de conductividad térmica, detector termoiónico, detector de captura de electrones o el detector de emisión atómica.



Tubo colorímetro

Con este método se puede medir la concentración de un gas en función de una intensidad de coloración, pudiéndose hacer de diferentes formas, siendo el más popular en fase sólida.



Dentro de este método los más usados son el papel colorimétrico, que es un soporte de papel de filtro y los tubos colorimétricos que contienen reactivos sensibles a los gases que se desean medir. El cambio de coloración medido por comparación con una carta de colores o bien con células fotosensibles indica la concentración del gas con el sistema de soporte papel. En los tubos colorimétricos, la concentración se determina en función de la longitud del tubo que ha reaccionado al cambio de color.

En ambos casos el volumen de la muestra de gas extraída está controlado, ya sea con una bomba mecánica y rotámetro para el papel o mediante una pera o émbolo de aspiración en los tubos detectores.

Estos tubos detectores están cerrados por sus extremos que se abren en el momento de utilizarlos. En su interior se haya una capa filtrante que elimina los gases que pueden crear interferencias y a continuación otra capa de mayor longitud del reactivo sensible al gas problema.

Las reacciones colorimétricas son irreversibles. La colorimetría es un método de medida puntual, aunque el sistema de papel colorimétrico en continuo (con rollos de papel en forma de casete) se puede considerar continuo.

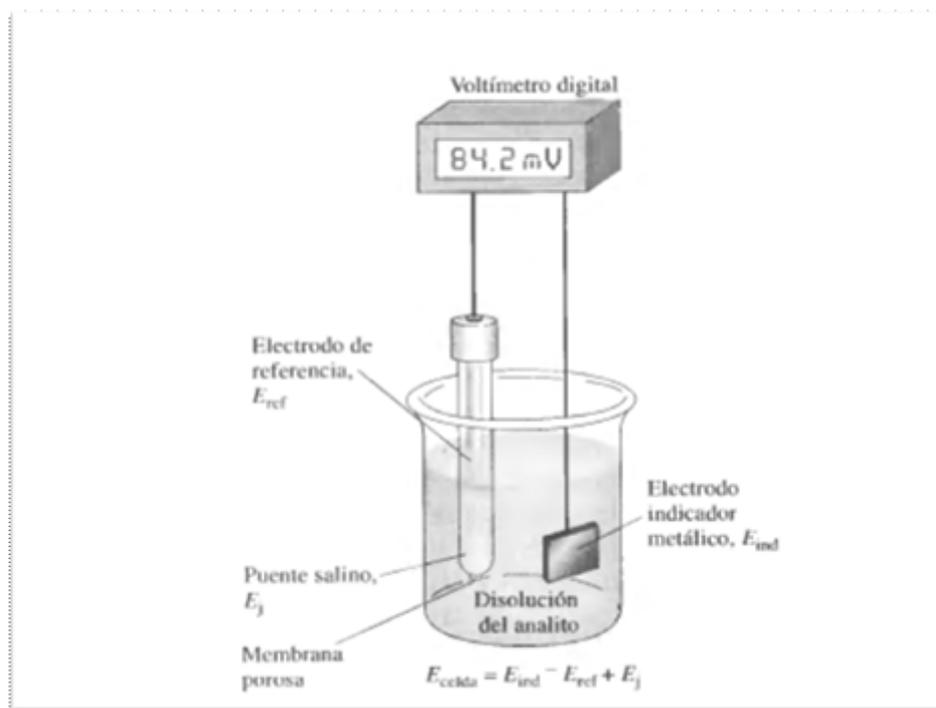
Con estos sistemas se pueden detectar todos los gases susceptibles de cambiar la coloración de una sustancia en contacto con ella.



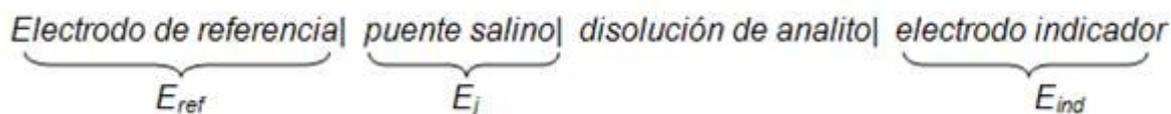
Análisis potenciómetro

Los métodos potenciométricos de análisis se basan en las medidas del potencial de celdas electroquímicas en ausencia de corrientes apreciables. Dicho de otra manera, la potenciometría es una técnica electroanalítica con la que se puede determinar la concentración de una especie electro activa en una disolución empleando un electrodo de referencia (un electrodo con un potencial constante con el tiempo y conocido) y un electrodo de trabajo (un electrodo sensible a la especie electroactiva).

Mediante el siguiente diagrama que describe una celda típica para estudios potenciométricos, se detallarán cada una de las partes en un equipo de potenciometría y sus funciones.



El diagrama de funcionamiento de la celda sería el siguiente:



El electrodo de referencia en este diagrama es una semicelda cuyo potencial de electrodo E_{ref} se conoce con exactitud y es independiente de la concentración del analito u otros iones en la disolución de estudio. Aunque puede tratarse de un electrodo normal de hidrógeno, este se usa pocas veces ya que su empleo y mantenimiento es algo problemático. Por convenio, el electrodo de referencia siempre se usa como el de la izquierda en las medidas potenciométricas. El electrodo indicador que se sumerge en la disolución del analito, adquiere un potencial E_{ind} , que depende de la actividad del analito. Muchos electrodos que se emplean en potenciometría son selectivos en sus respuestas. El tercer componente en una celda potenciométrica es el puente salino, el cual impide que los componentes de la disolución del analito se mezclen con el electrodo de referencia. En la superficie de cada extremo del puente salino se desarrolla un potencial de unión líquida. En muchos métodos electroanalíticos el potencial de unión es suficientemente pequeño para no tenerse en cuenta. Sin embargo en los métodos potenciométricos, el potencial de unión y su incertidumbre pueden ser factores que afecten la exactitud y precisión de la medida

El potencial de la celda que se acaba de describir, se escribe

$$E_{\text{celda}} = E_{\text{ind}} - E_{\text{ref}} + E_j$$

La información de interés, la concentración del analito, está implícita en E_{ind} . Así pues, para la determinación potenciométrica debe medirse el potencial de celda, corregirlo respecto de los potenciales de referencia y de unión y calcular la concentración del analito a partir del potencial del electrodo indicador. En un sentido estricto, el potencial de una celda galvánica se relaciona con la actividad del analito. La calibración adecuada del sistema de electrodos es la única forma de calcular la concentración del analito con disoluciones de concentración conocida.

Capítulo 9.

Concentraciones de las distintas sustancias

Bases de la toma de muestras*Cálculo del número mínimo de muestras por jornada*

Como criterio orientativo, se puede utilizar el que propone el la norma UNE-EN 689, válido cuando el periodo de exposición es uniforme (no se esperan fluctuaciones importantes de concentración).

Tiempo de duración de la muestra	Ejemplos de tipo de medición	Nº de muestras necesario para abarcar el 25% de la exposición (supuestas 8 h)	Nº mínimo de muestras recomendado por la UNE-EN 689
10 segundos	Equipos de lectura directa. Medición puntual	720	30
1 minuto	Tubos detectores de corta duración (tubos colorimétricos)	120	20
5 minutos	Tubos detectores de corta duración	24	12
15 minutos	Tubos adsorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadores, etc.	8	4
30 minutos	Tubos adsorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadores, etc.	4	3
1 hora	Filtros para muestreo de aerosoles	2	2
2 horas	Filtros para muestreo de aerosoles	1	1

Obtención de la concentración media ambiental ponderada correspondiente a una jornada de trabajo

Tipos de muestreo en una jornada de trabajo	Exposición Diaria
Tipo A. Muestreo durante todo el periodo de exposición mediante una sola muestra	$ED = C_1 x \frac{T}{8}$
Tipo B. Muestreo durante todo el periodo de exposición mediante varias muestras consecutivas	$ED = \frac{C_1 x t_1 + C_2 x t_2 + C_3 x t_3}{t_1 + t_2 + t_3} x \frac{T}{8}$
Tipo C. Muestreo durante el 70% - 80% de la jornada mediante una sola muestra	$ED \cong C_1 x \frac{T}{8}$
Tipo D. Muestreo durante el 70% - 80% de la jornada mediante varias muestras consecutivas	$ED \cong \frac{C_1 x t_1 + C_2 x t_2 + C_3 x t_3}{t_1 + t_2 + t_3} x \frac{T}{8}$
Tipo E. Muestras de igual duración repartidas de forma aleatoria durante la jornada laboral	ED = Estimación del valor más probable de la media y su intervalo de confianza.
Tipo F. Muestreo de ciclos de trabajo completos que comiencen y terminen durante la exposición de la jornada	$ED \cong \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{N} x \frac{T}{8}$ o estimación del valor más probable de la media y su intervalo de confianza.

Definiciones

La exposición diaria (ED) es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.

Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas

$$ED = \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

Exposición de corta duración (EC) es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

Lo habitual es determinar las EC de interés, es decir, las del período o períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta forma, las concentraciones muestrales obtenidas coincidirán con las EC buscadas.

En una jornada laboral de 8 horas existen 32 periodos de 15 minutos consecutivos. Si además se tienen en cuenta los periodos solapados, el número es muy elevado. Por este motivo, la probabilidad de que, eligiendo un cierto número de periodos, se muestree el de mayor concentración o alguno de los de mayor concentración, es muy baja. Esto justifica que en la práctica se seleccionen "a priori" los periodos de la jornada en los que las condiciones del proceso hagan presuponer una mayor generación de agente químico. Cuando sea posible se muestreará el total de periodos en los que presumiblemente se dan las condiciones más desfavorables, si no, se muestrearán aleatoriamente algunos de ellos.

No obstante, si el método de medición empleado, por ejemplo basado en un instrumento de lectura directa, proporciona varias concentraciones dentro de cada período de 15 minutos, la EC correspondiente se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$EC = \frac{\sum Ci * ti}{15}$$

Siendo:

ci = concentración i-ésima dentro de cada período de 15 minutos.

ti = tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor ci.

Indicador Biológico (IB): Se entiende por indicador biológico un parámetro apropiado en un medio biológico del trabajador, que se mide en un momento determinado, y está asociado, directa o indirectamente, con la exposición global, es decir, por todas las vías de entrada, a un agente químico.

Como medios biológicos se utilizan el aire exhalado, la orina, la sangre y otros. Según cuál sea el parámetro, el medio en que se mida y el momento de la toma de muestra, la medida puede indicar la intensidad de una exposición reciente, la exposición promedio diaria o la cantidad total del agente acumulada en el organismo, es decir, la carga corporal total.

Se consideran dos tipos de indicadores biológicos:

- IB de dosis: Es un parámetro que mide la concentración del agente químico o de alguno de sus metabolitos en un medio biológico del trabajador expuesto.
- IB de efecto: Es un parámetro que puede identificar alteraciones bioquímicas reversibles, inducidas de modo característico por el agente químico al que está expuesto el trabajador.

CONCENTRACIONES OBTENIDAS TRAS ANALISIS DE MUESTRAS

Puesto de corte

Según lo visto anteriormente en la norma UNE 689 se realizaran dos muestras de 60 minutos y un caudal de aire muestreado de 2l/min para todas las sustancias producidas en el corte de plasma a excepción de el monóxido de carbono y el ozono, para los cuales el caudal será de 0,015 l/min.

Los resultados de las distintas concentraciones se adjuntan a continuación.

MUESTRA 1	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Óxido férrico	1,925
Óxido de silicio	0,025
Dióxido de Manganeso	0,01666667
óxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,1
Óxido de Níquel	0,00833333
Óxido de Cromo	0,00416667
Oxido de Cobre	0,04166667
Óxido de Titanio	0,025
Argón	21,9 % Oxigeno
Ozono	0,03993344

Dióxido de nitrógeno	1,46666667
Óxido de dinitrógeno	3,625
Monóxido de carbono	25,0804215

MUESTRA 2	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Óxido férrico	2,008333
Óxido de silicio	0,025
Dióxido de Manganeso	0,083333
óxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,09166667
Óxido de Níquel	0,00833333
Óxido de Cromo	0,005
Oxido de Cobre	0,05833333
Óxido de Titanio	0,025
Argón	21,8 % Oxigeno
Ozono	0,01331115
Dióxido de nitrógeno	1,46666667
Óxido de dinitrógeno	3,625
Monóxido de carbono	32,8452579

CONCENTRACIONES MEDIAS DE LAS MUESTRAS	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Óxido férrico	1,966667
Óxido de silicio	0,025
Dióxido de Manganeso	0,0125
óxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,0958333
Óxido de Níquel	0,00833333
Óxido de Cromo	0,00458333
Oxido de Cobre	0,05
Óxido de Titanio	0,025
Argón	21,85 % Oxigeno
Ozono	0,0266223
Dióxido de nitrógeno	1,46666667
Óxido de dinitrógeno	3,625
Monóxido de carbono	28,9628397

Puesto de Decapado

Según lo visto anteriormente en la norma UNE 689 se realizarán cuatro muestras de 30 minutos y un caudal de aire muestreado de 1 l/min, analizándose un volumen de 0,03m³. Los resultados de las distintas concentraciones se adjuntan en las siguientes tablas.

MUESTRA 1	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Ácido Clorhídrico	8,333
Hidrógeno	20,2 % O2

MUESTRA 2	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Ácido Clorhídrico	6,667
Hidrógeno	21,2 % O2

MUESTRA 3	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Ácido Clorhídrico	6,333
Hidrógeno	21 % O2

MUESTRA 4	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Ácido Clorhídrico	8,667
Hidrógeno	21 % O2

CONCENTRACIONES MEDIAS DE LAS 4 MUESTRAS	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Ácido Clorhídrico	7,5
Hidrógeno	20,85 % O2

Puesto de Soldador

Según lo visto anteriormente en la norma UNE 689 se realizarán dos muestras de 60 minutos y un caudal de aire muestreado de 2l/min para todas las sustancias producidas en el corte de plasma a excepción de el monóxido de carbono y el ozono, para los cuales el caudal será de 0,015 l/min.

Los resultados de las distintas concentraciones se adjuntan en las siguientes tablas.

MUESTRA 1	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Óxido férrico	1,675
Óxido de silicio	0,025
Dióxido de Manganeso	0,01666667
óxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,1
Óxido de Níquel	0,00666667
Óxido de Cromo	0,05833333
Oxido de Cobre	0,08333333
Óxido de Titanio	0,025
Argón	21,03 % Oxigeno
Ozono	0,11980033
Dióxido de nitrógeno	1,46666667
Óxido de dinitrógeno	3,625
Monóxido de carbono	10,7931226

MUESTRA 2	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Óxido férrico	1,50833333
Óxido de silicio	0,025
Dióxido de Manganeso	0,01666667
óxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,1
Óxido de Níquel	0,00416667
Óxido de Cromo	0,075
Oxido de Cobre	0,09166667
Óxido de Titanio	0,025
Argón	20,8 % Oxigeno
Ozono	0,09317804
Dióxido de nitrógeno	1,46666667
Óxido de dinitrógeno	3,625
Monóxido de carbono	11,103716

CONCENTRACIONES MEDIA DE LAS MUESTRAS	
Contaminante	Concentración (mg/m3)

Óxido férrico	1,59166667
Óxido de silicio	0,025
Dióxido de Manganeso	0,01666667
oxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,1
Óxido de Níquel	0,00541667
Óxido de Cromo	0,06666667
Oxido de Cobre	0,0875
Óxido de Titanio	0,025
Argón	20,915 % Oxigeno
Ozono	0,10648918
Dióxido de nitrógeno	1,46666667
Óxido de dinitrógeno	3,625
Monóxido de carbono	10,9484193

Puesto de Pintor

Según lo visto anteriormente en la norma UNE 689 se realizaran cuatro muestras de 15 minutos y un caudal de aire muestreado de 0,2 l/min, analizándose un volumen de 0,003 m³. Los resultados de las distintas concentraciones se adjuntan en las siguientes tablas.

MUESTRA 1	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Acetato de n-butilo	2,66666667
Éter metílico de propileno glicol	0,7
Tolueno	1,13333333
Naftaleno	1,5
MIBK	0,4

MUESTRA 2	
Contaminante	Concentración (mg/m3)
Acetato de n-butilo	2,8
Éter metílico de propileno glicol	1
Tolueno	0,96666667
Naftaleno	1,33333333
MIBK	0,36666667

MUESTRA 3	
Contaminante	Concentración (mg/m³)
Acetato de n-butilo	2,63333333
Éter metílico de propileno glicol	1,16666667
Tolueno	0,76666667
Naftaleno	1,66666667
MIBK	0,66666667

MUESTRA 4	
Contaminante	Concentración (mg/m³)
Acetato de n-butilo	2,9
Éter metílico de propileno glicol	1,23333333
Tolueno	0,83333333
Naftaleno	1,53333333
MIBK	0,56666667
CONCENTRACIONES MEDIA DE LAS 4 MUESTRAS	
Contaminante	Concentración (mg/m³)
Acetato de n-butilo	2,75
Éter metílico de propileno glicol	1,025
Tolueno	0,925
Naftaleno	1,50833333
MIBK	0,5

Valoración por comparación con el Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria (VLA-ED)

Es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED). De esta manera los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud

Sistema de decisión a partir de un pequeño número de muestras ($n \leq 6$). (UNE-EN 689 Anexo C)

Esta metódica establece, con un grado de fiabilidad elevado, si se superará o no el valor VLA-ED a partir del cálculo de los índices de exposición ($I = ED/VLA-ED$) de diferentes jornadas. Para no inducir a falsas conclusiones, es necesario que se cumplan las condiciones siguientes:

1. Que cada índice de exposición proceda de una jornada diferente de muestreo, a poder ser no consecutivas y elegidas al azar.
2. Que el proceso sea repetitivo, esto es, que las condiciones de trabajo no varíen sustancialmente de una jornada a otra, ni a largo plazo.
3. Que las fases diferenciadas de la exposición se muestreen por separado (operaciones distintas del trabajo).
4. Que los periodos de corta duración se hayan valorado aparte, si procede, y no se superen los VLA-EC.

Comparación de la exposición de corta duración (EC) con el valor límite ambiental de corta duración (VLA-EC)

La EC es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

El VLA-EC no se debe sobrepasar en ningún periodo de 15 minutos dentro de una jornada laboral. El planteamiento de las mediciones es pues comprobar si se cumple este requisito muestreando el periodo de exposición de 15 minutos que se supone de máxima exposición.

Como la seguridad de que se ha muestreado el "peor" periodo de 15 minutos no es total, se puede recurrir a la estadística y estimar la probabilidad de que se supere el valor de VLA-EC en alguno de los periodos no muestreados suponiendo que los valores de concentración ambiental se distribuyen de acuerdo con la ley logarítmico-normal.

Efectos combinados de agentes químicos

Los VLA se establecen para agentes químicos específicos y no para las mezclas de éstos. Sin embargo, cuando están presentes en el ambiente varios agentes que ejercen la misma acción sobre los mismos órganos o sistemas, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente. Dicho efecto combinado debe ser considerado como aditivo, salvo que se disponga de información que indique que los efectos son sinérgicos o bien independientes.

De acuerdo con lo anterior, la comparación con los valores límite ha de hacerse calculando

$$\sum \frac{E_i}{VLA_i}$$

donde E_i representa las exposiciones a los distintos agentes presentes y VLA_i , los valores límite respectivos.

Si el resultado obtenido es mayor que la unidad, ha de entenderse que se ha superado el VLA para la mezcla en cuestión.

El cálculo anterior es aplicable, tanto a la comparación de ED con VLA-ED, como a la de EC con VLA-EC.

Resultados obtenidos de la comparación de la concentración con el valor límite

Calculando el índice de exposición a la sustancia $I = \text{concentración exposición laboral} / \text{Valor Límite}$ pueden darse los siguientes casos:

1. Si $I \leq 0,1$ en la primera jornada de trabajo evaluada, la exposición es inferior al límite.
2. Si $I \leq 0,25$ al menos en tres jornadas de trabajo diferentes, la exposición es inferior al límite.
3. Si $I \leq 1$ al menos en tres jornadas de trabajo diferentes, y su media geométrica es inferior a 0,5, la exposición es inferior al límite.

$$MG = \sqrt[n]{I_1 * I_2 * \dots * I_n}$$

4. Si $I > 1$, la exposición es superior al valor límite
5. En cualquier otro caso el procedimiento no conduce a ninguna decisión.

Si se cumple cualquiera de las condiciones 1,2 o 3 la evaluación puede considerarse como concluida, en los casos 4 y 5 puede interpretarse como la primera medición periódica. El establecimiento de un calendario de mediciones periódicas se hace definiendo en primer lugar una unidad de tiempo (siempre inferior o igual a una semana).

El intervalo máximo de tiempo hasta la próxima medición periódica depende del resultado de la medición anterior, se puede confeccionar un calendario con los siguientes criterios:

- 64 semanas si la concentración exposición laboral no excede $\frac{1}{4}$ del VL
- 32 semanas si la concentración exposición laboral excede $\frac{1}{4}$ del VL pero no excede $\frac{1}{2}$ de VL
- 16 semanas si la concentración exposición laboral excede $\frac{1}{2}$ del VL pero no excede el VL

El calendario inicial puede modificarse de acuerdo con los resultados de las mediciones según el resultado de cada medición periódica, que se dividen en cuatro niveles (N1= 0,4 VL; N2=0,7 VL; N3=VL; N4=1,5 VL)

Situación	Resultados de las mediciones periódicas	Decisión
1	$C \leq N1$ dos veces consecutivas	Las tres mediciones programadas siguientes no se efectúan.
2	$C \leq N2$	Se continua según el calendario básico.
3	$N2 < C \leq N4$	Una medición adicional durante la unidad de tiempo.
4	$N2 < C \leq N4$ para dos unidades de tiempo consecutivas.	Se efectua una medición adicional en cada uno de los 4 intervalos programados siguientes. Si este intervalo es una unidad de tiempo, deben de aplicarse medidas inmediatas para reducir la exposición.
5	$N3 < C \leq N4$ dos veces consecutivas	Actuación inmediata para reducir la exposición.
6	$C > N4$	Actuación inmediata para reducir la exposición

En las situaciones 3 y 4, si $C > N3$, deben identificarse las razones por las que el valor límite se ha excedido y deben de tomarse las acciones apropiadas para remediar la situación tan pronto como sea posible.

RESULTADOS DE LOS INDICES DE EXPOSICION

Limites de exposición de las sustancias Publicados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para el año 2012

Contaminante	Concentración (mg/m3)
Óxido férrico	5
Óxido de silicio	0,05
Dióxido de Manganeso	0,2
oxido de Fosforo	1
Óxido de Aluminio	10
Óxido de Níquel	0,1
Óxido de Cromo	0,05
Oxido de Cobre	0,2
Óxido de Titanio	10
Argón	18 % O2
Ozono	0,16
Dióxido de nitrógeno	5,7
Óxido de dinitrógeno	31
Monóxido de carbono	29
Ácido Clorhídrico	7,6
Acetato de n-butilo	724

Éter metílico de propileno glicol	308
Tolueno	192
Naftaleno	53
MIBK	83

Índices de exposición máxima permitida

Corte

Contaminante	EMP
Óxido férrico	0,393
Óxido de silicio	0,5
Dióxido de Manganeso	0,0625
óxido de Fosforo	0,03333333
Óxido de Aluminio	0,009583
Óxido de Níquel	0,08333333
Óxido de Cromo	0,09166667
Oxido de Cobre	0,25
Óxido de Titanio	0,0025
Argón	0,82379863
Ozono	0,16638935
Dióxido de nitrógeno	0,25730994
Óxido de dinitrógeno	0,11693548
Monóxido de carbono	0,99871861

Mezcla de agentes químicos con efectos aditivos

$$\sum EMP = 0,385 + 0,083 + 0,01 + 0,083 + 0,091 + 0,25 + 0,0025 < 1$$

Decapado

Contaminante	EMP
Ácido Clorhídrico	0,986
Hidrógeno	20,85% O ₂

Soldadura

Contaminante	EMP
Óxido férrico	0,31833333
Óxido de silicio	0,5
Dióxido de Manganeso	0,08333333
óxido de Fosforo	0,03333333

Óxido de Aluminio	0,01
Óxido de Níquel	0,05416667
Óxido de Cromo	1,33333333
Oxido de Cobre	0,4375
Óxido de Titanio	0,0025
Argón	0,86062634
Ozono	0,6655574
Dióxido de nitrógeno	0,25730994
Óxido de dinitrógeno	0,11693548
Monóxido de carbono	0,3775317

Mezcla de agentes químicos con efectos aditivos

$$\sum EMP = 0,318 + 0,083 + 0,01 + 0,054 + 1,333 + 0,437 + 0,0025 > 1$$

Pintura

Contaminante	EMP
Acetato de n-butilo	0,00379834
Éter metílico de propileno glicol	0,00332792
Tolueno	0,00481771
Naftaleno	0,02845912
MIBK	0,0060241

Valores límite de exposición a ruido (R.D. 286/2006)

A los efectos de este real decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

→Valores límite de exposición: LAeq,d (Nivel de exposición diario equivalente) = 87 dB(A) y Lpico= 140 dB (C), respectivamente;

→Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: LAeq,d = 85 dB(A) y Lpico = 137 dB (C)

→Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: LAeq,d = 80 dB(A) y Lpico = 135 dB (C), respectivamente.

Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición

que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

En circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que el nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A), y se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Exposición en los puestos de trabajo

En el puesto de trabajo del personal encargado del decapado de las piezas y del pintado del producto no se observan ruidos excesivos, que si existen en los puestos de trabajo de soldadura y corte, destacando en este último un exceso de ruido tras analizar las mediciones.

Mediciones	
LAeq,Ti	dB
1	88,1
2	89,7
3	86,1
4	85,5
5	85,7
6	84,3

Obteniéndose un Nivel de exposición diario equivalente, LAeq,d = 86,96 dB y un Nivel de pico, Lpico= 90 Db

Capítulo 10.

Conclusiones evaluación higiénica

A partir de los datos recogidos en el proceso de fabricación de anclas offshore a través de varias muestras y sus correspondientes análisis en laboratorio siguiendo en todo momento la normativa, en instrumentos de medición, método de tomas de muestras y análisis, y evaluación en comparación con los valores límites de exposición laboral se han llegado a las siguientes conclusiones.

En cuanto a los contaminantes químicos estudiados a lo largo de todo el proceso hemos observado que se mantienen valores aptos en cuanto al corte, en gran medida facilitado por la automatización. En el puesto de trabajo del encargado del proceso de decapado los resultados no han sido negativos pero si cercanos a valores cercanos a los límites, esto es debido a que la cuba con el agente decapante se encuentra cerrada por los laterales y el operario controla los movimientos de la grúa a través de una ventana herméticamente cerrada que permite ver la cuba desde el exterior.

En cuanto a la soldadura se ha detectado una deficiencia grave que debe ser inmediatamente corregida, debido a que el sistema de extracción localizado está obsoleto y no presenta la suficiente evacuación de gases, para lo que se recomienda renovar el sistema de extracción de gases además de dotar de EPIs a los soldadores, puesto que a determinados lugares de soldadura es difícil la correcta colocación que haga efectivo del sistema de extracción localizada.

La sala de pintura evita que cualquier empleado ajeno al puesto se vea afectado por los componentes y disolventes utilizados en el pintado, y el equipo autónomo de filtración protege al operario que se encuentra dentro de la sala según los resultados obtenidos, por lo que se considera que los trabajadores están correctamente protegidos.

Por otro lado, en lo que se refiere a los contaminantes físicos también se han realizado estudios de ruido en los puestos de trabajo en los que se ha observado un ruido molesto y que pudiera ser perjudicial, detectándose niveles que aconsejan pero no hacen el uso de auriculares obligatorio en la sala de pintura y en el puesto de soldador.

En cambio se han sobrepasado los niveles seguros en el puesto de corte por lo que se hace obligatorio el uso de protectores auditivos o cualquier otra alternativa que disminuya el ruido al que está expuesto el trabajador que supervisa el corte de plasma.

Una vez seleccionado el nuevo sistema de extracción localizada y tomadas las demás medidas, se vuelve a realizar una nueva evaluación higiénica, con el objetivo de comprobar que no haya más riesgo con la toxicidad de los contaminantes.

SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES

Puesto de soldadura

Para solucionar el problema que plantea el riesgo químico en el puesto de soldadura la experiencia ha demostrado que la ventilación mediante la extracción de humos en su origen es el método más eficaz para resolver el problema de exposición del soldador a humos de soldadura y otros contaminantes químicos y además equiparemos al trabajador con equipo autónomo de aporte de aire a través de la pantalla de soldar.

Para resolver los problemas de los humos y justificar las inversiones y los costos de funcionamiento de una instalación, hay que tomar en consideración diversos aspectos.

Extracción

El cabezal para la aspiración y el flujo de aire tienen que tener el diseño y dimensiones adecuadas para aspirar el humo.

Comodidad de utilización

El equipo tiene que ser fácil de usar. La experiencia muestra que el equipo ha de ser revisado y mantenido correctamente. Para motivar al soldador el equipo ha de ser fácil de trasladar y de utilizar.

Flexibilidad

La inversión en el equipo de extracción de humos debe hacerse tomando en consideración el procedimiento de soldadura, las construcciones a soldar y las áreas de trabajo.

Recirculación

Entre la gama de productos y sus aplicaciones de que se disponen hoy día los sistemas se tratan de dos formas diferentes: los sistemas fijos extraen el humo hacia el exterior y el aire evacuado se repone con aire fresco procedente del exterior. Los grupos móviles y portátiles recirculan el humo a través de una filtración mecánica de las partículas.

Según estos criterios utilizaremos un grupo móvil con brazo giratorio (LVE). El grupo tiene también una gran flexibilidad y es muy versátil para diferentes procesos de soldadura. En la mayoría de los casos se usa para un solo soldador.

Se emplea la recirculación de aire, después de filtrado al taller. Debido a su peso se utiliza en el suelo, desplazable sobre ruedas.



Debido a que este tipo de extracción no es suficiente para el trabajador que se encuentra realizando la soldadura, debido a la distancia desde el punto de soldadura hasta la campana de absorción en algunas posiciones y para que la protección del trabajador sea completa se equipará a los soldadores con un equipo autónomo de aporte de aire a través de la pantalla de soldar. Esta protección está compuesta por una bomba (1) que recoge aire pasándolo a través de un filtro de carbón activo (2) y, una vez limpio, penetra por la parte trasera de la pantalla (3) creando una leve presión positiva en su interior que impide la entrada de los humos procedentes de la soldadura. El equipo lo lleva fijado el trabajador a su cintura mediante un arnés, pudiéndolo desconectar de la pantalla.



Puesto corte

El ruido producido por el corte de plasma esta cerca del valor limite de exposición, para corregirlo se va a introducir una variación en el método de corte usado. Una manera efectiva de mejorar el ambiente de trabajo en el proceso de corte por plasma es mediante la aplicación de sistemas de corte bajo agua (con la torcha sumergida). De esta manera se reducen drásticamente la emisión de humos tóxicos como óxido de nitrógeno y ozono, así como el nivel de ruido. La generación de humos puede ser reducida en función del nivel de agua utilizado en el proceso de corte. Los óxidos de nitrógeno pueden ser reducidos en un 75% y el nivel de ruido en 30 dB(A). Además de mayor atenuación de los ruidos, con este sistema de corte obtenemos otras ventajas respecto al sistema convencional como por ejemplo control de la distorsión por efecto del calor del plasma, menos producción de humos y mayor limpieza en las caras de corte.

Puesto decapado

Aunque no se han detectado valores de alarma en el operario que se encarga del decapado de las piezas, el valor obtenido está muy cerca del nivel de alerta, esto se debe a que al abrir los laterales que rodean la cuba con la sustancia química para introducir las piezas a decapar, parte de los vapores salen de su confinamiento, para evitar esto diseñaremos un sistema de extracción para la cuba, haciendo el lugar de trabajo aún más seguro.

Nuestros objetivos con esta medida de protección serán:

Capturar el contaminante con velocidad adecuada. La velocidad del aire a través de todas las aberturas de la campana debe ser lo bastante alta como para captar el contaminante.

Suministro adecuado de aire. Todo el volumen de aire extraído debe ser reemplazado para no originar una depresión. Sin una reposición adecuada, un sistema de extracción localizada no puede trabajar con el rendimiento esperado.

Descarga del aire extraído lejos del punto de reposición, ya que todo el efecto de una extracción localizada puede malograrse por una recirculación hacia el interior del aire contaminando expulsado.

Diseño de sistema de extracción

El proyecto de una campana de Captación o Extracción debe resolver dos cuestiones principales:

-Forma, dimensiones y situación de la Campana.

-Cálculo del caudal necesario y determinación de las velocidades de aire para la captación y el arrastre.

Conceptos principales

Cantidad de aire (V)

Como en los procesos de acondicionamiento de aire tienen lugar a bajas presiones, puede considerarse el aire como un fluido incompresible y así la cantidad de aire existente en un local coincide con el volumen del mismo. Su expresión se hace en metros cúbicos, m³.

Caudal de aire (Q)

Este concepto implica aire en movimiento y por tanto hay que relacionar la cantidad con el tiempo en qué circula. Se expresa en metros cúbicos por hora m³/h y, a veces, en litros por segundo l/s. La fórmula de relación entre ambos es:

$$1 \text{ m}^3/\text{h} = 3,6 \text{ l/s.}$$

Velocidad del aire (v)

La velocidad del aire con que circula un determinado caudal (Q) que atraviesa una sección (S) de conducto u otro espacio, viene determinada por la fórmula:

$$v(\text{m/s}) = Q(\text{m}^3/\text{h}) / 3.600(\text{m}^2)$$

Para campanas laterales con un número de 10 renovaciones por hora de boca circular, cuadrada o rectangular, estas últimas con una relación ancho a largo (W / L) igual o mayor que 2 (ver Figura), el caudal de aspiración viene dado por la expresión:

$$Q = v * (10 * x^2 + A) \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

Donde:

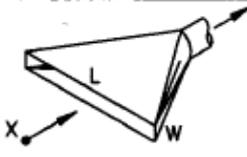
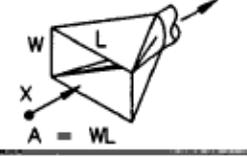
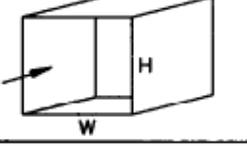
Q : caudal de aire a aspirar por la campana

v : velocidad de control en el eje de la campana a una distancia x de la boca en (m/s)

x : distancia a la boca de la campana en (m)

A : área del frente o boca de la campana (m²).

De la ecuación se deduce que el caudal varía con el cuadrado de la distancia a la campana.

TIPO DE CAMPANA	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE FORMA W/L	CAUDAL
	RENDIJA	0,2 Ó MENOS	$Q = 3,7 LVX$
	RENDIJA CON PESTAÑA	0,2 Ó MENOS	$Q = 2,6 LVX$
	CAMPANA SIMPLE	0,20 Ó SUPERIOR Y CIRCULAR	$Q = V(10X^2 + A)$
	CAMPANA SIMPLE CON PESTAÑA	0,2 Ó SUPERIOR Y CIRCULAR	$Q = 0,75V(10X^2 + A)$
	CABINA	ADAPTADA A LA OPERACIÓN	$Q = VA = VWH$

En nuestro caso escogeremos campanas simples y dividiremos el sistema de ventilación de tres líneas (por un lado la línea 1 que ocupara un lateral de 8m y las líneas 2 y 3 que ocuparan los lados del depósito de 8,7m. Quedando el otro lado de 8m pegado a una pared)

Línea 1

En esta línea se colocaran 4 campanas de 2x1m. La distancia hasta la boca será de 3m y utilizaremos una velocidad de captura de 0,5m/s. Con la anterior formula el $Q=49 \text{ m}^3/\text{s} = 176400\text{m}^3/\text{h}$ y al repartirlo entre las 4 campanas el caudal que tendrá que absorber cada campana será de $Q=12,25\text{m}^3/\text{s} = 44100\text{m}^3/\text{h}$.

La sección del conducto será igual a $S=Q/u$

Siendo la velocidad requerida en el interior de los conductos de 10m/s se obtiene un resultado de $S= 1,225 \text{ m}^2$ y un diámetro de tubo de 1,24m

Para calcular el coeficiente de fricción del conducto usaremos la ecuación de Colebrook White, calculando previamente el número de Reynolds obteniéndose unos resultados de $Re=805037,87$ y $\lambda=0,0234$

Para obtener la pérdida de carga que nos ayudara a obtener junto con el caudal el extractor más adecuado utilizaremos la ecuación de Bernouilli

$$\left(\frac{P1}{\rho * g} + \frac{U1^2}{2 * g} + Z1 \right) - Hr1 - Hr2 + Hm = \left(\frac{P2}{\rho * g} + \frac{U2^2}{2 * g} + Z2 \right)$$

Despreciando la diferencia de presiones y de velocidades el resultado obtenido para la pérdida de carga será de $Hm=19,27m.c.a$

Con estos resultados y utilizando el sistema de búsqueda de SODECA necesitaremos un Extractor helicoidal tubular THT-160-6T/9-60

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m ³ /h)	Nivel presión sonora dB(A)	Peso aprox. (Kg)	
		230V	400V	690V				Larga	Corta
THT-160-6T/9-30	975		41,40	23,90	22,00	126900	88	603	534
THT-160-6T/9-40	985		54,20	31,30	30,00	145550	89	778	679
THT-160-6T/9-50	980		66,40	38,30	37,00	154850	90	852	768
THT-160-6T/9-60	985		84,50	48,80	45,00	176800	91	1067	968
THT-160-6T/9-75	985		100,00	57,70	55,00	192350	92	1112	1013
THT-160-8T/3-4	710	12,50	7,20		3,00	57700	77	356	304
THT-160-8T/3-5,5	730		10,40	6,00	4,00	70450	79	410	356

Línea 2

En esta línea se colocaran 5 campanas de 1x0,5m. La distancia hasta la boca será de 8,7m y utilizaremos una velocidad de captura de 0,5m/s. Con la anterior formula el $Q=84,35 m^3/s = 303660 m^3/h$ y al repartirlo entre las 5 campanas el caudal que tendrá que absorber cada campana será de $Q=16,8 m^3/s = 60480 m^3/h$.

La sección del conducto será igual a $S=Q/u$

Siendo la velocidad requerida en el interior de los conductos de 10m/s se obtiene un resultado de $S= 1,68 m^2$ y un diámetro de tubo de 1,46 m.

Para calcular el coeficiente de fricción del conducto usaremos la ecuación de Colebrook White, calculando previamente el número de Reynolds obteniéndose unos resultados de $Re=1173149$ y $\lambda=0,0224$

Para obtener la pérdida de carga que nos ayudara a obtener junto con el caudal el extractor más adecuado utilizaremos la ecuación de Bernouilli

$$\left(\frac{P1}{\rho * g} + \frac{U1^2}{2 * g} + Z1 \right) - Hr1 - Hr2 + Hm = \left(\frac{P2}{\rho * g} + \frac{U2^2}{2 * g} + Z2 \right)$$

Despreciando la diferencia de presiones y de velocidades el resultado obtenido para la pérdida de carga será de $Hm=5,288m.c.a$ para la línea 2 y $Hm=3,43m.c.a$ para la línea 3.

Con estos resultados y utilizando el sistema de búsqueda de SODECA necesitaremos un Extractor helicoidal tubular THT-160-6T/9-50 para la línea 2 y THT-160-8T/9-40 para la línea 3.

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m ³ /h)	Nivel presión sonora dB(A)	Peso aprox. (Kg)	
		230V	400V	690V				Larga	Corta
THT-160-6T/9-30	975		41,40	23,90	22,00	126900	88	603	534
THT-160-6T/9-40	985		54,20	31,30	30,00	145550	89	778	679
THT-160-6T/9-50	980		66,40	38,30	37,00	154850	90	852	768
THT-160-6T/9-60	985		84,50	48,80	45,00	176800	91	1067	968
THT-160-6T/9-75	985		100,00	57,70	55,00	192350	92	1112	1013
THT-160-8T/3-4	710	12,50	7,20		3,00	57700	77	356	304
THT-160-8T/3-5,5	730		10,40	6,00	4,00	70450	79	410	356
THT-160-8T/3-7,5	730		13,80	8,00	5,50	83700	80	419	365
THT-160-8T/3-10	725		17,80	10,30	7,50	97550	81	430	376
THT-160-8T/3-15	725		21,70	12,50	11,00	119850	83	530	461
THT-160-8T/6-5,5	730		10,40	6,00	4,00	70850	77	421	367
THT-160-8T/6-7,5	730		13,80	8,00	5,50	77650	79	430	376
THT-160-8T/6-10	725		17,80	10,30	7,50	91250	80	441	387
THT-160-8T/6-15	725		21,70	12,50	11,00	109350	82	540	471
THT-160-8T/6-20	725		32,90	19,00	15,00	122700	83	594	525
THT-160-8T/6-25	730		34,90	20,10	18,50	134700	84	741	642
THT-160-8T/9-7,5	730		13,80	8,00	5,50	70550	79	440	386
THT-160-8T/9-10	725		17,80	10,30	7,50	79100	80	451	397
THT-160-8T/9-15	725		21,70	12,50	11,00	103250	82	550	481
THT-160-8T/9-20	725		32,90	19,00	15,00	117350	83	604	535
THT-160-8T/9-25	730		34,90	20,10	18,50	125650	84	751	652
THT-160-8T/9-30	730		41,10	23,70	22,00	140650	85	776	677
THT-160-8T/9-40	730		56,30	32,50	30,00	157200	86	837	753

La emisión de los gases a la atmosfera se atajará con los lavadores tipo “jet” que nos proporcionará bajo pedido la empresa GEA Jet Pumps.

Los lavadores tipo “jet”, son lavadores de gases por vía húmeda, y por tanto se basan en la circulación de un liquido de lavado en una primera etapa. A diferencia de otros, los lavadores tipo “jet”, no provocan pérdidas de carga, sino que al estar basados en el principio de la eyección, arrastran el caudal de gas contaminado, no siendo necesario, en muchas ocasiones, un ventilador mecánico para transportar los gases hasta el lavador.

En la segunda etapa de lavado se instalan columnas de relleno o de platos en contracorriente. Dependiendo de la composición de los gases contaminantes, los lavadores

tipo “jet” pueden ser diseñados con más de un efecto o pueden combinarse con lavadores tipo Venturi, para filtrar cenizas, o con separadores de aerosoles.

Como fluido de lavado se usa agua limpia, ácidos diluidos o soluciones cáusticas. Así, los lavadores son aptos para la absorción de halógenos (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), de compuestos halógenos-hidrogeno (HF , HCl , HBr , HI), o de azufre (SO_2 , SO_3 , H_2S), amoníaco (NH_3), alcoholes de peso molecular bajo, ácidos carbónicos y aminas.

Si el gas contaminado contiene una alta concentración de una única sustancia nociva, existe la posibilidad de aislarla y separarla:

Recuperación de ácido clorhídrico

Producción de soluciones de amonio

Producción de sulfito ácido de sodio

Producción de lejías de cloro

Los lavadores pueden construirse en distintos materiales como acero metálico, acero revestido, termoplástico o plástico reforzado con fibra de vidrio... dependiendo de la composición de los gases de entrada



Recomendaciones

Uso de cortinas en puestos de soldadura y corte

Como varios soldadores comparten el mismo espacio de trabajo se aislarán con unas cortinas o lamas que absorben los rayos U.V. (200-380 nm) y la luz azul (380-530 nm). Los rayos infrarrojos y visibles (> 720 nm) no son peligrosos a más de 2 metros de la fuente de emisión, por lo que esta será la distancia a la cual deberán colocarse las cortinas. Es recomendable que las cortinas a utilizar que sean transparentes para tener siempre visible al soldador.



Uso de inhibidores para reducir el consumo de HCl en decapado

El espesor de las imperfecciones sobre el acero es desigual, por lo que superficies completamente decapadas siguen estando expuestas al ácido (sobre decapado) lo cual repercute en un aumento del consumo de ácido.

Para evitar este fenómeno se emplean inhibidores de decapado a base de hexametilentetramina con la que puede reducirse la erosión del material hasta en un 98%, mientras que el ahorro en ácido debido al empleo de inhibidores del decapado dependerá en gran medida del estado que presenten las piezas antes del decapado.

Capítulo 11. Bibliografía

La bibliografía consultada para el desarrollo del trabajo es la siguiente:

Que es la higiene industrial

- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf> (11-11-12)
- <http://www.elergonomista.com/27en05.html> (12-11-12)
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Publicaciones%20y%20documentacion/LEP%20 VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2012/LEP%202012.pdf> (12-11-12)
- <http://es.scribd.com/doc/53945540/EVALUACION-HIGIENICA-DE-UN-LABORATORIO-DE-ENSAYO> (12-11-12)

Introducción

- <http://www.paranauticos.com/notas/Tecnicas/Historia-navegacion/historia-ancla.htm> (14-11-12)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ancla> (16-11-12)
- <http://www.vryhof.com/products.html> (20-11-12)
- vryhof anchor manual 2005 en carpeta → http://www.vryhof.com/anchor_manual.pdf (8-1-13)
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/high-holding-power-stevshark-mk5-anchor-533914682.html> (21-11-12)
- composición acero AH32 → <http://www.docstoc.com/docs/3269004/ANALES-DE-MEC%C3%81NICA-DE-LA-FRACTURA-Vol-RESISTENCIA-AL-CHOQUE> (22-11-12)

Corte

- http://www.osalan.euskadi.net/s94-osa9999/es/contenidos/libro/higiene_200920/es_200920/adjuntos/El%20%20Soldador.pdf (7-11-12)
- <http://es.scribd.com/doc/53282511/2/CLASIFICACION-AWS-DE-LOS-ELECTRODOS-PARA-SOLDADURA-DE-ACEROS-AL-CARBONO> (7-11-12)
- http://www.conectapyme.com/gabinete/publicaciones/manual_carroceria.pdf (12-11-12)
- <http://es.scribd.com/doc/91778313/Corte-por-Plasma> (5-11-12)

Decapado

- <http://www.quiminsa.com/userfiles/file/seguridad.pdf> (23-11-12)
- http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_SP.pdf (23-11-12)

Soldado

- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/13730/1/PFC-%20Procesos%20de%20soldadura%20aplicados%20en%20la%20construccion%20navall.pdf> (25-11-12)

- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_494.pdf Soldadura SMAW (26-11-12)
- http://www.esab.com.ar/ar/sp/educacion/upload/Bolet%C3%ADn_T%C3%A9cnico_Nro-3.pdf (26-11-12)

Pintura

- www.ehu.es (21-11-12)
- <http://www.tecnicsuport.com/index.php?pagina=http://www.tecnicsuport.com/gas/taulesconsulta/guidadetecciongases/colorimetria.html> (21-11-12)
- <http://laquimicaylaciencia.blogspot.com.es/2011/03/potenciometria.html> (21-11-12)
- <http://calculadores.insht.es:86/Exposici%C3%B3naagentesqu%C3%ADmicos/Introducci%C3%B3n.aspx> (21-11-12)

Toxicología

- Apuntes higiene industrial (asignatura optativa 3º ITI especialidad mecánica)
- Página web del INSHT (fichas de seguridad química)

Método de análisis y toma de muestras

- Página web del INSHT
- Wikipedia
- Monografías
- <http://www.slideshare.net/pabloeos/potenciometria-12124391#btnNext> (1-2-2013)

Medición ruido

- http://noticias.juridicas.com/base_datos/Laboral/rd286-2006.html#anexo2 (3-12-12)
- http://books.google.es/books?id=ucl-0cx9b58C&pg=PA156&pg=PA156&dq=como+medir+Nivel+de+pico&source=bl&ots=-j7rhW0kDB&sig=GRvwjrDpUlyCgnqqKgiGWIVMDHw&hl=es&sa=X&ei=dh2_ULjyH4mXhQfE3oDoDw&ved=0CFsQ6AEwBw#v=onepage&q=como%20medir%20Nivel%20de%20pico&f=false (4-12-12)
- <http://es.scribd.com/doc/50817317/12/Nivel-de-pico-maximo-y-nivel-equivalente-diario> (29-1-13)

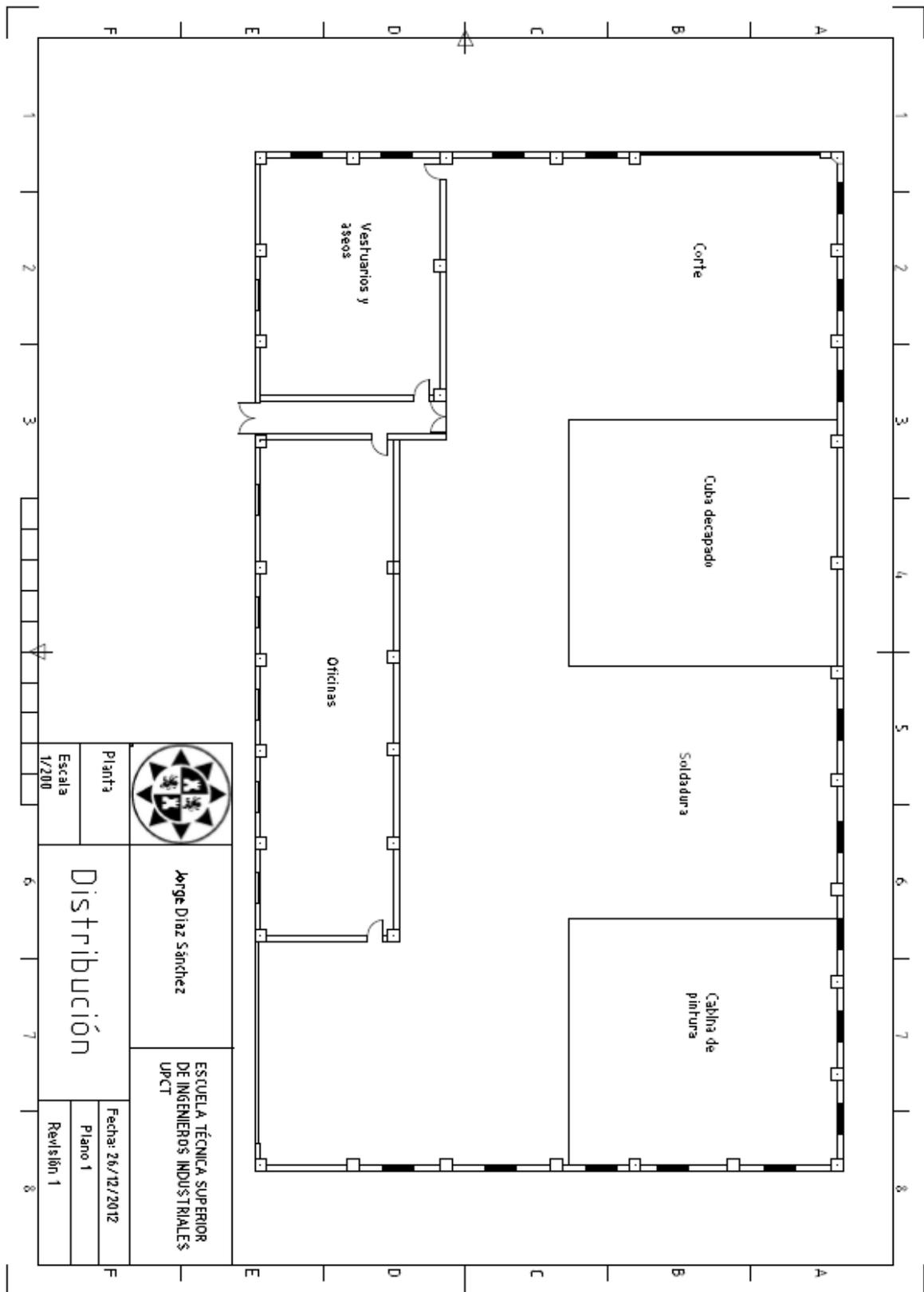
Ventilación

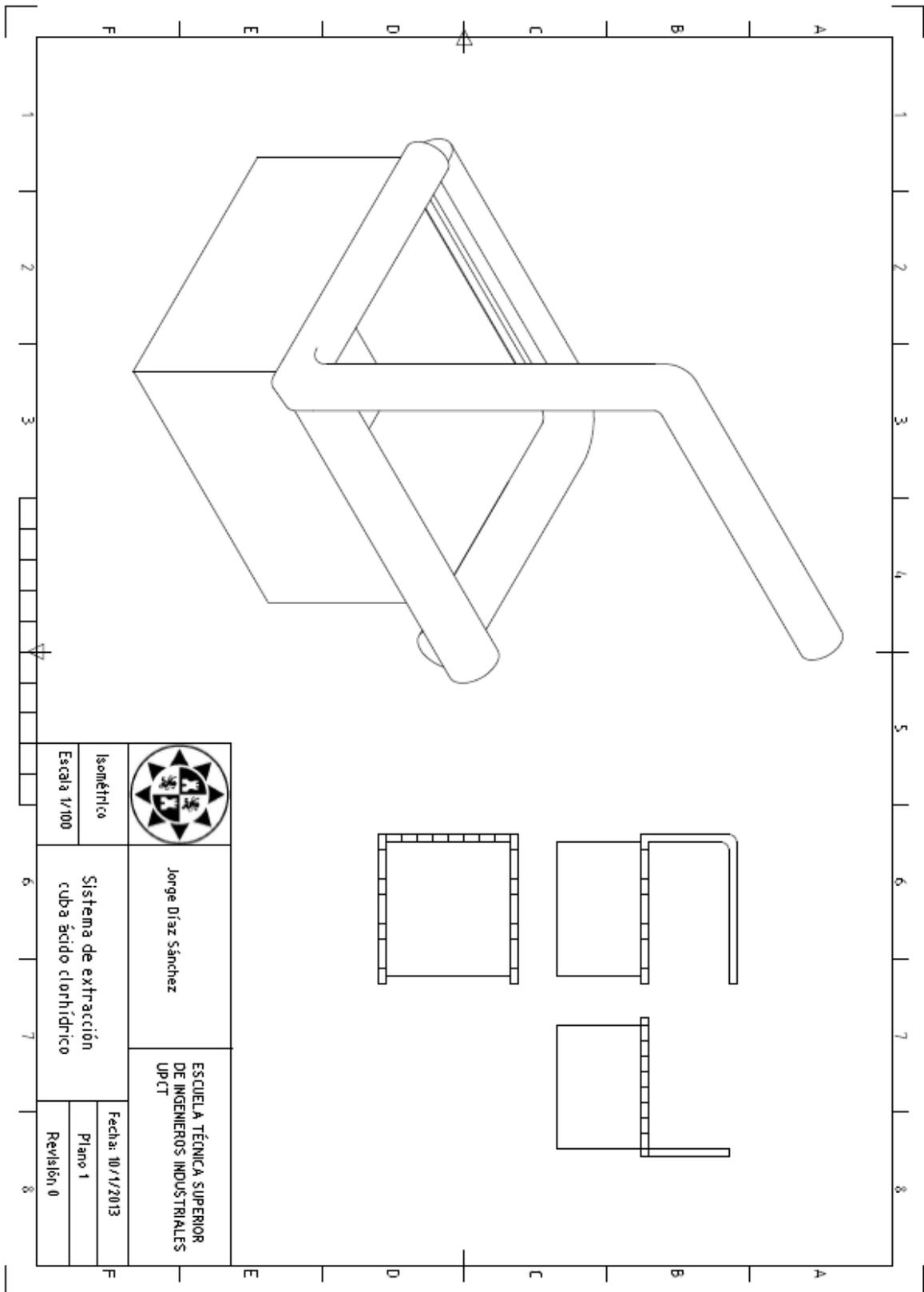
- <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=372> (10-12-12)
- <http://www.ingenierosindustriales.com/calculo-del-caudal-de-aire-de-una-campana-extractora-industrial/> (11-12-12)
- http://www.solerpalau.es/formacion_02_17_0.html (20-12-12)
- <http://www.salvadorescodi.com/tecnico/VE/Manual-Ventilacion.pdf> (12-12-12)

- http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_DISENO_CAMPANAS (21-1-12)
- Apuntes ingeniería de fluido mecánica curso 2011-2012
- http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/seleccion_de_ventiladores-datos_principales.htm (4-1-13)
- <http://www.sodeca.com/index.html> (4-1-13)
- <http://85.152.24.154:8080/Sodeca/action/BusquedaSeleccionAction> (4-1-13)
- http://solutions.productos3m.es/wps/portal/3M/es_ES/OccSafety/Home/Products/ProductCatalogue/?PC_7_RJH9U5230GE3E02LECFTDQKKT1000000_nid=GSJ7COND87be_BXG281LQ4Dgl (8-1-13)

Capitulo 12. Anexos

Anexo 1. Planos





Anexo 2. Cálculos

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Aquí se justifican todos los resultados obtenidos anteriormente.

Concentraciones:

Puesto de corte. Muestra 1

$$C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{0,231}{0,12} = 1,925$$

$$C_{\text{SiO}_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$$C_{\text{MnO}_2} = \frac{0,002}{0,12} = 0,016$$

$$C_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{0,004}{0,12} = 0,033$$

$$C_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{0,012}{0,12} = 0,1$$

$$C_{\text{NiO}} = \frac{0,001}{0,12} = 0,008$$

$$C_{\text{CrO}} = \frac{0,0005}{0,12} = 0,004$$

$$C_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{0,003}{0,12} = 0,041$$

$$C_{\text{TiO}_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$C_{\text{O}_2} = 21,9\%$ (con esto determinaremos si el argón presente es peligroso)

$$C_{\text{O}_3} = \frac{0,0003\text{ppm} * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 0,039$$

$$C_{\text{NO}} = \frac{0,0176}{0,12} = 1,466$$

$$C_{\text{N}_2\text{O}} = \frac{0,435}{0,12} = 3,625$$

$$C_{\text{CO}} = \frac{0,323\text{ppm} * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 25,08$$

Puesto de corte. Muestra 2

$$C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{0,241}{0,12} = 2,008$$

$$C_{\text{SiO}_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$$C_{\text{MnO}_2} = \frac{0,001}{0,12} = 0,008$$

$$C_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{0,004}{0,12} = 0,033$$

$$C_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{0,011}{0,12} = 0,091$$

$$C_{\text{NiO}} = \frac{0,001}{0,12} = 0,008$$

$$C_{\text{CrO}} = \frac{0,0006}{0,12} = 0,005$$

$$C_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{0,007}{0,12} = 0,058$$

$$C_{\text{TiO}_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$C_{\text{O}_2} = 21,8\%$ (con esto determinaremos si el argón presente es peligroso)

$$C_{\text{O}_3} = \frac{0,0001\text{ppm} * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 0,013$$

$$C_{\text{NO}} = \frac{0,0176}{0,12} = 1,466$$

$$C_{\text{N}_2\text{O}} = \frac{0,435}{0,12} = 3,625$$

$$C_{\text{CO}} = \frac{0,423\text{ppm} * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 32,845$$

Puesto de corte. Concentraciones medias

$$C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{(1,925 + 2,008) * 60}{2 * 60} = 1,966$$

$$C_{\text{SiO}_2} = \frac{(0,025 + 0,025) * 60}{2 * 60} = 0,025$$

$$C_{\text{MnO}_2} = \frac{(0,016 + 0,008) * 60}{2 * 60} = 0,0125$$

$$C_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{0,033 + 0,03}{2} = 0,033$$

$$C_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{0,1 + 0,091}{2} = 0,095$$

$$C_{\text{NiO}} = \frac{0,008 + 0,008}{2} = 0,008$$

$$C_{\text{CrO}} = \frac{0,004 + 0,005}{2} = 0,004$$

$$C_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{0,041 + 0,058}{2} = 0,05$$

$$C_{\text{TiO}_2} = \frac{0,025 + 0,025}{2} = 0,025$$

$$C_{\text{O}_2} = \frac{21,9+21,8}{2} = 21,85\%$$

$$C_{\text{O}_3} = \frac{0,039 + 0,013}{2} = 0,026$$

$$C_{\text{NO}} = \frac{1,466 + 1,46}{2} = 1,466$$

$$C_{\text{N}_2\text{O}} = \frac{3,625 + 3,625}{2} = 3,625$$

$$C_{\text{CO}} = \frac{25,08 + 32,84}{2} = 28,962$$

Puesto de decapado. Muestra 1

$$C_{\text{HCl}} = \frac{0,027}{0,0045} = 6$$

$C_{\text{O}_2} = 21,2\%$ Con lo que determinaremos si la concentración de Hes peligrosa

Puesto de decapado. Muestra 2

$$C_{\text{HCl}} = \frac{0,032}{0,0045} = 7,111$$

$C_{\text{O}_2} = 20\%$ Con lo que determinaremos si la concentración de Hes peligrosa

Puesto de decapado. Muestra 3

$$C_{\text{HCl}} = \frac{0,031}{0,0045} = 6,889$$

$C_{\text{O}_2} = 21\%$ Con lo que determinaremos si la concentración de Hes peligrosa

Puesto de decapado. Muestra 4

$$C_{\text{HCl}} = \frac{0,028}{0,0045} = 6,222$$

$C_{\text{O}_2} = 21\%$ Con lo que determinaremos si la concentración de Hes peligrosa

Puesto de decapado. Concentración media

$$C_{\text{HCl}} = \frac{(6 + 7,111 + 6,889 + 6,222) * 30}{4 * 30} = 6,556$$

$$C_{\text{O}_2} = \frac{21+21+20+21,2}{4} = 20,8$$

Con lo que determinaremos si la concentración de H es peligrosa

Puesto de soldadura. Muestra 1

$$C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{0,201}{0,12} = 1,675$$

$$C_{\text{SiO}_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$$C_{\text{MnO}_2} = \frac{0,002}{0,12} = 0,016$$

$$C_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{0,004}{0,12} = 0,033$$

$$C_{Al_2O_3} = \frac{0,012}{0,12} = 0,1$$

$$C_{NiO} = \frac{0,0008}{0,12} = 0,0067$$

$$C_{CrO} = \frac{0,007}{0,12} = 0,0583$$

$$C_{Cu_2O} = \frac{0,01}{0,12} = 0,083$$

$$C_{TiO_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$C_{O_2} = 21,03\%$ (con esto determinaremos si el argón presente es peligroso)

$$C_{O_3} = \frac{0,0009ppm * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 0,119$$

$$C_{NO} = \frac{0,0176}{0,12} = 1,466$$

$$C_{N_2O} = \frac{0,435}{0,12} = 3,625$$

$$C_{CO} = \frac{0,139ppm * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 10,793$$

Puesto de soldadura. Muestra 2

$$C_{Fe_2O_3} = \frac{0,181}{0,12} = 1,508$$

$$C_{SiO_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$$C_{MnO_2} = \frac{0,002}{0,12} = 0,016$$

$$C_{P_2O_5} = \frac{0,004}{0,12} = 0,033$$

$$C_{Al_2O_3} = \frac{0,012}{0,12} = 0,1$$

$$C_{NiO} = \frac{0,0005}{0,12} = 0,004$$

$$C_{CrO} = \frac{0,009}{0,12} = 0,075$$

$$C_{Cu_2O} = \frac{0,011}{0,12} = 0,091$$

$$C_{TiO_2} = \frac{0,003}{0,12} = 0,025$$

$C_{O_2} = 20,8\%$ (con esto determinaremos si el argón presente es peligroso)

$$C_{O_3} = \frac{0,0007ppm * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 0,093$$

$$C_{NO} = \frac{0,176}{0,12} = 1,466$$

$$C_{N_2O} = \frac{0,435}{0,12} = 3,625$$

$$C_{CO} = \frac{0,143ppm * \frac{48}{24,04}}{0,015} = 11,103$$

Puesto de corte. Concentraciones medias

$$C_{Fe_2O_3} = \frac{(1,675 + 1,508) * 60}{2 * 60} = 1,591$$

$$C_{SiO_2} = \frac{(0,025 + 0,025) * 60}{2 * 60} = 0,025$$

$$C_{MnO_2} = \frac{(0,01667 + 0,01667) * 60}{2 * 60} = 0,0167$$

$$C_{P_2O_5} = \frac{(0,033 + 0,033) * 60}{2 * 60} = 0,033$$

$$C_{Al_2O_3} = \frac{0,1 + 0,1}{2} = 0,1$$

$$C_{NiO} = \frac{0,006 + 0,0041}{2} = 0,005$$

$$C_{CrO} = \frac{0,058 + 0,075}{2} = 0,066$$

$$C_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{0,083 + 0,091}{2} = 0,087$$

$$C_{\text{TiO}_2} = \frac{0,025 + 0,025}{2} = 0,025$$

$$C_{\text{O}_2} = \frac{21,03 + 20,8}{2} = 20,91\%$$

$$C_{\text{O}_3} = \frac{0,119 + 0,0931}{2} = 0,106$$

$$C_{\text{NO}} = \frac{1,466 + 1,466}{2} = 1,466$$

$$C_{\text{N}_2\text{O}} = \frac{3,625 + 3,625}{2} = 3,625$$

$$C_{\text{CO}} = \frac{10,79 + 11,103}{2} = 10,948$$

Puesto de pintado. Muestra 1

$$C_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2} = \frac{0,008}{0,003} = 2,667$$

$$C_{\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}_3} = \frac{0,002}{0,003} = 0,7$$

$$C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3} = \frac{0,003}{0,003} = 1,133$$

$$C_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = \frac{0,0045}{0,003} = 1,5$$

$$C_{(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COCH}_3} = \frac{0,0012}{0,003} = 0,4$$

Puesto de pintado. Muestra 2

$$C_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2} = \frac{0,0084}{0,003} = 2,8$$

$$C_{\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}_3} = \frac{0,003}{0,003} = 1$$

$$C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3} = \frac{0,0029}{0,003} = 0,967$$

$$C_{C_{10}H_8} = \frac{0,004}{0,003} = 1,333$$

$$C_{(CH_3)_2CHCH_2COCH_3} = \frac{0,0011}{0,003} = 0,367$$

Puesto de pintado. Muestra 3

$$C_{C_6H_{12}O_2} = \frac{0,0079}{0,003} = 2,63$$

$$C_{C_7H_{16}O_3} = \frac{0,0035}{0,003} = 1,167$$

$$C_{C_6H_5CH_3} = \frac{0,0023}{0,003} = 0,767$$

$$C_{C_{10}H_8} = \frac{0,005}{0,003} = 1,667$$

$$C_{(CH_3)_2CHCH_2COCH_3} = \frac{0,002}{0,003} = 0,667$$

Puesto de pintado. Muestra 4

$$C_{C_6H_{12}O_2} = \frac{0,0087}{0,003} = 2,9$$

$$C_{C_7H_{16}O_3} = \frac{0,0037}{0,003} = 1,233$$

$$C_{C_6H_5CH_3} = \frac{0,0025}{0,003} = 0,833$$

$$C_{C_{10}H_8} = \frac{0,0046}{0,003} = 1,533$$

$$C_{(CH_3)_2CHCH_2COCH_3} = \frac{0,0017}{0,003} = 0,567$$

Puesto de pintado. Concentración media

$$C_{C_6H_{12}O_2} = \frac{(2,667 + 2,8 + 2,633 + 2,9) * 15}{4 * 15} = 2,75$$

$$C_{C_7H_{16}O_3} = \frac{0,7 + 1 + 1,167 + 1,233}{4} = 1,025$$

$$C_{C_6H_5CH_3} = \frac{1,133 + 0,966 + 0,767 + 0,833}{4} = 0,925$$

$$C_{C_{10}H_8} = \frac{1,5 + 1,33 + 1,667 + 1,533}{4} = 1,508$$

$$C_{(CH_3)_2CHCH_2COCH_3} = \frac{0,4 + 0,367 + 0,667 + 0,567}{4} = 0,5$$

Exposición máxima permitida: Debe cumplirse que sea menor que 1 para resultar aceptable

Exposición máxima permitida. Corte

$$C_{Fe_2O_3} = \frac{1,966}{5} = 0,393$$

$$C_{SiO_2} = \frac{0,025}{0,05} = 0,5$$

$$C_{MnO_2} = \frac{0,0125}{0,2} = 0,0625$$

$$C_{P_2O_5} = \frac{0,033}{1} = 0,033$$

$$C_{Al_2O_3} = \frac{0,095}{10} = 0,009$$

$$C_{NiO} = \frac{0,0083}{0,1} = 0,083$$

$$C_{CrO} = \frac{0,0045}{0,05} = 0,091$$

$$C_{Cu_2O} = \frac{0,05}{0,2} = 0,25$$

$$C_{TiO_2} = \frac{0,025}{10} = 0,0025$$

$$C_{O_3} = \frac{0,026}{0,16} = 0,166$$

$$C_{NO} = \frac{1,466}{5,7} = 0,257$$

$$C_{N_2O} = \frac{3,625}{31} = 0,116$$

$$C_{CO} = \frac{28,962}{29} = 0,998$$

Exposición máxima permitida. Decapado

$$C_{HCl} = \frac{6,5556}{7,6} = 0,862$$

Exposición máxima permitida. Soldadura

$$C_{Fe_2O_3} = \frac{1,591}{5} = 0,318$$

$$C_{SiO_2} = \frac{0,025}{0,05} = 0,5$$

$$C_{MnO_2} = \frac{0,0166}{0,2} = 0,0833$$

$$C_{P_2O_5} = \frac{0,033}{1} = 0,033$$

$$C_{Al_2O_3} = \frac{0,1}{10} = 0,01$$

$$C_{NiO} = \frac{0,0054}{0,1} = 0,054$$

$$C_{CrO} = \frac{0,066}{0,05} = 1,333$$

$$C_{Cu_2O} = \frac{0,087}{0,2} = 0,437$$

$$C_{TiO_2} = \frac{0,025}{10} = 0,0025$$

$$C_{O_3} = \frac{0,106}{0,16} = 0,665$$

$$C_{NO} = \frac{1,466}{5,7} = 0,257$$

$$C_{N_2O} = \frac{3,625}{31} = 0,116$$

$$C_{CO} = \frac{10,948}{29} = 0,377$$

Exposición máxima permitida. Pintado

$$C_{C_6H_{12}O_2} = \frac{2,75}{724} = 0,379$$

$$C_{C_7H_{16}O_3} = \frac{1,025}{308} = 0,033$$

$$C_{C_6H_5CH_3} = \frac{0,925}{192} = 0,0481$$

$$C_{C_{10}H_8} = \frac{1,508}{53} = 0,0845$$

$$C_{(CH_3)_2CHCH_2COCH_3} = \frac{0,5}{83} = 0,0602$$

Calculo ventilador

Lateral 1 (lateral de 8m)

Calculo caudal

$$Q = 0,5 * (10 * 3^2 + 8) = 49 \frac{m^3}{s} = 176400 \frac{m^3}{h}$$

$$Q = \frac{49}{4} = 12,25 \frac{m^3}{s} = 44100 \frac{m^3}{h}$$

Sección del tubo

$$S = \frac{Q}{U} = \frac{12,25}{10} = 1,225m^2$$

$$S = \pi * \frac{d^2}{4} \rightarrow d = 1,24m$$

Número de Reynolds

$$\rho_{aire} = 1,18 \frac{kg}{m^3}$$

$$\mu_{\text{aire}} = 18,43 * 10^{-6} \frac{N * s}{m^2}$$

$$U_{\text{aire}} = \frac{Q}{S} = \frac{12,25 * 4}{\pi * 1,24^2} = 10,14$$

$$Re = \rho * U * \frac{d}{\mu} = \frac{1,18 * 10,14 * 1,24}{18,43 * 10^{-6}} = 805037,873$$

Coefficiente de fricción

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7} + \frac{2,51}{Re * \sqrt{\lambda}} \right)$$

K=0,0024 para acero inoxidable

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{0,0024}{1,24} + \frac{2,51}{805037,873 * \sqrt{\lambda}} \right) \rightarrow \lambda = 0,0234$$

Ecuación de Bernoulli

$$\left(\frac{P1}{\rho * g} + \frac{U1^2}{2 * g} + Z1 \right) - Hr1 - Hr2 + Hm = \left(\frac{P2}{\rho * g} + \frac{U2^2}{2 * g} + Z2 \right)$$

Despreciando la diferencia de velocidades y presiones queda

$$(Z2 - Z1) + Hr1 + Hr2 = Hm \rightarrow Hm = 11 + 2,72 + 5,55 = 19,27m. c. a$$

$$Hr1 = 0,0826 * \frac{\lambda * Q^2 * L}{d^5} = 0,0826 * \frac{0,0234 * 12,25^2 * 28}{1,24^5} = 2,72$$

$$Hr2 = 0,0826 * \Sigma K * \frac{Q^2}{d^4} = 0,0826 * \frac{(0,27 * 1 + 0,39 * 1 + 0,1 * 4) * 12,25^2}{1,24^4} = 5,55$$

Con esta pérdida de carga y el caudal que deseamos seleccionamos el extractor helicoidal tubular THT-160-6T/9-60 de la empresa SODECA.

Lateral 2 y 3 (laterales de 8,7m)

Calculo caudal

$$Q = 0,5 * (10 * 4^2 + 8,7) = 84,35 \frac{m^3}{s} = 303660 \frac{m^3}{h}$$

$$Q = \frac{84,35}{5} = 16,8 \frac{m^3}{s} = 60480 \frac{m^3}{h}$$

Sección del tubo

$$S = \frac{Q}{U} = \frac{16,8}{10} = 1,68 m^2$$

$$S = \pi * \frac{d^2}{4} \rightarrow d = 1,46 m$$

Número de Reynolds

$$\rho \text{ aire} = 1,18 \frac{kg}{m^3}$$

$$\mu \text{ aire} = 18,43 * 10^{-6} \frac{N * s}{m^2}$$

$$U \text{ aire} = \frac{Q}{S} = \frac{16,8 * 4}{\pi * 1,46^2} = 12,55$$

$$Re = \rho * U * \frac{d}{\mu} = \frac{1,18 * 12,55 * 1,46}{18,43 * 10^{-6}} = 1173149,213$$

Coefficiente de fricción

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7d} + \frac{2,51}{Re * \sqrt{\lambda}} \right)$$

K=0,0024 para acero inoxidable

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{0,0024}{1,46} + \frac{2,51}{1173149,213 * \sqrt{\lambda}} \right) \rightarrow \lambda = 0,0224$$

Ecuación de Bernoulli para la línea 2

$$\left(\frac{P1}{\rho * g} + \frac{U1^2}{2 * g} + Z1 \right) - Hr1 - Hr2 + Hm = \left(\frac{P2}{\rho * g} + \frac{U2^2}{2 * g} + Z2 \right)$$

Despreciando la diferencia de velocidades, altura y presiones queda

$$Hr1 + Hr2 = Hm \rightarrow Hm = 1,338 + 3,95 = 5,288 \text{ m. c. a}$$

$$Hr1 = 0,0826 * \frac{0,0224 * 16,8^2 * 17}{1,46^5} = 2,72$$

$$Hr2 = 0,0826 * \frac{(0,27 * 1 + 0,1 * 5) * 16,8^2}{1,46^4} = 3,95$$

Con esta pérdida de carga y el caudal que deseamos seleccionamos el extractor helicoidal tubular THT-160-6T/9-50 de la empresa SODECA.

Ecuación de Bernouilli para la línea 3

$$\left(\frac{P1}{\rho * g} + \frac{U1^2}{2 * g} + Z1 \right) - Hr1 - Hr2 + Hm = \left(\frac{P2}{\rho * g} + \frac{U2^2}{2 * g} + Z2 \right)$$

Despreciando la diferencia de velocidades, altura y presiones queda

$$Hr1 + Hr2 = Hm \rightarrow Hm = 0,865 + 2,565 = 3,43 \text{ m. c. a}$$

$$Hr1 = 0,0826 * \frac{0,0224 * 16,8^2 * 11}{1,46^5} = 0,865$$

$$Hr2 = 0,0826 * \frac{(0,1 * 5) * 16,8^2}{1,46^4} = 2,565$$

Con esta pérdida de carga y el caudal que deseamos seleccionamos el extractor helicoidal tubular THT-160-8T/9-40 de la empresa SODECA.