

Alistamiento de materiales, equipos e insumos, para la toma de muestras

**Breve descripción:**

Este componente formativo se aborda aspectos generales y claves de la caracterización del estado ambiental de una zona de estudio, en factores como agua, suelo, olores y ruido, como insumo para realizar un diagnóstico ambiental adecuado. Para tal proceso es necesario, fundamentalmente, alistar los materiales de laboratorio, reactivos, equipos y protocolos que permitirán obtener la información y las muestras requeridas, de manera rigurosa y estandarizada.

**Junio 2023**

Tabla de contenido

[Introducción 1](#_Toc139027574)

[1. Alistamiento para tomas de muestras: agua, suelo, olores, ruido 3](#_Toc139027575)

[1.1. Características y tipos de contaminación en el agua 3](#_Toc139027576)

[1.2. Características y contaminación en el suelo 12](#_Toc139027580)

[1.3. Características y contaminación del aire 14](#_Toc139027581)

[1.4. Características y tipos de contaminación en el aire por ruido 22](#_Toc139027584)

[2. Alistamiento de la toma de muestras 24](#_Toc139027585)

[2.1. Localización del muestreo de agua 26](#_Toc139027586)

[2.2. Localización del muestreo de suelo 35](#_Toc139027591)

[2.3. Medición de olor 38](#_Toc139027594)

[2.4. Localización del muestreo de ruido 41](#_Toc139027596)

[3. Equipos y materiales para toma de muestras y análisis “in situ” 45](#_Toc139027598)

[4. Reconocimiento del material de laboratorio 55](#_Toc139027603)

[4.1. Equipos y herramientas 58](#_Toc139027605)

[4.2. Revisión y calibración de los equipos de muestreo 61](#_Toc139027609)

[5. Calibración de equipos, fichas técnicas y manuales 67](#_Toc139027613)

[Síntesis 73](#_Toc139027616)

[Material complementario 74](#_Toc139027617)

[Glosario 75](#_Toc139027618)

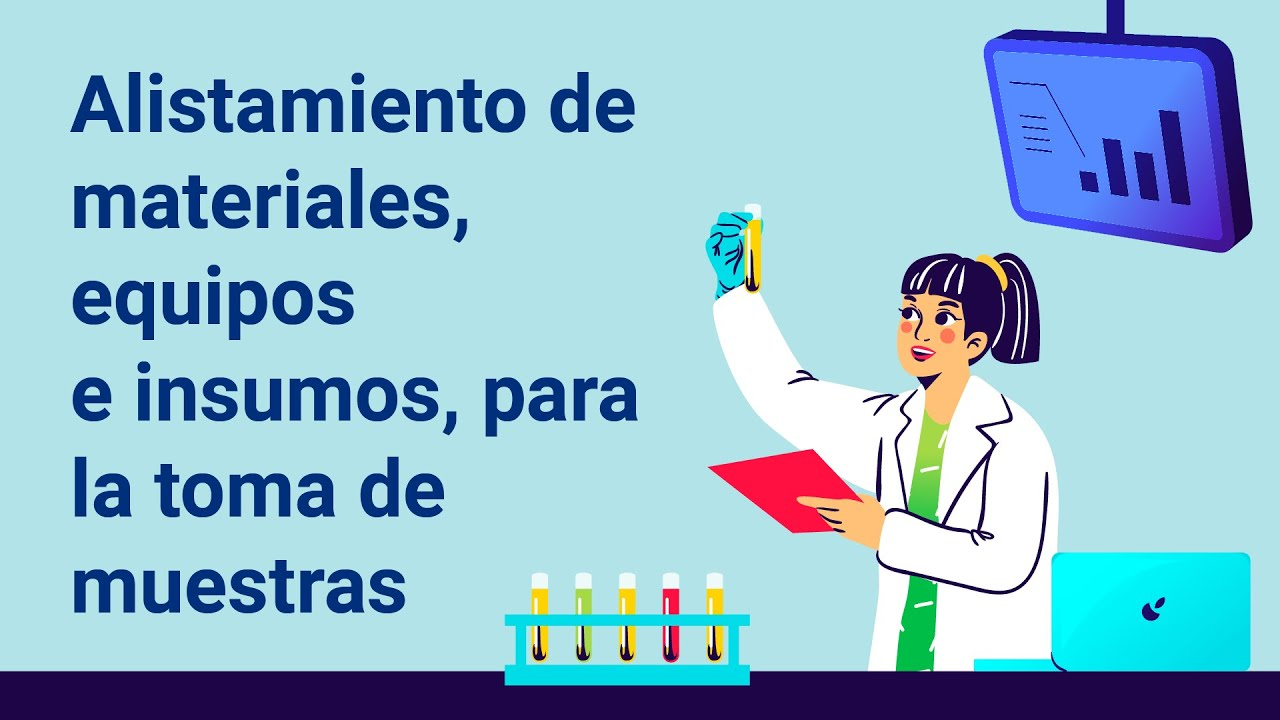
[Referencias bibliográficas 77](#_Toc139027619)

[Créditos 79](#_Toc139027620)

Introducción

Tenga, usted, una jovial bienvenida al estudio del componente formativo “Alistamiento de materiales, equipos e insumos, para la toma de muestras”. Comience observando con atención el vídeo que se muestra enseguida. ¡**Adelante**!

1. Alistamiento de materiales, equipos e insumos, para la toma de muestras



[Enlace de reproducción del video](https://youtu.be/j2kkl2_KG5Y)

|  |
| --- |
| **Síntesis del video: Alistamiento de materiales, equipos e insumos, para la toma de muestras** |
| Un primer paso para comenzar a implementar la gestión ambiental en las organizaciones es realizando la toma de muestras para identificar el estado ambiental de una zona de estudio en sus factores ambientales agua, suelo, olores y ruido, como insumo para realizar un diagnóstico ambiental adecuado.  Para ello, es necesario entre otras cosas, alistar los materiales de laboratorio, reactivos, equipos y protocolos que permitirán obtener la información y las muestras requeridas de manera rigurosa y estandarizada.  Este componente formativo, busca apoyar su proceso de formación, específicamente en lo concerniente al alistamiento de materiales de laboratorio y preparación de soluciones para el procesamiento de las muestras según su naturaleza.  Adquiera habilidades y conocimientos necesarios para la identificación de equipos y materiales para la toma de muestras e identificación del área donde serán tomadas.  Aprópiese de la información clave que le favorecerá en su desempeño en procesos de prevención y control ambiental. Estudie, cuidadosamente, todos los temas diseñados especialmente para usted.  ¡**Éxitos**! |

# Alistamiento para tomas de muestras: agua, suelo, olores, ruido

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, suelos, emisiones, etc.) para lo cual se analizarán las variables fisicoquímicas y microbiológicas de interés.

Para esto, se requiere identificar los equipos y materiales de muestreo, el plan de muestreo y protocolos de muestreo específicos según factor ambiental evaluado.

Generalmente, el objetivo del muestreo es demostrar que se cumplen las normas especificadas por la legislación ambiental como actividades de prevención y control ambiental y, en otros casos, como medida de corrección y vigilancia cuando se ha ocasionado un impacto ambiental significativo como la contaminación ambiental en un ecosistema.

## Características y tipos de contaminación en el agua

El agua es la sustancia que más abunda en la tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. La mayor reserva de agua está en los océanos, que contienen el 97% del agua que existe en la Tierra. Se trata de agua salada, que sólo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales.

### Cuencas, ríos y lagos

Una cuenca abarca todo el territorio cuyas aguas confluyen hacia un río, lago o mar. Dentro de una misma cuenca, pueden existir climas (temperatura, insolación, humedad) diferentes, según la altitud del terreno.

Otros aspectos importantes sobre las cuencas, ríos y lagos son:

1. **Influencias del entorno**: también influye en el clima la orientación de las laderas. Estas variaciones originan distintos pisos de vegetación.
2. **Geografía y territorio**: dentro del cauce de los ríos, el agua circula desde las regiones más altas hacia las más bajas. En las zonas en pendiente, el agua fluye con mayor velocidad y fuerza. Por esta razón, aumenta la erosión de las riberas, especialmente cuando no están protegidas por vegetación.
3. **Movilidad del agua**: al acercarse a la desembocadura, disminuye la velocidad y aumenta el caudal y la sedimentación del suelo arrastrado.
4. **Acumulación o tránsito lento del agua**: los lagos son grandes masas de agua que permanecen estacionadas en una depresión del terreno.

El agua entra en la atmósfera cuando el calor del sol la evapora, especialmente de los océanos. El aire caliente con vapor de agua disuelto asciende y se enfría a causa de la menor densidad de la atmósfera. Al enfriarse, se condensa y origina gotas de agua tan livianas que permanecen suspendidas en el aire. Estas gotas se agrupan formando nubes. Las nubes son transportadas por los vientos, a veces a grandes distancias.

Tenga en cuentas los siguientes aspectos y elementos:

* **Las precipitaciones**: pueden ser en forma de lluvia, nieve o granizo, se producen cuando las gotas de agua se unen, haciéndose cada vez más grandes y pesadas.
* **Causa de las precipitaciones**: esto sucede cuando las nubes se topan con vientos más fríos o cuando ascienden y se enfrían al encontrarse con la ladera de una montaña.
* **Interacción de las características del aire**: por ejemplo, y por lo cual se generan las precipitaciones:

1. Su densidad y temperatura disminuyen cuando aumenta la altitud.

b. El aire caliente puede contener más humedad que el aire frío.

* **Intensidad o ausencia de lluvias**: llueve más en las laderas que se oponen a los vientos húmedos. En la cordillera de los Andes, los vientos cargados de agua vienen del Océano Pacífico y la descargan en las laderas occidentales. En la zona ecuatorial, también traen las lluvias algunos vientos que acumulan la humedad que produce la transpiración de las plantas de la selva amazónica.
* **Ruta cíclica del agua**: también es frecuente que llueva cuando las nubes pasan sobre corrientes marinas frías. En este caso, el agua se reincorpora nuevamente a los mares sin ser aprovechada por las plantas y los animales terrestres.
* **Agua que cae sobre el suelo**: una parte se vuelve a evaporar directamente desde la superficie por acción del calor del sol o de los vientos secos. Otra parte queda retenida en las capas superiores del suelo y es absorbida por las raíces. Luego será evaporada por la transpiración de las plantas. El resto se infiltra hacia las capas profundas (agua de percolación), y aumenta las reservas de agua subterránea.
* **Manantiales de agua**: las reservas de agua subterránea pueden volver a la superficie formando manantiales. Los manantiales dan origen a arroyos que luego se unirán a otras aguas de escurrimiento superficial. Así, se originan los ríos que devolverán a los mares y océanos el agua caída sobre el suelo.
* **Interrupción del ciclo del agua**: las precipitaciones devuelven al suelo, mares y océanos el agua evaporada por el calor del sol. Este ciclo no se interrumpe jamás. Cuando el agua cae sobre la tierra, se infiltra lentamente en los suelos que contienen materia orgánica. Lo mismo sucede en los terrenos cubiertos de vegetación, porque el follaje atenúa el impacto de la lluvia.
* **Acumulación natural del agua**: en zonas llanas, el agua puede acumularse en la superficie de los suelos arcillosos y carentes de humus, provocando inundaciones. Si los terrenos son llanos, arenosos y desprovistos de materia orgánica y vegetación protectora, el agua se infiltra con rapidez, llevándose los nutrientes del suelo hacia las aguas subterráneas.

### El agua y los seres vivos

El agua es indispensable para la vida, porque ningún organismo sobrevive sin ella. Es un constituyente esencial de la materia viva y la fuente de hidrógeno para los organismos. También influye en ellos a través de la atmósfera y el clima.

En relación con los seres vivos, el agua:

1. **Nicho de vida**: es el medio en el que se desarrolla la abundante y variada flora y fauna acuática. Los seres vivos están formados en su mayor parte por agua. En el caso de algunos animales marinos el porcentaje de agua puede superar el 95%. Las semillas secas, que conservan sólo rastros de humedad, no pueden germinar sin absorber grandes cantidades de agua.
2. **Afectación a la vida de flora y fauna**: el agua interviene en todas las funciones vitales de plantas y animales. Las plantas verdes realizan la fotosíntesis a partir de agua y dióxido de carbono. Sus raíces captan los nutrientes cuando están disueltos en agua. La savia, una solución, distribuye la sustancia orgánica en el interior de las plantas. En los animales, el agua participa en importantes reacciones bioquímicas que se desarrollan dentro de las células. Además, disuelve y transporta las sustancias necesarias para la alimentación celular y las sustancias tóxicas que el organismo expulsa en forma de sudor y orina.
3. **Reproceso del agua tras muerte de seres vivos acuáticos**: los organismos, sobre todo los acuáticos, absorben cantidades importantes de agua, incluso algunos la excretan en el medio natural después de utilizada. Cuando mueren, el agua que contienen vuelve al medio en el proceso de descomposición de la materia. Las plantas terrestres, por su parte, incorporan el agua desde el suelo y la devuelven a la atmósfera con la transpiración y respiración.
4. **El agua y los animales terrestres**: los animales terrestres la obtienen a través de distintas fuentes:

* Absorbiéndola a través de la superficie corporal (ranas).
* Alimentándose de sustancias que contienen agua o bebiéndola directamente (aves, mamíferos).
* A partir de la descomposición de las grasas que almacenan (algunos animales adaptados al desierto).

1. **Otros procesos del agua y los animales terrestres**:la mayoría de animales terrestres, reintegran el agua al medio ambiente con la respiración, transpiración y con la orina y excrementos. Después de la muerte y descomposición de vegetales y animales, el agua se reincorpora a su ciclo ambiental, a través de la atmósfera y del suelo.
2. **Humedad atmosférica**: Este ciclo del agua a través de la vida influye en la humedad atmosférica. Por ejemplo, las selvas tropicales mantienen alta la humedad atmosférica y, en consecuencia, originan lluvias.

### El agua y la actividad humana

El agua dulce es imprescindible para la vida, pero la cantidad disponible es escasa y su distribución desigual. Además, varía a lo largo del año y está sujeta a cambios provocados por la actividad humana. Los usos más importantes están relacionados con la agricultura y el consumo industrial y doméstico. Su demanda se ha incrementado notablemente con el crecimiento de la población.

En las últimas décadas, en relación con el agua y su influencia en la vida de los seres humanos:

* Se han multiplicado las áreas agrícolas dependientes del riego para la producción de alimentos.
* Las industrias y actividades mineras la emplean para el lavado, enfriamiento, dilución, remojo, procesamiento, eliminación de productos de desecho, etc.
* Es posible utilizar las caídas de agua para producir electricidad y para mover molinos.
* Los ríos son un importante medio de transporte y comunicación.

El siguiente video le muestra los aspectos claves y generales sobre las propiedades del agua. Obsérvelo con atención y procure tomar nota de lo más destacado en su libreta personal de apuntes:

1. Propiedades del agua



[Enlace de reproducción del video](https://youtu.be/Z3Wm7TAPR-Q)

|  |
| --- |
| **Síntesis del video: Propiedades del agua** |
| En tanto elemento clave para la vida, el agua posee una serie de cualidades o atributos naturales, sin los cuales su uso, utilidad, valor e importancia, serían otros no tan claves para la subsistencia y la conservación del medio ambiente. Tales cualidades se denominan, técnicamente, propiedades del agua.  ***Propiedades físicas***  Es la única sustancia que se puede encontrar en los tres estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso) de forma natural en la Tierra.  El agua en su forma sólida, hielo, es menos densa que la líquida, por eso el hielo flota. No tiene color, sabor ni olor. Su punto de congelación es a cero grados Celsius (°C), mientras que el de ebullición es a 100 °C (a nivel del mar). El agua del planeta está cambiando constantemente y siempre está en movimiento.  **Temperaturas del agua**  El agua tiene un alto índice específico de calor, es decir que tiene la capacidad de absorber mucho calor antes de que suba su temperatura. Por este motivo, el agua adquiere un papel relevante como enfriador en las industrias y ayuda a regular el cambio de temperatura del aire durante las estaciones del año.  El agua posee una tensión superficial muy alta, lo que significa que es pegajosa y elástica. Se une en gotas en vez de separarse. Esta cualidad le proporciona al agua la acción capilar, es decir, que se pueda desplazar por medio de las raíces de las plantas y los vasos sanguíneos y disolver sustancias.  ***Propiedades químicas***  La fórmula química del agua es H₂O, un átomo de oxígeno ligado a dos de hidrógeno. La molécula del agua tiene carga eléctrica positiva en un lado y negativa del otro. Debido a que las cargas eléctricas opuestas se atraen, las moléculas del agua tienden a unirse unas con otras.  El agua es conocida como el “solvente universal”, ya que disuelve más sustancias que cualquier otro líquido y contiene valiosos minerales y nutrientes. El potencial de hidrógeno (pH) es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El agua pura tiene un pH neutro de 7, lo que significa que no es ácida ni básica.  **Otras de sus propiedades químicas son:**   * Reacciona con los óxidos ácidos (compuesto químico binario que resulta de la combinación de un elemento no metal con el oxígeno). * Reacciona con los óxidos básicos (combinación de un elemento metálico con el oxígeno). * Reacciona con los metales. * Reacciona con los no metales.   Se une en las sales formando hidratos.  **Contaminación del agua**  La contaminación se produce cuando el agua contiene demasiada materia orgánica, o sustancias tóxicas no orgánicas. La **materia orgánica** presente en el agua es destruida por organismos descomponedores (bacterias), que necesitan oxígeno para actuar. Cuando el agua de lagos y ríos está sobrecargada de desechos orgánicos, escasea el oxígeno y las plantas y animales pueden morir.  Otro peligro es el aumento de los fosfatos y nitratos que se liberan durante la descomposición de los desechos orgánicos. Estas sustancias son nutrientes para los vegetales y favorecen la proliferación de plantas en la superficie, como algas o jacintos de agua. Esta masa densa obstaculiza el paso de la luz solar y el intercambio de gases con la atmósfera, pudiendo destruir otras formas de vida vegetal y animal existentes.  **La contaminación no orgánica del agua**  Se produce cuando el agua lleva disueltas sustancias tóxicas, producidas por las industrias, minas y el uso de pesticidas en la agricultura. Estas sustancias son liberadas sin purificar en los ríos y lagos, causando daño a los seres vivos que los habitan y también a las personas que se alimentan de los peces extraídos de ellos. La contaminación no orgánica tiene graves consecuencias para la agricultura y la ganadería de la zona: el agua no puede utilizarse para el riego de los cultivos ni para dar de beber a los animales. |

## Características y contaminación en el suelo

El suelo es un recurso natural no renovable compuesto por sustancias sólidas (materia orgánica, organismos y minerales), agua y aire. La proporción en la que se encuentren estos componentes le confiere al suelo propiedades físicas, químicas y biológicas propias. La productividad de un suelo no sólo depende de los contenidos nutrimentales sino también de las características físicas del mismo, ya que como es bien conocido, el desarrollo de la parte aérea dependerá del desarrollo de la raíz.

* **Propiedades físicas de un suelo**. Son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases del mismo (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas.
* **Condición física de un suelo**. Determina su capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de raíces, circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, retención de nutrientes, entre otros factores.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo son:

1. **Propiedades físicas**

* Textura.
* Estructura.
* Color.
* Densidad aparente.
* Porosidad capilar.

1. **Propiedades químicas**

* Reacción del suelo.
* Salinidad y solicidad.
* Capacidad de intercambio.
* Porcentaje de saturación de base.

1. **Propiedades biológicas**

* Organismos del suelo.
* Materia orgánica.
* Humus.
* Respiración edáfica.
* Carbono de biomasas microbiana.

La tabla que se muestra enseguida, enuncia los tipos de suelos:

1. Tipos de suelos y sus características

| Tipo de suelo | Características |
| --- | --- |
| Humífero | Es de color oscuro porque tiene abundante humus. |
| Arcilloso | Es de color amarillo o rojizo compuesto de arcilla sílice. |
| Arenoso | De color gris, blanco, rojizo, amarillo o negro compuesto de arena. |
| Calizo | De color blanco, amarillento y sus partículas son finas. |
| Pedregoso | De color gris y está formado por rocas de diversos tamaños no retienen el agua. |

La contaminación del suelo es una degradación de la calidad del suelo asociada a la presencia de sustancias químicas. Se define como el aumento en la concentración de compuestos químicos, de origen antropogénico, que provoca cambios perjudiciales y reduce su empleo potencial, tanto por parte de la actividad humana, como por la naturaleza.

## Características y contaminación del aire

Es el resultado de la mezcla de gases que componen la atmósfera terrestre y que gracias a la fuerza de gravedad se encuentran sujetos al planeta Tierra. El aire, así como sucede con el agua, es un elemento fundamental y esencial para asegurar la continuidad de la vida en el planeta. Su composición es sumamente delicada y las proporciones de las sustancias que lo integran resultan ser variables: Nitrógeno, Oxígeno, Vapor de agua, Ozono, dióxido de carbono, Hidrógeno y gases nobles como pueden ser el Criptón o el Argón.

Los componentes fundamentales del aire son el nitrógeno N2 (78,1%) y el oxígeno O2 (20,9%), los que en conjunto alcanzan un 99% en volumen de aire seco.

Como componentes secundarios se encuentran presentes:

* El argón Ar
* El dióxido de carbono CO2
* El neón Ne
* El helio He
* El kriptón Kr
* El hidrógeno H2
* El metano CH4
* El xenón Xe

En relación con la composición del aire, tenga presente:

1. **Pequeñas porciones de aire**: a nivel de trazas (cantidades muy pequeñas) y dependiendo de la ubicación geográfica, se encuentran presentes compuestos como monóxido de nitrógeno NO, ozono O3, dióxido de azufre SO2, dióxido de nitrógeno NO2, amoníaco NH3 y monóxido de carbono CO.
2. **Proporción de gases en el aire**:las proporciones de estos gases se pueden considerar más o menos constantes hasta una altura aproximada de 25 Km, aunque la concentración de cada uno disminuye con la altura, excepto en los casos de componentes minoritarios como el ozono O3 y los compuestos de nitrógeno, cloro y azufre.
3. **Componentes fijos del aire**: existen dos componentes que siempre se encuentran presentes en el aire en cantidades variables: el agua, en sus tres estados (sólido, líquido y gas) y el polvo atmosférico (humo, sal, arena fina, cenizas, esporas, polen, microorganismos, etc.). La concentración de vapor de agua puede variar desde 0% en zonas desérticas hasta un 5 a 6% en zonas tropicales.

En cuanto a las propiedades del aire, estas son:

1. Propiedades del aire

| Tipo de propiedad del aire | Características |
| --- | --- |
| Físicas | * Es de menor peso que el agua. * Es de menor densidad que el agua. * Tiene volumen indefinido. * No existe en el vacío. * Es incoloro, inodoro e insípido. |
| Químicas | * Reacciona con la temperatura condensándose en hielo a bajas temperaturas y produce corrientes de aire. * Este compuesto por varios elementos entre ellos el oxígeno (O2) y el dióxido de carbono elementos básicos para la vida. |

### Composición del aire puro

De acuerdo con la altitud, composición, temperatura y otras características, la atmósfera que rodea a la Tierra comprende las siguientes capas o regiones:

Escenificación gráfica del planeta tierra y las capas atmosféricas que la rodean, donde se señalan en su respectivo orden:

1 Tropósfera: Alcanza una altura media de 12 km. (es de 7km. En los polos y de 16km. En los trópicos) y en ella encontramos, junto con el aire, polvo, humo y vapor de agua, entre otros componentes.
2 Estratósfera: Zona bastante mente fría que se extiende de los 12 a los 50km de altura; en su capa superior (entre los 20 y los 50km) contiene gran cantidad de ozono (O3), el cual es de enorme importancia para la vida en la tierra por que absorbe la mayor parte de los rayos ultravioleta del sol.
3 Mesósfera: Zona que se sitúa entre los 50 y los 100km de altitud; su temperatura media es de 10 °C; en ella los meteoritos adquieren altas temperaturas y en su gran mayoría se volatilizan y consumen.
4 Ionósfera: Empieza después de los 100km. Y va desapareciendo gradualmente hasta los 500km de altura. En esta región, constituida por oxígeno (02), la temperatura aumenta hasta los 1000°C; los rayos X y ultravioleta del Sol ionizan el aire enrarecido, produciendo átomos y moléculas cargados eléctricamente (que reciben el nombre de iones) y electrones libres.
5 Exósfera: Comienza a 500km. de altura y extiende más allá de los 1000km; está formada por una capa de helio y otra de hidrogeno. Después de esa capa se halla una enorme banda de radiaciones (conocida como magnetosfera) que se extiende hasta unos 55000km de altura, aunque no constituye propiamente un estrato atmosférico.


* Tropósfera: Alcanza una altura media de 12 km. (es de 7km. En los polos y de 16km. En los trópicos) y en ella encontramos, junto con el aire, polvo, humo y vapor de agua, entre otros componentes.
* Estratósfera: Zona bastante mente fría que se extiende de los 12 a los 50km de altura; en su capa superior (entre los 20 y los 50km) contiene gran cantidad de ozono (O3), el cual es de enorme importancia para la vida en la tierra por que absorbe la mayor parte de los rayos ultravioleta del sol.
* Mesósfera: Zona que se sitúa entre los 50 y los 100km de altitud; su temperatura media es de 10 °C; en ella los meteoritos adquieren altas temperaturas y en su gran mayoría se volatilizan y consumen.
* Ionósfera: Empieza después de los 100km. Y va desapareciendo gradualmente hasta los 500km de altura. En esta región, constituida por oxígeno (02), la temperatura aumenta hasta los 1000°C; los rayos X y ultravioleta del Sol ionizan el aire enrarecido, produciendo átomos y moléculas cargados eléctricamente (que reciben el nombre de iones) y electrones libres.
* Exósfera: Comienza a 500km. de altura y extiende más allá de los 1000km; está formada por una capa de helio y otra de hidrógeno. Después de esa capa se halla una enorme banda de radiaciones (conocida como magnetosfera) que se extiende hasta unos 55000km de altura, aunque no constituye propiamente un estrato atmosférico.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes, y es resultado de las actividades del hombre. Las causas que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias.

### Contaminación por olor

Cuando se habla de olor se hace referencia a esa sensación que da como respuesta la recepción de un estímulo por el sistema olfativo, esta reacción se genera por una variedad de gases vapores que dependen en gran parte de la volatilidad de las sustancias presentes en el aire que se respira.

Uno de los sentidos que por excelencia tiene gran complejidad es el sentido del olfato que al igual que el gusto hacen parte de los sentidos qué involucran quimiorreceptores los cuales son estimulados por sustancias químicas presentes en el aire, por ende, las sensaciones relacionadas que producen olores que en ocasiones se vuelven ofensivos se convierten en contaminantes que perturban a las comunidades y la sociedad.

El sentido del olfato, al igual que el sentido del gusto, es un sentido químico. Se denominan sentidos químicos porque detectan compuestos químicos en el ambiente, con la diferencia de que el sentido del olfato funciona a distancias mucho más largas que el sentido del gusto.

El proceso del olfato sigue, más o menos, estos pasos:

1. **Recepción de moléculas**: las moléculas del olor en forma de vapor (compuestos químicos) que están flotando en el aire llegan a las fosas nasales y se disuelven en las mucosidades (que se ubican en la parte superior de cada fosa nasal).
2. **Detección de olores**: en el epitelio olfatorio, las células receptoras especializadas, también llamadas neuronas receptoras del olfato, detectan los olores. Estas neuronas son capaces de detectar miles de olores diferentes.
3. **Transmisión de la información**: las neuronas receptoras del olfato transmiten la información a los bulbos olfatorios, que se encuentran en la parte de atrás de la nariz.
4. **Proceso químico – cerebral**: los bulbos olfatorios tienen receptores sensoriales que en realidad son parte del cerebro que envían mensajes directamente a:

* Los centros más primitivos del cerebro donde se estimulan las emociones y memorias (estructuras del sistema límbico).
* Los centros “avanzados” donde se modifican los pensamientos conscientes (neo corteza).

1. **Memoria**: estos centros cerebrales perciben olores y tienen acceso a recuerdos que nos traen a la memoria personas, lugares o situaciones relacionadas con estas sensaciones olfativas.

Para comprender más y mejor, los conceptos y metodologías relacionados con el aire y los procesos olfativos, aprópiese de las siguientes definiciones:

**Olor**. Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.

**Olor ofensivo**. Es el olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

**Sustancia de olor ofensivo**. Es aquella que, por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición puede causar olores desagradables.

**Emisión**. Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un receptor. Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable al nivel de la tropósfera.

**Factor hedónico**. Factor subjetivo que permite definir si un olor es agradable, desagradable, nauseabundo, etc.

**Umbral**. Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado.

**Umbral de molestia**. Es la concentración a la que una pequeña parte de la población (< 5%) manifiesta molestias durante un periodo corto de tiempo. Dado que la sensación de molestia puede estar influenciada por factores sicológicos y socioeconómicos un umbral de molestia no puede definirse solo con base en la concentración.

**Umbral de tolerancia**. El umbral de tolerancia es equivalente al umbral de molestia.

**Unidad de olor**. Es la cantidad de (una mezcla de) sustancias olorosas presentes en un metro cúbico de gas oloroso (en condiciones normales 1 atmósfera de presión y 0 °C de temperatura) origina una respuesta fisiológica en el umbral del panel.

**Unidad de olor europea**. Cantidad de sustancia olorosa qué coma cuando se evapora en 1 metro cúbico de gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección) equivalente al que origina una masa de olor de referencia europea more evaporada en 1 metro cúbico de gas neutro en condiciones normales.

**Olfatometría**. Técnica sensorial de medición de olores que se usa para determinar el grado de molestia que pueden ocasionar ciertos olores a la población.

La normatividad en olores es un aspecto de compleja regulación debido a que las molestias que producen los olores se convierten de cierta manera en conceptos muy subjetivos y dependen en cierta manera de la percepción individual y de las personas que están expuestas al olor con diferentes niveles de sensibilidad y percepción.

Amplíe sus conocimientos sobre la normatividad que regula el tratamiento y la gestión del aire y los olores, explorando en la carpeta anexos, el documento PDF denominado: **Anexo\_1\_Normatividad\_del\_aire.**

## Características y tipos de contaminación en el aire por ruido

El ruido ha sido considerado un contaminante y un problema ambiental importante que afecta a el ser humano y al ecosistema que lo rodea, sin embargo, el ruido hace parte de la cotidianidad de las personas, dada la exposición directa e indirecta en actividades al tráfico vehicular, procesos productivos, actividades sociales, obras civiles entre otros, siendo impactantes en gran medida para la salud física y mental.

Entre otras afectaciones a la salud, por exposición al ruido, se pueden mencionar:

* Estrés.
* Afectación o perturbación del sueño.
* Depresión, Agresividad, Ira.
* Perdida o disminución auditiva.
* Mala Comunicación.
* Perturbaciones en el sistema nervioso.
* Socioacusia.
* Problemas cardiovasculares.
* Ineficacia Laboral.

La siguiente tabla le muestra algunos conceptos y definiciones clave para comprender las características y tipos de contaminación en el aire, por ruido:

1. Conceptos y definiciones sobre contaminación del aire por ruido

| Concepto | Definición |
| --- | --- |
| Decibel (dB) | Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión: Log R = 1dB/10 |
| Presión sonora | Es la diferencia entre la presión total instantánea en un punto cuando existe una onda sonora y la presión estática en dicho punto. |
| Sonido | Sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de comprensión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no. |
| Sonómetro | Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones. |
| Resolución | Documento por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. (627 de 2006). |

Conozca algunas generalidades de la historia de la reglamentación del ruido en Colombia, estudiando con atención, de la carpeta Anexos, el documento PDF denominado: **Anexo\_2\_ReglamentacionDelRuidoEnColombia**.

# Alistamiento de la toma de muestras

El muestreo de un sitio potencialmente alterado por sustancias inorgánicas y/u orgánicas tiene como objetivo la obtención de información sobre la concentración de tales sustancias en el medio sea agua, suelo o aire de manera que pueda establecerse una comparación con los niveles de referencia propuestos para la protección de la salud humana y los ecosistemas.

La importancia del muestreo radica en que la información sobre sustancias que alteran la calidad del medio ha de ser significativa y fiable, de manera que la toma de decisiones sobre el sitio potencialmente alterado o contaminado sea adecuada a su particular problemática.

En el alistamiento de la toma de muestras, debe tenerse en cuenta:

1. **Fiabilidad**: los grados de significación y fiabilidad de la información a obtener en la muestra es de gran prioridad, para evitar alteraciones en los resultados sea por mala toma de la muestra o mala preservación de la misma.
2. **Adecuación del muestreo**: por lo anterior, es importante que la adecuación del muestreo se deba a las peculiares características ambientales de cada sitio.
3. **Valor estadístico**: esto es así porque dependiendo del muestreo, el valor estadístico obtenido para cada contaminante reflejará con mayor o menor precisión el valor real existente en el sitio.
4. **Selección del procedimiento de muestreo**: por tanto, la selección del procedimiento de muestreo es crucial y de él depende en gran medida que las decisiones tomadas sobre un medio (agua, suelo o aire, potencialmente alterados en su calidad) sean eficaces para abordar y solucionar su problemática.
5. **Pasos para la toma de muestras**:

* Identificación del sitio de muestreo.
* Realizar alistamiento de los equipos, materiales e insumos para la toma.
* Realizar un plan de muestreo.
* Toma de la muestra.
* Preservación y almacenamiento temporal.
* Transporte.

1. **Garantía**: el proceso debe dar garantía de la trazabilidad y custodia de la muestra en todo momento.

De acuerdo al Instituto nacional de salud (2007) Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio, algunos conceptos básicos a tener en cuenta en el alistamiento de muestras, son:

* **Muestra**. Toma puntual en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la Autoridad Sanitaria.
* **Muestreo**. Proceso de toma de muestras que son analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua del sitio concertado en que fueron tomadas.
* **Cadena de custodia**. Proceso por medio del cual se mantiene una muestra bajo posesión física o control durante su ciclo de vida completo, es decir, desde que se toma hasta que se desecha.

## Localización del muestreo de agua

El muestreo de aguas puede tener diferentes fines que van desde conocer las características de la fuente de suministro, hasta determinar las condiciones que presenta un vertimiento. Para localizar el sitio de muestreo debe especificarse concretamente el fin de la muestra y el tipo de agua que se quiere muestrear. Dependiendo de esto se especifica el lugar exacto y protocolo aplicable para la actividad. En cualquier caso, siempre es necesario dejar registro detallado del lugar de la toma, incluso si se dispone de GPS se puede posicionar satelitalmente la ubicación.

De manera general, la Información requerida al momento del muestreo debe ser como mínimo, la siguiente:

* Identificación de la muestra (nombre, código, etc.).
* Identificación del sitio de muestreo (georreferenciación: latitud, longitud).
* Tipo de fuente y características de esta (pozo calzado, perforación, canal, río, represa, aljibe, profundidad del nivel estático y total si fuera pozo o perforación, diámetro de la perforación o pozo, cercanía a pozos negros o industrias, existencia de pozos abandonados, etc.).
* Destino (consumo humano, animal, riego, etc.).
* Información acerca del establecimiento y nombre del propietario o encargado (con datos de dirección, e-mail y/o teléfono) donde se ha muestreado e información adicional acerca de problemas que detecta el personal que puede atribuirse al agua.
* Nombre de quien realizó el muestreo.
* Tipo de análisis a efectuar (fisicoquímico y/o microbiológico).
* Reactivo empleado para su preservación, en caso de ser utilizado.
* Cualquier otra observación que se considere de importancia.

Dependiendo del fin de la muestra es posible que se requiera, previo a la actividad, realizar el lavado y desinfección del punto de muestreo, para reducir el riesgo de contaminación por presencia de agentes, elementos o compuestos que puedan estar presentes en la estructura debido a su entorno. Para esto es común emplear diferentes agentes como hipoclorito de sodio o calcio.

### Puntos de tomas de muestras

El personal de monitoreo deberá obtener toda la información posible y de manera detallada acerca de las estaciones del recurso hídrico por monitorear. Generalmente, esta información es proporcionada por el cliente, ello servirá para planear todo el procedimiento de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo deberá cumplir los siguientes criterios:

1. Criterios en la ubicación de puntos de muestreo

| Criterio | Generalidades del criterio |
| --- | --- |
| Determinar el punto de muestreo | Determinar el punto en común acuerdo entre las personas prestadoras y la respectiva autoridad sanitaria. |
| Puntos fijos | Establecer puntos fijos inmediatamente después del accesorio o componente donde terminan las tuberías de conducción y se da inicio a la red de distribución, en el extremo más alejado de la red que sea más representativo en calidad del agua y a la salida de la infraestructura ubicada en la red de distribución que pueda representar un riesgo de contaminar el agua. |
| Puntos de interés | Establecer puntos de interés general, es decir localizar puntos de muestreo teniendo en cuenta que representen el funcionamiento hidráulico del sistema. |

Para muestreos que no son de agua para consumo humano siempre se recomienda:

1. Puntos de muestreo en aguas no aptas para consumo humano

| Recomendación | Generalidades |
| --- | --- |
| Identificar, previamente, la zona | Si es posible, georreferenciarla, indagar sobre el uso del recurso, la población y situación actual del mismo. |
| En aguas residuales | Solicitar los permisos con anterioridad, verificar la zona y llevar los elementos de protección requeridos. |
| Registro del proceso | Llevar la documentación y material necesario para registrar horas, fechas, lugares de la toma de muestras, etc. |

Para el sitio de muestreo se requiere tener en cuenta:

1. **Accesibilidad**. El punto de muestreo se sitúa en un lugar de fácil acceso, que cuente con las vías vehiculares y peatonales adecuadas, de tal manera que se facilite obtener las muestras, transportar equipos, recipientes y materiales de muestreo.
2. **Representatividad**. El punto de recolección de las muestras se ubica de manera que, sea lo más representativo posible de las características generales del cuerpo de agua. Esto significa, que es necesario que el cuerpo de agua se encuentre totalmente mezclado en el punto donde se tomará la muestra; evaluando la turbulencia, velocidad y apariencia física del mismo para asegurar la homogeneidad de la muestra. Cabe señalar, que una excesiva turbulencia puede afectar los valores de algunos parámetros como oxígeno disuelto y pH.
3. **Revisión de expedientes**. Es indispensable conocer el estado y la exigencia dada por la Entidad Ambiental a cada industria; con ello, se da la respectiva prioridad y orden en la programación fijada en el año. Los permisos y obligaciones de cada una de las industrias se consultan en los expedientes de la corporación ambiental a la que pertenece la industria, así como otro tipo de información necesaria para determinar las características del muestreo (aumento o disminución de la producción, períodos de vacaciones, jornadas laborales, número de empleados, entre otros) que ayudan a determinar el sitio, duración, tipo de muestreo que se debe realizar.
4. **Información clave**. De cada industria es necesario obtener determinada información que permita establecer los siguientes aspectos:

* Objeto de caracterización (control y seguimiento al permiso de vertimiento).
* Información básica de la empresa (Procesos Productivos).
* Determinación de los sitios de aforo y muestreo (Tipo de PTAR y sus componentes, afluentes y efluentes).
* Método de aforo.
* Tipo de descarga.
* Tipo de muestra (pecuaria, doméstica, industrial).
* Tipo de fuente receptora.

1. **Definición de la frecuencia de muestreo**. Con lo anterior se define la frecuencia del muestreo (15 minutos, 20 minutos, 30 minutos), los parámetros a determinar, la forma de manejo y preservación de las muestras, los tipos de descarga, los sitios de aforo y muestreo que dan lugar a las posibles adecuaciones necesarias que permiten garantizar la confiabilidad en la toma de muestra y la medición del caudal, ya que la representatividad de ésta depende la veracidad de los resultados.

### Características de los puntos de muestreo

La forma de tomar la muestra y el punto de muestreo es condicionada al lugar de este, es por ello que se deben considerar algunas particularidades. Según las diferentes fuentes de agua las características del muestreo deben ser:

* **En pozos de agua**. Extraer la muestra de agua sólo después que el pozo ha sido bombeado por lo menos durante 15 minutos para asegurar que la muestra representa la calidad de la fuente de agua subterránea.
* **En ríos y arroyos**. Cuando se toman muestras de un río o un arroyo, los valores analíticos pueden variar con la profundidad, el caudal del arroyo y por la distancia a las orillas.

En el proceso, los cuidados a tener en cuenta son:

* Para que la muestra sea representativa debe ser recolectada a la mitad del área del flujo, independientemente de la modalidad del muestreo.
* Es clave tener presente las inundaciones repentinas.
* Se debe seleccionar el punto de muestreo cercano a una estación de aforo para relacionar el caudal del río con la muestra de agua.
* En el caso de puntos de muestreo situados en las proximidades de confluencias y descargas, los puntos de muestreo deberán estar ubicados a una distancia tal en que ambas aguas estén uniformemente mezcladas.
* Cuando se trata de lagos y reservorios, estos tipos de cuerpos de agua están sujetos a considerables variaciones por causas normales tales como estratificación a causa de la radiación solar y la velocidad del viento y descargas de fuentes tributarias.
* Para determinar la representatividad de la calidad del agua en embalses, muchas veces se requiere la toma de muestras en más de una posición.
* Las ubicaciones dependen de los objetivos del programa de muestreo, el impacto de las fuentes locales de contaminación y el tamaño del cuerpo de agua.
* En todos los casos se debe evitar la toma de muestras en lugares donde exista acumulación de sedimentos o de material flotante.
* Si no se dispone de una lancha, recolectar las muestras lo más lejano de la orilla y anotar esta distancia y la profundidad del punto de muestreo.
* En el muestreo a distancia de las orillas se pueden extraer muestras empleando muestreadores tipo Van Dorm o bombas peristálticas equipadas con mangueras ligeras.

### Labores a realizar en campo

Se realiza la respectiva toma de muestra y es indispensable que, a la vez, se realice análisis en campo de algunos parámetros que deben medirse en su lugar original, a esto se le llama laboratorio en campo o ensayos in situ. Se trata de ensayos o mediciones que realizan de algunos parámetros en campo que, por su naturaleza, si no se realiza de manera inmediata, los resultados arrojados posteriormente no serán verídicos.

Para agua de consumo humano se encuentran dentro de estos parámetros: la temperatura, el olor, el sabor, el cloro residual libre y el pH, sin embargo, para otro tipo de aguas como las residuales o las superficiales, estos también son aplicables para mediciones in situ incluyendo conductividad, turbidez y oxígeno disuelto; la medición de estos se realiza con el equipo multiparamétrico.

Estas mediciones se realizan generalmente haciendo uso de equipos portátiles como sondas multiparamétricas, pHmetros y conductímetros. Sin embargo, se debe resaltar que para hacer estos análisis siempre se deben considerar las indicaciones de revisión y calibración de los equipos.

La siguiente, es la explicación de algunos parámetros medidos “in situ” y aspectos a tener en cuenta:

1. **Oxígeno disuelto**: este parámetro proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua es importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc. afectan sus niveles. La baja concentración de oxígeno disuelto puede ser un indicador de que el agua tiene una alta carga orgánica provocada por aguas residuales.
2. **Conductividad**: la conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. Se debe tener en cuenta que las sales minerales son buenas conductoras y que las materias orgánicas y coloidales tienen poca conductividad.
3. **pH**: el pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. En el campo de abastecimiento de agua el pH tiene importancia en la coagulación química, desinfección, ablandamiento del agua y control de corrosión.
4. **Temperatura**: la temperatura juega un papel muy importante en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen de agua y de las eventuales mezclas, etc. Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización.
5. **Medición de la temperatura**: la medición de temperatura en muestras ambientales debe ser una labor realizada in situ, y no aplica por ello los procedimientos de almacenamiento y preservación. El mejor método para la lectura de este parámetro es introducir directamente los equipos de medición (termómetro o sonda) en el cuerpo de agua.
6. **Turbidez**: la turbidez del agua es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste esencialmente en una absorción de luz combinado con un proceso de difusión. En caso de requerirse la extracción de una muestra para la medición de los parámetros in situ, es recomendable realizar la medición de los parámetros de inmediato para evitar variación de estos.

### En cuanto a la seguridad y la protección personal, es fundamental:

Confirmar que el punto de muestreo y sus alrededores, cumplan con las condiciones meteorológicas adecuadas que garanticen la seguridad del personal de muestreo, de manera que, se minimicen los riesgos y peligros. Así mismo, conocer el estado del orden público; en caso de tratarse de una zona de conflicto, se informa a la autoridad competente la presencia del personal de muestreo indicando el número de integrantes y el tipo de actividad a realizar.

En el mismo sentido, el personal de la actividad debe chequear antes de salir al muestreo, su identificación personal, carné de seguro médico, ARL, número de contrato, entre otros. Se deberán identificar los datos y ubicación del centro de atención médico más cercano, ambulancias, policía, grúa o los números telefónicos pertinentes en caso de un incidente durante la actividad.

Es fundamental que, durante la ejecución de la toma de muestras, ningún miembro se separe a una distancia considerable del resto del grupo que le impida ser escuchado en caso de emergencia.

## Localización del muestreo de suelo

En la zona en la que se requiere tomar la muestra de suelo se debe consultar información como estudios de suelos, estudios de salinidad y drenaje y vulnerabilidad de los acuíferos, entre otros datos importantes.

La localización de los puntos de muestreo (PDM) se apoya fundamentalmente en la información previa existente sobre el sistema o fenómeno a caracterizar, que permite establecer las hipótesis correspondientes, relativas a la distribución tanto horizontal como vertical de la contaminación. De todos modos, se tendrán en cuenta las zonas con mayor riesgo a ser contaminadas.

Como base en el diseño del muestreo, se debe considerar:

1. Consideraciones para el diseño del muestreo

| Consideración | Generalidades y acciones |
| --- | --- |
| Extensión | Se deberá formular una hipótesis acerca de la extensión espacial del entorno afectado. |
| Elementos presentes | Así mismo, se deberá formular una hipótesis de la potencial distribución de los elementos presentes en el suelo en los diferentes medios. |
| Sustento de las hipótesis | Tales hipótesis se realizarán con base en los resultados obtenidos a partir de la información recolectada en la etapa de reconocimiento. |
| Análisis de información | Preferiblemente, se debe realizar un análisis de la información mediante un SIG (Sistema de Información Geográfica). |

### Localización de los puntos de muestreo

Los modelos más frecuentes e importantes de distribución espacial de los PDM sitúan sus coordenadas de forma aleatoria (por muestreo al azar) o bien de forma regular (por muestreo sistemático). La elección del muestreo al azar implica que la localización de cada PDM dentro del área de estudio no aporta información adicional sobre el sistema o fenómeno a investigar. El muestreo sistemático, sin embargo, supone la existencia de una interrelación entre la localización espacial y la concentración de alguna de las sustancias estudiadas en cada punto de muestreo.

Dentro del muestreo sistemático se distinguen, a su vez, varios tipos:

1. Al azar
2. Regular
3. Al tresbolillo o alternado
4. En gradiente

Sobre estos tipos de muestreo se puede tener presente que:

* Los tres primeros tipos (al azar, regular y alternado) situarían los PDM en toda la extensión del área de estudio.
* Mientras el último tipo (en gradiente) los situaría a lo largo del gradiente o fuente de variación espacial más importante.
* La distribución de los puntos en el espacio debe considerar tanto el plano horizontal como el vertical, por lo que las consideraciones realizadas deben igualmente aplicarse a la localización en profundidad de los PDM.

### Número de puntos de muestreo

En general, el número de sitios debe ser suficiente para adecuar la muestra a las variaciones presentes en cada unidad de muestreo, como guía se recomienda tomar los criterios por la EPA y adaptarse para el fin propuesto. En algunas circunstancias, puede ser necesario restringir el muestreo a períodos específicos del año.

Por ejemplo, es posible que la característica o sustancia que se va a determinar sea afectada por factores estacionales o actividades humanas (el clima, el acondicionamiento - fertilización del suelo, el uso de pesticidas o herbicidas); esto se debe tener en cuenta en el diseño de un programa de muestreo. No muestrear inmediatamente después de una lluvia o si el perfil del suelo está saturado, conviene siempre esperar 2 o 3 días a que drene bien.

Otros aspectos clave sobre la localización del muestreo de suelo, son:

1. **Accesibilidad y Topografía del terreno**: durante el diseño del muestreo se debe llevar a cabo un reconocimiento del entorno afectado, dirigido especialmente a comprobar la accesibilidad de las zonas a muestrear, que puede condicionar los equipos a utilizar durante la campaña. Se deberán identificar las zonas de difícil acceso, canales, taludes, laderas de fuerte pendiente, zonas inestables, etc. Si se posee información cartográfica de las vías de acceso y fotografías aéreas, esta actividad se puede realizar en la oficina.
2. **Presencia de superficies endurecidas**: en ciertos entornos afectados, la superficie del terreno a investigar está constituida por suelos que presentan horizontes endurecidos y capas con grava y gravilla de mayor dureza, que se tendrá que atravesar para muestrear y seguir muestreando en profundidad. Este factor ha de tenerse en cuenta, en la medida que puede requerir equipos específicos (martillos neumáticos, etc.) adicionales a los de perforación y muestreo que se empleen posteriormente.
3. **Permisos**: antes de iniciar cualquier investigación de campo se deberán conseguir los permisos oportunos (de ocupación, de perforación, de acceso a los terrenos, etc.), que pueden variar de un caso a otro.

## Medición de olor

Es muy importante definir cuáles son los métodos para la medición de los olores ofensivos debido a que las características de la medición dependen, especialmente, del alcance o sector que sea objeto del estudio.

La OMS define cuatro características para los olores:

* **La intensidad**. Entendida como la fuerza de la sensación percibida.
* **La calidad**. Que es el carácter diferenciador de un olor, lo que permite identificarlo.
* **La aceptabilidad**. Como el grado de gusto o disgusto de un olor.
* **El umbral del olor**. Como la concentración mínima de un estímulo odorífico capaz de provocar una respuesta.

Existen algunas técnicas sensoriales que se emplean para medir el olor. Entre las más usuales están: la olfatometría dinámica, la cual evalúa las diluciones con aire limpio que un olor debe sufrir para no ser detectable por un humano promedio (umbral de detección).

También se emplean otras técnicas sensoriales que incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo triangular) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico). La desventaja de este método es que no es específico y consecuentemente no identifica las especies químicas causantes del olor que está presente en el sitio.

### Olfatometría dinámica

El objetivo primordial de un estudio olfatométrico es evaluar si las emisiones de una determinada instalación pueden ser responsables o no de quejas en la población vecina. A esta conclusión se llega con la interpretación de los valores de concentración de inmisión, habitualmente denominados mapas de olores.

En lo relacionado con la ubicación del sitio de medición, tenga en cuenta los siguientes aspectos:

1. **Reglas para definir número de mediciones**: no existe una regla única para definir el número de mediciones y los sitios de monitoreo, dado que la problemática es diferente en cada lugar, por lo que se establecen criterios generales para la definición de la estrategia de medición.
2. **Fases de un estudio olfatométrico**: para la elaboración de un estudio olfatométrico se deben tener encuentra 3 fases:

* Fase I Elaboración del plan de muestreo
* Fase II Toma de muestra análisis de la concentración
* Fase III Obtención de los resultados de olor de emisión

1. **Elaboración del plan de muestreo**: un estudio olfatométrico supone el conocimiento previo al detalle de todos aquellos aspectos que pueden verse inmersos en la generación de olores de una actividad o instalación. Este conocimiento previo es fundamental para poder establecer un programa de muestreo que responda a los objetivos planteados en el estudio de impacto ambiental por olores.
2. **Maneras de elaborar el plan de muestreo**:

* La visita previa a la instalación a la que se le va a hacer el estudio
* Por medio de la revisión de planos esquemas y demás información que permita visualizar el área de medición.

1. **Revisión del esquema de procesos de la instalación objeto de estudio:** la manera más apropiada para la identificación de los focos emisores a muestrear es mediante un esquema básico de procesos de la instalación en el que estén representados el proceso a escala; es importante que este esquema se revise entre el especialista que va a ser el estudio y personal de la empresa durante la visita a las instalaciones para tener una percepción del sitio donde se va hacer el estudio.
2. **Identificación de los potenciales focos emisores**: sobre el esquema de procesos se identificarán todos los potenciales focos emisores diferenciando las emisiones de focos puntuales, las emisiones de fuentes difusas y las emisiones fugitivas.
3. **Selección de día y hora de muestreo – tiempo de muestreo – número de muestras por foco**: el objetivo último de un estudio olfatométrico es evaluar si las emisiones de una determinada instalación pueden ser responsables o no de quejas en la población vecina. En el caso de fuentes superficiales sucede, en ocasiones, que la superficie emisora no es homogénea por lo que hay que considerar la realización de distintas tomas en cada una de las zonas identificadas o la realización de muestreos integrados.

La localización de las estaciones de muestreo será fuera de los límites de las instalaciones de cualquier fuente.

De acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos, existen dos variables a tener en cuenta, como se muestra en la siguiente tabla:

1. Variables en la medición de olores

| Variables por meteorología | Variables por topografía |
| --- | --- |
| Dado que los factores meteorológicos determinan el transporte y dispersión de los contaminantes en la atmósfera, los parámetros meteorológicos con los cuales se debe contar como mínimo son:  1.**Velocidad y dirección del viento**: con el fin de establecer la dirección de los contaminantes y su dispersión en la atmósfera.  2.**Temperatura**: variable a medir ya que esta puede influir en la generación de sustancias. Otros parámetros como precipitación, nubosidad, humedad y radiación solar completan el panorama de los fenómenos meteorológicos. | Es un factor importante en la selección de los sitios de monitoreo por el efecto de ésta sobre los vientos locales y las condiciones de estabilidad; en general, mientras más complejo el terreno se necesitarán más sitios de medición. |

## Localización del muestreo de ruido

Es importante diferenciar que la medición del ruido que se va a realizar debe establecer su alcance, puesto que el **ruido ambiental** se mide teniendo en cuenta un área determinada por su impacto (Parques, Zonas Residenciales, Hospitales, entre otros), en cambio la medición por **emisión de ruido** se mide siempre y cuando esté relacionada con la generación de ruido que puede generar una empresa o proyecto.

### Horarios, parámetros y tiempos de medición

Teniendo en cuenta que las percepciones de los sonidos dependen del sitio, las fuentes generadoras, el clima, entre otros, la resolución 627 de 2006 establece los siguientes horarios para la aplicación de los procedimientos de medición y las normas que le aplican de la siguiente manera:

* **Diurno**: de las 7:01 a las 21:00 horas.
* **Nocturno**: de las 21:01 a las 7:00 horas.

En cuanto a los parámetros de medida de ruido, se pueden mencionar los siguientes:

* Nivel de presión sonora continúo equivalente (LAeq,T).
* Filtro de ponderación Frecuencial (A).
* Filtro de ponderación temporal lento (Slow).
* Ruido Residual, medido como nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T, Residual.

El intervalo unitario de tiempo de medida se establece en una (1) hora, la cual puede ser medida en forma continua o con intervalos de tiempo distribuidos uniformemente hasta obtener, como mínimo, quince (15) minutos de captura de información.

Las siguientes, son las condiciones meteorológicas del sitio de medición de ruido:

1. **Clima**: es importante que las mediciones se realicen en tiempo seco; es preferible que durante las mediciones no llueva o se presenten lloviznas, truenos o en el caso extremo presencia de granizo.
2. **Riesgos de error minimizados o anulados**: adicionalmente los pavimentos y aquellas superficies donde se efectúen las mediciones deben estar completamente secos por ende si esa situación no se presenta las mediciones podrían tener un sesgo de error cuyos resultados NO podrían ser tenidos en cuenta para una mayor representatividad.
3. **Viento**: otro factor importante que afecta las mediciones es la velocidad del viento. Si es superior a 3m/s se deberán realizar los respectivos ajustes en las calibraciones con el fin de evitar sesgos en la medición, sin embargo, los equipos de medición como los sonómetros incluyen pantallas protectoras contra el viento la velocidad la medición de la velocidad del viento debe hacerse a la misma altura a la que está ubicado el micrófono y en el momento y en el lugar donde se van a realizar las mediciones del ruido.
4. **Velocidad y dirección del viento**: cuando se hacen mediciones de ruido simultáneamente se debe medir la velocidad y dirección del viento que está circulando en el sector de la medición y para ello se emplea un anemómetro.

Para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas, se deben ubicar los equipos de medición para cada uno de los siguientes casos:

* **Ruido Ambiental**. En las zonas urbanas y de expansión urbana, el ruido ambiental se mide instalando el micrófono a una altura de cuatro (4) m medidos a partir del suelo terrestre y a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición.
* **Emisión de Ruido**. En el caso de las fuentes fijas de emisión de ruido, puede ocurrir que la fuente se identifique perfectamente o que sea necesario medir la emisión proveniente de una pared o de un área que se considera como fuente de emisión.
* **Localización de la medición**. La medición de la emisión de ruido se realiza a 1.5 m de la fachada de una edificación y a 1.20 m a partir del nivel mínimo donde se encuentre instalada la fuente de emisión de ruido.
* **Estudios de ruido ambiental**. Cuando se realizan los estudios de ruido ambiental, los resultados obtenidos deben ser utilizados para realizar el diagnóstico de los niveles de presión sonora en el ambiente. Los resultados podrán ser llevados a mapas de ruido con el fin de identificar zonas críticas y posibles fuentes de emisión de ruido.
* **Mediciones de emisión de Ruido**. Siempre deben hacerse en el espacio público, a 1.50 m del límite de la propiedad en que está instalada la fuente. Con el fin de comparar los resultados con los niveles máximos permisibles de emisión de ruido.

El sitio de medición se elige efectuando una evaluación previa por medio de un barrido rápido del nivel de ruido emitido, el cual se hace a 1.5 m de la fachada, límites medianeros o división parcelaria. De esta manera se determina el punto de mayor nivel de presión sonora, el cual se toma como sitio de medición, coincidiendo generalmente frente a puertas o ventanas.

# Equipos y materiales para toma de muestras y análisis “in situ”

Los equipos deben ser calibrados por lo general anualmente, pero eso depende de cada equipo, a través de un tercero que certifica su buen estado y funcionamiento. El laboratorio debe contar con la hoja de vida del equipo en donde se establezca su plan de verificación, mantenimientos preventivos y correctivos, hoja de seguridad y ficha técnica del fabricante.

### Equipos y materiales para toma de muestras de agua

Existen algunos parámetros que por sus características o inestabilidad deben ser medidos en el lugar de la recolección (“In situ”). Entre estos, dependiendo del tipo de agua y su fin, es posible encontrar la temperatura, olor, color, pH, cloro, conductividad, entre otros.

La medición de los parámetros in situ se puede hacer directamente en el cuerpo de agua o extrayendo una muestra mediante el uso de los recipientes adecuados. Siendo necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

* Los equipos de medición deben ser calibrados y verificados antes de la medición.
* El uso de equipos y kits de medición se debe hacer acorde instrucciones y manuales de operación.
* En el caso de equipos que hacen uso de electrodos para medición, posterior a su uso este debe ser lavado con agua destilada y conservado acorde a los protocolos del proveedor para garantizar su tiempo de vida útil.

La siguiente tabla, enuncia los más comunes equipos y materiales usados en la toma de muestras de agua:

1. Equipos y materiales para la toma de muestras de agua

| Equipos y materiales |
| --- |
| Recipientes plásticos para análisis físico químico de 1lt |
| Recipiente para análisis microbiológico 500ml |
| Recipiente de vidrio transparentes o ámbar dependiendo del análisis físico-químicos de 1lt |
| Erlenmeyer para la toma de metales |
| Erlenmeyer para la toma de oxígeno disuelto |
| Erlenmeyer para la toma de fosfatos |
| Envases esterilizados para bacteriológico |
| Frascos de vidrio para grasas |
| Duplicado o blanco |
| Recipientes de refrigeración |
| Frasco lavador con agua destilada |
| Vasija recolectora |
| Gotero |
| Embudo |
| Bolsa pequeña de basura |
| Reactivos para preservación de las muestras metales |
| Flameador |
| Jabón libre de fosfato |
| Soporte metálico |
| Neveras de Icopor o de plástico |
| Cinta de enmascarar |
| Bolsa pequeña de basura |
| Bolsas “whirl-pak” de 250ml |
| Toallas o papel absorbente |
| Papel Aluminio |
| Material debidamente rotulado (frascos y recipientes) |
| Guantes de látex |
| Entre otros que se requieran para la toma de muestra según el análisis especifico. |

Otros equipos utilizados en campo son:

* **Equipo multiparámetro**. Para determinación del pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno disuelto, ORP y turbidez. Los diferentes modelos multiparamétricos portátiles son instrumentos de medición muy precisos pensados para aplicaciones móviles en los que sea necesario medir más de un parámetro. Se cuenta con sensores digitales inteligentes IDS donde la señal de medición no se procesa en el instrumento, sino que se genera directamente en el sensor.
* **Reactivos de calibración del multiparámetro**. Son soluciones para calibrar los equipos en campo.
* **Equipo termohigrómetro**. El termohigrómetro es una combinación de termómetro e higrómetro digital, para medir y visualizar los valores del ambiente, en su pantalla se muestra la temperatura y la humedad del aire.
* **Equipo GPS Geoposicionador**. El Geoposicionador (GPS) es un sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos.
* **Equipo Cámara fotográfica**. Tomar fotografías del lugar, los puntos de muestreo y las actividades realizadas de toma de muestra.
* Equipos para protección personal para la toma de muestra. Para protección y seguridad de las personas que efectúan el muestreo:

1. Overol impermeable para muestreo o aforo
2. Gafas de Seguridad
3. Frasco de alcohol
4. Guantes de látex
5. Botas de Caucho
6. Botiquín de primeros auxilios

* **Equipos utilizados en caudal / aguas superficiales**. Equipo para aforo:

1. Cinta métrica
2. Baterías cargadas
3. “Beaker” 1000ml
4. Balde
5. Varilla del molinete
6. Molinete
7. Arnés de seguridad
8. Escalera
9. Lazo (línea de seguridad)
10. Tubería de pvc

### Equipos y materiales para toma de muestras de suelo

Todo ejercicio de toma de muestras, requiere disposición, mantenimiento, alistamiento y gestión de equipos y materiales. Los más usados para este caso son:

* **Tabla de apoyo con agarradera para escribir**.
* **Rotuladores y gomas de borrar**: apropiados para tomar notas, identificar muestras (por ejemplo, rotuladores de secados rápidos e indelebles al agua).
* **Machete**: este tipo de herramienta puede ser necesaria para limpiar la vegetación cuando se toman perfiles.
* **Barrenos**: de taladro, de sonda o tubos y de tipo holandés.
* **Balde**: se requiere para depositar allí las muestras recolectadas. Se debe asegurar la limpieza y asepsia del recipiente, para evitar posible contaminación de la muestra.
* **Bolsas plásticas**: deben ser livianas, fáciles de llevar y de bajo costo. Muchas de ellas deben ser revisadas y analizadas para establecer el contenido de PCB (Bifenil policlorados), ya que puede absorber algunos componentes de las sustancias contaminantes.
* **Recipientes de vidrio**: usados con frecuencia cuando se utilizan indicadores de tipo biológico, los que deben ser refrigerados para su preservación. Cuando se usan frascos o botellas de vidrio para tal fin, se recomienda esterilizarlos en autoclaves para garantizar su asepsia.
* **Neveras tipo picnic**: requeridas para congelar o refrigerar las muestras con hielo seco. Las muestras que se refrigeren deben empacarse previamente en recipientes de vidrio.

Los equipos utilizados en campo, para la toma de muestras de suelo, son:

* **Indicador de Ph El pH**: el pH determina que tan acido está el suelo y tiene un rango de 4-9. El pH se determina sobre la base de la comparación del color.
* **Juego de tamices de bolsillo**: juego de tamices manuales, tamaño de bolsillo Altura: 40 mm Contiene 6 discos intercambiables Tamaño de poro: 2,0 – 1,0-0,5-0,25-0,125 y 0,063 mm Diámetro 100mm.
* **Penetrómetro de bolsillo**: se utiliza específicamente para determinar la resistencia a la penetración de las capas superiores del suelo. Precisión de lectura: 3% Profundidad máxima de medición 1 cm Intervalo de medición 0 – 500 kPa.
* **Medidor de esfuerzo de corte**: es un instrumento diseñado para la determinación de la resistencia al corte de los suelos. Contiene 3 anillos para un amplio rango de medición. Se requiere una superficie plana de 25 mm de diámetro. Rango de medición 0 -250 kPa.

### Equipos y materiales para toma de muestras de olores

Los equipos de uso en la medición y estimación de olores ofensivos, deberán atender a los requerimientos establecidos en normas vigentes y ser utilizados bajo criterios de seguridad y efectividad.

Los más destacados son:

1. **Equipo de muestreo para fuente puntual**: (Ductos o Chimeneas) Se utiliza el método de la sonda. Este método consiste en la “aspiración” mediante una sonda de una fracción alícuota del gas emitido por la fuente.
2. **Muestreo de fuentes difusas aireadas**: (Superficiales activas) Para este tipo de fuentes (reactor biológico de una depuradora o un biofiltro) se utiliza el método de la Campana En estas situaciones se coloca una campana de base cuadrada (1 m2) sobre la superficie a muestrear, de manera que, a la salida de esta, la muestra es succionada mediante una sonda.
3. **Muestreo de fuentes difusas no aireadas**: (Superficiales pasivas). Para este tipo de fuentes (decantador de una depuradora o una parva o pila de compost) se utiliza el método del túnel del viento o “cámara de flujo” (conocida también como Caja Lindvall Para ello, mediante un soplante, se insufla un caudal conocido de aire previamente filtrado, a través de la cámara de flujo, tomando la muestra mediante una sonda a la salida de la misma.
4. **Bolsas de gas para muestreo**: bolsas para toma de muestras de gas están fabricados de Nalophan; estas están diseñadas específicamente para responder a las exigencias de calidad de la norma EN 13725, especialmente para minimizar el riesgo de contaminación de muestras, su tamaño puede variar 8, 10 40 o 60 Lt.
5. **Olfatómetro**: es un equipo que permite crear una serie calibrada de diluciones discretas mediante la mezcla del olor ambiental con aire libre de olor. La olfatometría de campo calcula el parámetro “Dilución hasta el Umbral” (D/T) como el cociente (proporción).

**DT = Volumen de aire filtrado / Volumen de aire oloroso**

1. **TGPS Sistema de Posicionamiento Global**: es un instrumento de localización que toma como referencia para la ubicación y navegación los satélites que están estacionados en la órbita del planeta, permiten determinar la posición de un objeto o persona con una precisión de hasta 1 metro, su funcionamiento o sistema de navegación se reporta en grados, minutos y segundos ubicando la longitud y la latitud del punto que se va a referenciar.
2. **Estación Meteorológica Portátil**: una estación meteorológica es un dispositivo que recoge los datos de distintas variables atmosféricas, su finalidad es medir variables como la temperatura, precipitación, presión atmosférica la velocidad y dirección del viento, radiación solar, entre otras variables, su configuración depende del tipo de estudios que se realicen, generalmente en los trabajos de capo es importante que sean portátiles.

### Equipos de medición de ruido

Los equipos de medición para emisión de ruido y ruido ambiental se clasifican bajo criterios establecidos por la resolución 600 27 de 2006.

A continuación, se enuncian los principales requerimientos en las mediciones de ruido:

1. **Sonómetro**: internacionalmente los sonómetros que son aceptados son del tipo CLASE 1, los cuales son empleados para hacer las mediciones de ruido ambiental de acuerdo con especificaciones técnicas internacionales que establecen una precisión mayor en la medición. La Precisión de los sonómetros según la norma IEC 61672.

* Clase 1. Precisión ± 1 dB
* Clase 2. Precisión ± 1.5 dB

1. **Pistófono o Calibrador acústico**: según el “Protocolo para la medición de emisión de ruido, ruido ambiental” La verificación y/o ajuste de la calibración de los sonómetros se deben realizar con calibradores o pistófonos que cumplan con la norma IEC 60942:2003. Se debe verificar el cumplimiento del calibrador o pistófono con los requisitos de la norma IEC 60942:2003 por lo menos una vez al año y el cumplimiento del sonómetro con los requisitos de la norma IEC 61672-1:2002 según la clase del sonómetro por lo menos cada dos años en un laboratorio con trazabilidad a patrones nacionales.
2. **Trípode**: estructura u armazón de 3 puntos de apoyo, generalmente articulados y plegables. Sirve para sostener el sonómetro cuya capacidad de extensión telescópica debe ser hasta de 4 metros de altura el giro sobre su propio eje debe ser de 360º para poder hacer las mediciones en los diferentes puntos de acuerdo a lo establecido en el protocolo para el monitoreo de ruido MADS.
3. **Anemómetro**: se emplea, en este caso, para medir la velocidad (fuerza del viento) y la dirección del viento. Es uno de los aparatos meteorológicos que se deben emplear en la medición del ruido puesto que su función consiste en determinar si la velocidad del viento está por encima de los 3 m/s.
4. **GPS Sistema de Posicionamiento Global**: es un instrumento de localización que toma como referencia, para la ubicación y navegación, los satélites que están estacionados en la órbita del planeta. Permiten determinar la posición de un objeto o persona con una precisión de hasta 1 metro, su funcionamiento o sistema de navegación se reporta en grados, minutos y segundos ubicando la longitud y la latitud del punto que se va a referenciar. Ubica con mucha precisión los puntos en donde se va a ubicar los puntos del monitoreo.

# Reconocimiento del material de laboratorio

Se trata de todo aquel material que puede ser empleado en un laboratorio (puede ser de vidrio, madera, metal, plástico, goma y porcelana) para realizar las típicas actividades que en este tipo de lugares se llevan a cabo: investigaciones, experimentos, estudios especiales sobre recursos, partículas u otros.

El uso de los instrumentos de laboratorio debe estar orientado al objetivo de la muestra, teniendo en cuenta las características requeridas para muestras fisicoquímicas y microbiológicas; si el procesamiento de la misma será “in situ” o si se requiere de algún equipo o herramienta.

### Recipientes, reactivos e insumos

Los recipientes para la toma de muestras más usados para exámenes físicos-químicos y microbiológico, son de vidrio y plástico y varían de acuerdo con la muestra y sus componentes. En algunos casos es requerido el uso de un blanco del recipiente para descartar interferencias.

En relación con los recipientes y su material de fabricación, tenga presente:

Características y requisitos del material de recipientes de laboratorio:

1. **Recipientes de vidrio**.

* Deben ser resistentes a altas temperaturas, ya que deben ser esterilizados a temperaturas de 120 ºC o 160ºC para garantizar que los recipientes están libres de microorganismos antes de la toma de la muestra.
* Deben ser de vidrios neutros para que durante el proceso de esterilización y de almacenamiento de la muestra no ocurran reacciones donde se liberan productos tóxicos que puedan afectar la viabilidad de los microorganismos presentes en la muestra.
* Deben tener tapa rosca, preferiblemente de plástico, con forros de silicona termo-resistentes.

1. **Recipientes de plástico**. Los recipientes de plástico deben ser de polietileno, policarbonato o teflón si se requiere. El uso de botellas de plástico es recomendado para la toma de muestras a las que se les va a determinar sustancias inorgánicas. Características importantes:

* Preferiblemente livianos y resistentes.
* Deben tener tapa rosca del mismo tipo de plástico del recipiente para evitar deformaciones después del proceso de esterilización.
* Boca ancha.
* Tapa protectora.
* Cierre hermético.

El lavado y acondicionamiento de los recipientes depende del análisis a desarrollar; el INS (2011), brinda directrices claras sobre el acondicionamiento de materiales para análisis fisicoquímico y microbiológico.

En cuanto al lavado y acondicionamiento de los recipientes, se deben seguir las siguientes recomendaciones y criterios:

1. **Para análisis fisicoquímico**: los recipientes de vidrio nuevos se deben limpiar con agua y detergentes, para eliminar el polvo; después se limpian con una mezcla de ácido crómico- ácido sulfúrico o en su defecto con limpiador neutro y se enjuagan con agua destilada. Los recipientes de polietileno se limpian llenándolos con una solución al 10% ó 1 molar de ácido nítrico o ácido clorhídrico, dejándolos llenos durante 30 minutos. Finalmente se enjuagan con agua destilada o desionizada. Los detergentes no deben usarse con fines de limpieza, cuando haya lugar a determinación de fosfatos, silicatos, boro y surfactantes.
2. **Para análisis microbiológico**: el lavado se debe realizar con detergentes neutros y para eliminar la suciedad, se deben enjuagar con agua corriente hasta eliminar completamente las trazas de jabón, posteriormente se enjuaga con agua destilada y finalmente se dejan secar al medio ambiente o en estufa.
3. **Esterilización de los recipientes**: los recipientes para la toma de muestras deben estar estériles. Es decir, deben haber sido sometidos a procesos de esterilización. La esterilización hace referencia a procesos físicos o químicos que eliminan cualquier forma de vida. Cuando se dice que un recipiente está estéril es porque en este no hay presencia de microorganismos o esporas termorresistentes.
4. **Esterilización por calor húmedo**: se realiza en un equipo llamado autoclave en el que mediante el vapor de agua se producen temperaturas de 121 ± 3 ºC y 1 atmósfera de presión. Cuanto se someten los recipientes a estas condiciones durante 15 minutos, los microorganismos o las esporas que estaban presentes en estos, mueren y como consecuencia los recipientes quedan estériles.
5. **Esterilización por calor seco**: se realiza en un horno que se lleva a una temperatura de 170 ± 10 ºC durante 1 hora. Los recipientes de plástico no se deben esterilizar por este método. Antes de llevar los recipientes al proceso de esterilización estos se deben tapar, sin cerrarlos totalmente. La tapa y el cuello del recipiente se debe cubrir con papel Kraft, mantequilla o aluminio para proteger la boca y la tapa del recipiente en el momento del muestreo.
6. **Prueba de esterilidad de los recipientes**: se deben realizar pruebas de monitoreo al proceso de esterilización o hacer pruebas a los recipientes para comprobar su esterilidad.

## Equipos y herramientas

El trabajo práctico de toma de muestras en el sitio siempre se acompaña del uso de equipos y herramientas necesarias para tal fin, teniendo en cuenta no solo las condiciones mínimas de dichos implementos, como que se encuentren calibrados, sino también el uso acorde a las indicaciones de cada equipo.

### Equipo de muestreo manual

Manejar los equipos para las muestras superficiales es extremar la limpieza del material y procurar procedimientos que eviten la contaminación. En muestras superficiales la recolección se puede hacer manualmente introduciendo la botella colectora bajo la superficie, procurando siempre hacerlo a la misma profundidad (c.a. 25 cm).

Otras recomendaciones son:

* Cuando el objetivo es obtener muestras de agua a profundidades determinadas, se emplean botellas colectoras dotadas de mecanismos de cierre para confinar la masa de agua que se encuentra a la profundidad de interés.
* En estudios oceanográficos, se emplean normalmente botellas Nansen para el análisis de los parámetros fisicoquímicos, pH, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes inorgánicos.
* Las botellas Van Dorn y Niskin, por tener capacidad de mayor volumen, son ideales para la obtención de muestras en el análisis de pigmentos fotosintéticos y contaminantes (pesticidas, metales pesados, etc.).
* Hay que tener bastante precaución cuando se usan estas botellas en el muestreo de aguas con alto contenido de sólidos sedimentables; su forma alargada y un flujo muy lento para extraer la muestra por las llaves, facilitan la sedimentación de los sólidos provocando diferencia en este parámetro entre las primeras y las últimas botellas receptoras que se llenan.
* La botella Van Dorn horizontal es adecuada para colectar muestras de fondo en cuerpos de agua muy someros, siendo muy apropiada para estudios de estratificación vertical, termoclinas y termohalinas en lagunas costeras, mientras que las de funcionamiento vertical permiten colectar muestras a mayores profundidades.
* La recolección de muestras para el análisis de hidrocarburos requiere un equipo de muestreo especial; la muestra se debe recolectar en la misma botella de almacenamiento (que debe ser de vidrio) y a una profundidad de un metro, por lo cual no es posible utilizar ninguna de las mencionadas anteriormente.

### Equipo de muestreo automático

Es importante resaltar que también existen tomadores de muestras instrumentados y a menudo automatizados. Dentro de estos existen dos tipos principales: los dependientes del tiempo, que recogen muestras discretas, compuestas o continuas y los dependientes del volumen que también recogen estos tipos de muestra y tienen en cuenta las variaciones en el flujo.

### Equipos para análisis

Entre los artefactos y equipos más comunes para el análisis de muestras, se encuentran:

* **Termómetro**. Termómetro Celsius (centígrado) con columna de mercurio, el cual mínimo debe tener escala marcada cada 0.1°C. Para prevenir rupturas en labores de campo se recomienda un termómetro con cazoleta protectora. En la actualidad se emplean muchos medidores electrónicos provistos con sondas, los cuales poseen termocuplas o termistores en su interior. Con miras a los procesos de validación y certificación de los laboratorios ambientales, los termómetros y sensores de temperatura deben calibrarse al menos una vez al año por una institución competente, siguiendo el protocolo para cada equipo y/o fabricante.
* **pHmetro**. La técnica más exacta, usada para la medición del pH, es la potenciométrica, que se fundamenta en la medida de la diferencia de potencial experimentada en dos celdas electroquímicas (denominadas electrodos); se emplea un electrodo combinado de membrana de vidrio y uno de calomel como referencia. Los equipos actuales combinan estas dos celdas electrolíticas en un mismo sensor, y poseen programas electrónicos internos que dan la medida directa a partir de la diferencia de potencial, facilitando la lectura de este parámetro.
* **Conductímetro**. El conocimiento de la salinidad es fundamental en estudios oceanográficos, pues es necesario para la determinación de corrientes y la identificación de masas de aguas. En estudios ambientales es un factor importante porque puede significar la presencia o no de organismos y peces. La salinidad se puede calcular a partir de la conductividad, el resultado es numéricamente menor que el residuo filtrable y se reporta usualmente como gramos por Kg o partes por mil.

## Revisión y calibración de los equipos de muestreo

Para realizar esta actividad siempre se debe contar primero con los manuales de calibración para cada uno de los equipos a utilizar. Para realizar el alistamiento de reactivos y tener claros los estándares requeridos por los mismos.

El IDEAM en la guía para el monitoreo de vertimientos de aguas superficiales y subterráneas presenta unas consideraciones pertinentes para algunos equipos dadas a continuación:

* **Sonda multiparámetro**. Siempre revisar y calibrar los sensores de por lo menos 24 horas antes de la actividad; el sensor de oxígeno disuelto debe calibrarse entre cada muestreo si existe diferencias en la altitud. (Se puede usar si es aplicable el método Winkler como comparación).
* **Medidores de campo sencillos (pHmetro y conductímetro)**. El proceso de calibración debe darse diariamente siempre al inicio del primer muestreo.
* **Éxito del muestreo**. Se determina según el conocimiento del lugar de muestreo y de la necesidad de los parámetros a identificar. Luego, revisar siempre el equipo antes de ir a tomar la muestra, en aspectos: longitudes de sondas, pilas cargadas, funcionamiento y calibración, entre otras acciones previas obligatorias.

### Reconocimiento de material de laboratorio de uso general en ensayos

Es necesario que antes de comenzar cualquier trabajo experimental, se tenga conocimiento del material que se utiliza. Cada uno de los materiales tiene una función y su uso debe ser acorde con la tarea por realizar. La utilización inadecuada de este material da lugar a errores en las experiencias realizadas y aumenta el riesgo en el laboratorio.

Los materiales de laboratorio se clasifican de la siguiente forma:

1. **Volumétricos**: dentro de este grupo se encuentran los materiales de vidrio calibrados a una temperatura dada, permite medir volúmenes exactos de sustancias (matraces, pipetas, buretas, probetas graduadas).
2. **De calentamiento o sostén**: son aquellos que sirven para realizar mezclas o reacciones y que además pueden ser sometidos a calentamiento (vaso de precipitado, erlenmeyer, cristalizador, vidrio de reloj, balón, tubo de ensayo).
3. **Equipos de medición**: instrumento que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta conversión. Ejemplos: balanza, pHmetro, termómetro.
4. **Equipos especiales**: son Equipos auxiliares para el trabajo de laboratorio. Ejemplos: centrífuga, estufa, baño termostático, etc.

Refuerce su conocimiento de los materiales de laboratorio, estudiando con atención el contenido del documento PDF, de la carpeta Anexos, denominado **Anexo\_3\_MaterialDeLaboratorio**.

### Técnicas fundamentales de laboratorio, orden y uso de los reactivos

Cuando varias personas deban hacer uso de los mismos reactivos, cada cual debe ir al lugar del mismo con su vaso para tomar la cantidad necesaria. No llevar los reactivos a la mesada. Los productos químicamente puros o para análisis, extraídos del envase en cantidades excesivas, no deben volverse a poner en el frasco original y tampoco deben ser manejados con los dedos. Al sacar un líquido para pasar a otro envase cuide que los rótulos estén hacia arriba, de ese modo, si chorrea no se perjudican las etiquetas.

En relación con el manejo de los tubos de ensayo, tenga presente:

* No use tubos de ensayo que tengan rotura cerca del borde, el calor somete al vidrio a tensiones y el tubo bajo la acción de la pinza puede romperse fácilmente.
* Tome el tubo a uno o dos cm por debajo del borde con la pinza de madera y comience calentando suavemente. Ponga el tubo por encima de la llama sin tocarla agitándola ligeramente.
* Mantenga siempre el tubo con la boca apuntando en dirección contraria a la de su cuerpo o al de cualquier otra persona que trabaje cerca.
* Una vez que el líquido se calienta el tubo puede ubicarse dentro de la llama, a corta distancia del fondo, y nunca por encima del nivel del líquido contenido.
* Si el tubo contiene materiales granulados o en polvo, el calentamiento debe ser más lento aún.

A continuación, se enuncian más generalidades y aspectos clave, sobre el manejo y disposición de los materiales de laboratorio, en el proceso de muestreo:

* **Balanza**: el instrumento que se usa para determinar la masa de una sustancia en el laboratorio es la balanza. La masa no es afectada en su valor por la gravedad, sino el peso. La unidad en que se mide en las balanzas es el gramo o un múltiplo o submúltiplo de este.
* **Tipos de balanzas**: existen muchos tipos de balanzas, pero en los laboratorios actualmente se usan las electrónicas, desplazando a las tradicionales balanzas mecánicas. La ventaja de las balanzas electrónicas es que independientemente de su precisión, todas se utilizan de una manera sencilla y clara. Es conveniente saber que la masa del recipiente en el que se va a efectuar una medida se denomina tara y a la operación de ajustar a cero la lectura de la balanza con el recipiente incluido se denomina.
* **Material de vidrio**: se debe dejar limpio y en lo posible seco luego de cada clase. Cuando la suciedad es reciente, es más fácil removerla. Muchas veces agua y detergente y las escobillas adecuadas son suficientes para una limpieza correcta. En otras ocasiones puede utilizarse solución de hidróxido de sodio como desengrasante.
* **Limpieza profunda**: si la limpieza básica no logra su objetivo y si, además, se desconociera la naturaleza de la suciedad, se puede ensayar el uso de ácido clorhídrico, nítrico y sulfúrico diluido. Cualquiera sea el sistema que se utilice se debe enjuagar muy bien el material de vidrio con agua corriente varias veces y finalmente con agua destilada.
* **Calentamiento de los materiales**: el material de vidrio graduado, como probeta, bureta, pipetas, matraz aforado, nunca debe ser sometido a calentamiento. Se pude calentar el material de contención, como: vaso de precipitado, balón, tubos de ensayo, erlenmeyer.

### Manejo de insumos químicos y lectura de volúmenes

En lo que respecta al manejo de los insumos químicos y a la lectura de volúmenes, tenga en cuenta los aspectos que se enuncian enseguida:

* **Sólidos**. Se toman con espátulas adecuadas, limpias y secas, para transferirlos a tubos o a cualquier otro tipo de recipiente.
* **Líquidos**. En general, un líquido se vierte directamente de un recipiente a otro. Para evitar salpicaduras, se apoya una varilla de vidrio sobre el pico del recipiente de forma que el líquido fluya por la varilla y se recoja en el otro recipiente.
* **Particularidades de los recipientes**. Para un recipiente que tiene una abertura pequeña, debe utilizarse un embudo de vidrio seco y limpio. Después de terminar de verter el reactivo de la botella limpiar el líquido que pueda haberse caído por el exterior, lavándola y secándola con un paño. Esto tiene especial importancia cuando se utilizan reactivos corrosivos o venenosos que puedan causar serias quemaduras o heridas.
* **Cantidades y volúmenes**. Si las cantidades son pequeñas y el volumen debe ser medido, la forma adecuada de operar es transferir un poco de líquido a un vaso limpio y seco, luego de allí extraer lo necesario con una pipeta. La pipeta a utilizar debe estar limpia y absolutamente seca por dentro y por fuera. El exceso de líquido no debe devolverse al frasco original.
* **Lectura de volúmenes**. La superficie libre de los líquidos es horizontal, sin embargo, se curva generalmente hacia arriba, en contacto con las paredes del recipiente que los contiene formando un menisco (meni, del griego luna) cóncavo, como en el agua. Las lecturas se deben realizar en la parte inferior del menisco colocando el ojo al nivel de este para evitar errores de paralaje.

# Calibración de equipos, fichas técnicas y manuales

Se le llama calibración al conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores aportados por patrones.

Por lo tanto, la calibración solamente se puede realizar a instrumentos de medida de cualquier magnitud (tensión, corriente, resistencia, tiempo, frecuencia, potencia óptica etc.) y que exprese la medida en las unidades básicas del Sistema Internacional (SI) o materiales de referencia.

Enseguida, se muestran los aspectos más importantes por tener cuenta, en relación con la calibración de equipos, las fichas técnicas y los manuales:

1. **Procesos experimentales y técnicos**: en los procesos experimentales y técnicos, el fin es obtener resultados que puedan arrojar el estado de una muestra, pero estos resultados deben tener total validez científica para que los estudios realizados sean aprobados tanto nacional como internacionalmente.
2. **Importancia de la calibración**: se requiere calibración del equipo para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados. Es por esto por lo que usualmente los laboratorios certificados deben mantener un programa de calibración en el cual especifique los procedimientos para mantener cada equipo o instrumento que requiera de este proceso en óptimas condiciones y debe mantenerse la documentación.
3. **Conocimiento y aplicación de procedimientos y protocolos**: como este proceso puede variar entre las marcas y el tipo de instrumento, siempre es aconsejable que dependiendo del laboratorio donde se van a realizar los ensayos o del cual provengan los equipos de campo, se estudie los procedimientos, protocolos o instructivos de calibración con anterioridad y siempre realizar esta actividad según lo establecido en la documentación del equipo.
4. **Calibración como acción especializada**: de igual forma, al ser un paso tan importante en materia de prácticas y ensayos de laboratorio, existen entidades que se dedican exclusivamente al desarrollo de actividades de calibración de equipos, que han sido certificadas para la misma y que ofrecen además un documento de soporte denominado certificados de calibración o informes de calibración.
5. **Contenido de los certificados**: el contenido mínimo necesario que debe contener un certificado de calibración se encuentra establecido en la norma internacional ISO 17025 en su numeral 7.8.2.1.
6. **Qué pide la norma**: identificación del informe de ensayo, el nombre y dirección del laboratorio, el lugar en que se realizan las actividades laboratorio, nombre del cliente o quien solicita el certificado, método utilizado, descripción del instrumento bajo calibración, identificación del dueño del instrumento, fecha de calibración y próximas calibraciones, referencia al plan y método de muestreo usados para laboratorio, condiciones relevantes observadas.

### Hojas de seguridad de productos químicos

El manejo de diferentes sustancias químicas para el procesamiento de muestras de agua tanto en campo como en laboratorio, implica un riesgo para el personal que las manipula, este riesgo debe ser controlado, desde el almacenamiento, compra y transporte de la sustancia hasta el momento en el cual se materialice un accidente relacionado a ese producto.

Es por esto que debe existir un instrumento que le permita a las personas involucradas (empleados o comunidad) o al personal de asistencia médica (o de servicios de respuesta ante emergencias), saber los compuestos, el tipo de manipulación, cómo almacenarla y cómo reaccionar ante un accidente con la misma.

Para profundizar sus conocimientos y habilidades para el manejo seguro de productos químicos, preste atención a lo siguiente:

* **Instrumento: Hojas de seguridad**. Ese instrumento de gestión se denomina Hojas de seguridad de producto, en Colombia este es un elemento fundamental para toda la cadena de manipulación de las sustancias químicas y se convirtió en un eje estratégico para los sistemas de seguridad y salud en el trabajo en cualquier entidad (Pública y privada).
* **Estructura del instrumento**. La estructura de las hojas de seguridad y su uso obligatorio en las organizaciones fue impuesta por diferentes bases normativas (Decreto 1496 de 2018, Norma Técnica Colombiana 4435, Norma Técnica Colombiana 4532).
* **Secciones del instrumento**. Estas hojas de seguridad son un instrumento que cuenta con 16 ítems o secciones, también conocidas como fichas de seguridad (FDS). El Ministerio de Trabajo, en la Resolución 1486 (2008), en el artículo 8º y 9º, asigna a los fabricantes e importadores la responsabilidad de elaborar, revisar y actualizar las fichas de seguridad (FDS).
* **Responsabilidad común**. Sin embargo, es responsabilidad de todos los que van a manipular estas sustancias, conocer la FDS y apropiar sus 16 ítems básicos.

Los 16 ítems, propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial, son:

* Identificación del producto.
* Identificación de peligros.
* Composición. (información sobre los componentes)
* Primeros auxilios.
* Medidas de lucha contra incendios.
* Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
* Manipulación y almacenamiento.
* Controles de exposición.
* Propiedades físicas y químicas.
* Estabilidad y reactividad.
* Información toxicológica.
* Información ecotoxicológica.
* Información relativa a la eliminación del producto.
* Información relativa a transporte.
* Información sobre la reglamentación.
* Otras informaciones.

### Manual de Operación de Equipos

Para todas las empresas de hoy en día la capacitación de nuevo personal para la operación de un determinado equipo implica un gran reto y responsabilidad. Para ello es importante mantener actualizados los procedimientos. En este punto, concretamente, se está haciendo referencia a los procedimientos de los equipos y lo que tiene que tomar en cuenta para realizar un Manual de Operación.

En cualquier equipo que se compra siempre viene un manual que dice sus funciones específicas. Cuando este equipo llega a una compañía conlleva un desafío para el personal que la ópera por primera vez, ya que no ha tenido contacto con la máquina. Tiene que familiarizarse y sobre el camino ir monitoreando su funcionamiento.

La mejor forma de realizar un Manual de Operaciones es hacerlo de la forma más sencilla, visualmente llamativo y amigable; así despertar el interés y nutrir el conocimiento del personal.

El objetivo de un manual de operaciones es obtener resultados consistentes en el desarrollo de nuevo personal, estandarizando el conocimiento de la forma más rápida y sencilla posibles.

Entre otros, los beneficios de un manual de operaciones son:

* Brinda el conocimiento de operación.
* La información está al alcance para el desarrollo de nuevo personal.
* Desarrolla al personal de una forma más rápida y minimiza los errores.
* Es la base para mantener la forma de trabajar o en su caso mejorarla.

Un manual debe tener una estructura formal, para ello es muy importante que cuente elementos como:

* Portada.
* Índice.
* Desarrollo de la información.
* Apoyo visual.

El editor debe tener en cuenta que la persona que leerá este manual es alguien quien no ha tenido contacto con el equipo por lo que es de vital importancia:

1. **Identificar los procedimientos de operación**: con base en ellos se deberán separar las actividades que se realizan y se les dará una secuencia.
2. **Redactar de la forma más sencilla**: no utilizar palabras demasiado técnicas, ya que la mayoría de los operadores no son personas con conocimientos de expertos.
3. **Utilizar imágenes**: la imagen deberá identificar el área de trabajo y cada una de las actividades. Esto ayuda al operador a digerir la información de una manera más sencilla y recordarla posteriormente
4. **Dar enfoque**: es muy importante integrar cualquier información que directamente está ligada a la operación, por ejemplo, equipo de seguridad necesario, qué hacer en casos de emergencia etcétera.
5. **Publicar el manual**: este documento deberá estar aprobado por él o los operadores quienes fueron la fuente de información y por quienes autorizan su publicación.
6. **Dotar de especificidad el manual**: el manual puede ser tan detallado como se quiera. Hay que tener en cuenta que, si es lo más específico posible, no se dará pauta a la duda. No hay que olvidar que es un documento vivo y puede sufrir modificaciones, por lo que la información debe actualizarse y documentarse para ser compartida con todo el personal involucrado.

Síntesis

Ha finalizado el estudio de las temáticas de este componente formativo. En este punto, haga un análisis juicioso del esquema que se muestra a continuación y realice su propia síntesis. Se le recomienda, además, repasar los temas que considere necesarios. ¡Adelante!

Mapa conceptual que contiene la síntesis del componente formativo. 
Tema principal: el alistamiento de materiales y equipos para el proceso de muestreo.
Temas integradores:
1 El alistamiento, que supone la caracterización y tipificación de la contaminación en aguas, suelos, olores y ruidos.
2 La localización del muestreo, donde se requiere determinar zonas, lugares y puntos oportunos para medición y extracción de muestras.
3 Los equipos y los materiales, seleccionados según la intencionalidad de cada muestreo.
4 Materiales de laboratorio, los cuales son ubicados y seleccionados para el análisis técnico de las muestras y deben contar con mantenimiento y adecuación para cada ejercicio de análisis.
5 Calibración, fichas y manuales; proceso que supone el registro  de los procesos.

Material complementario

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tema | Referencia | Tipo de material | Enlace del recurso |
| 1.2. Características y contaminación en el suelo | Ecología verde (2018). Contaminación del suelo – Causas, consecuencias y soluciones [Video] Youtube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=dpqDxUK64cs> |
| 2. Alistamiento de la toma de muestras | Zea, M. Resolución 0627 de 2006 emisión de ruido y ruido ambiental en colombia. [Video] Youtube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=w5JGorU5P0o> |
| 4. Reconocimiento del material de laboratorio | Universidad Pablo de Olavide de Sevilla (2015). Identificación y manejo de material de laboratorio. | Documento | <https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/quimbiotec/FQpractica1.pdf> |
| 4. Reconocimiento de material del laboratorio | Laboratorio Química y Biología ECCI (2020). Reconocimiento de materiales y operaciones básicas de laboratorio. [Video] Youtube | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=ZI65DSzckFU> |

Glosario

**Cuerpos o cursos de agua**: aquellos cauces o almacenamientos de agua como: arroyos, quebradas, ríos, lagos, lagunas, pantanos, humedales y acuíferos que conforman el sistema hidrográfico de una cuenca geográfica.

**Emisión de ruido**: presión sonora que, generada en cualquier condición, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

**Mapas de ruido**: representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un valor límite, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona.

**Monitoreo**: proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados.

**Muestra**: toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento.

**Olfatometría**: técnica sensorial de medición de olores que se usa para determinar el grado de molestia que pueden ocasionar ciertos olores a la población.

**Olor ofensivo**: olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

**Representatividad**: lapso de 10 minutos, dentro de los cuales se toma la muestra y contramuestra de agua en el dispositivo instalado en el sitio de monitoreo, concertado entre vigilancia y control.

**Suelo**: sistema natural desarrollado, o desarrollándose, a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos, bajo la influencia del clima y del medio biológico y sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas.

**Sustancia química peligrosa**: cualquier químico que represente un peligro bajo uso normal o en una emergencia.

Referencias bibliográficas

Departamento de orientación del territorio vivienda y medio ambiente gobierno vasco (1998). Guía Metodológica Investigación de la contaminación del suelo – Toma de muestras. <https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/investigacion_cont_suelo/es_doc/adjuntos/01.pdf>

Echeverri, C., & González, A. (2011). Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 10(18), p. 51-60. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/336>

ICONTEC (2004). Calidad del Agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la Preservación y Manejo de Muestras (5667-3). <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-iso-gestion-ambiental-calidad-del-agua-muestreo-muestro-de-aguas-residuales-ntc-iso5667-10-2022.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 1997). Gestión ambiental. Calidad de suelo. Muestreo. Guía para el diseño de programas de muestreo (4113-1). <https://es.scribd.com/document/388559183/NTC4113-1>

Sánchez, J., Peña, A., Martínez, J. & Valor, I. (2008). Contaminación Ambiental por Olores. Fundamentos Básicos. <https://conocimientoabierto.carm.es/jspui/bitstream/20.500.11914/2864/1/AnalisisyEstudiosContaminacion-ContaminacionAmbientalporOlores%20%28I%29%20-%2035499.pdf>

Sociedad Americana de Química (2013). Seguridad en laboratorios químicos académicos. <https://fcial.uta.edu.ec/v3.2/labsacad/ManSegLabsQuimAcad.pdf>

Créditos

| Nombre | Cargo | Regional y Centro de Formación |
| --- | --- | --- |
| Claudia Patricia Aristizábal | Líder del Ecosistema | Dirección General |
| Rafael Neftalí Lizcano Reyes | Responsable ecosistema de producción de RED Santander | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Diana Carolina Triana Guarnizo | Instructor | Centro de Gestión Industrial - Regional Distrito Capital |
| Juan Carlos Cárdenas Sánchez | Instructor | Centro de Gestión Industrial - Regional Distrito Capital |
| Gloria Esperanza Ortiz Russi | Diseñadora Instruccional | Centro de Diseño y Metrología - Regional Distrito Capital |
| Fabián Leonardo Correa Díaz | Diseñador instruccional | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Ana Catalina Córdoba Sus | Metodóloga | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Carmen Alicia Martínez Torres | Animador y Productor Multimedia | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Wilson Andrés Arenales Cáceres | Storyboard e ilustración | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Camilo Andrés Bolaño Rey | Locución | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Blanca Flor Tinoco Torres | Diseñador web | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Andrea Paola Botello De la Rosa | Desarrollador Fullstack | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Emilsen Alfonso Bautista | Actividad didáctica | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Daniel Ricardo Mutis Gómez | Evaluador para Contenidos Inclusivos y Accesibles | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Zuleidy María Ruíz Torres | Validador de Recursos Educativos Digitales | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |
| Luis Gabriel Urueta Álvarez | Validador de Recursos Educativos Digitales | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander |