



## **Fuels & Lubricants**

# **Estándar de Excavación**

**Aprobado: Julio 2021**

**Versión 1.0**

©2021 by Chevron Corporation

This document contains proprietary information of Chevron Corporation. Any use of this document without express, prior, written permission from Chevron Corporation and/or its affiliates is prohibited.

# Excavación

## 1.0 Introducción

Los estándares de excavación (por ejemplo, excavación, corte y relleno, micro túnel, rotura de tuberías, arado vibratorio, zanjas, etc.) están diseñados para ayudar a prevenir lesiones al personal, daños a la propiedad e impacto ambiental adverso como resultado de peligros potenciales asociados con el trabajo de excavación, incluido el encuentro con servicios públicos subterráneos, posibles peligros aéreos, instalaciones subterráneas, atmósferas peligrosas, caídas, derrumbes y / o colapsos.

La excavación se define como cualquier corte, cavidad, zanja o depresión hecha por el hombre en una superficie de tierra formada por la remoción de tierra.

Este estándar define los requisitos de DS&C y Fuels and Lubricants (F&L) para la excavación.

### Nota sobre el formato del texto:

Las letras entre paréntesis (por ejemplo, (A)) indican la vinculación con el requisito del Estándar Corporativo de Análisis de Peligros

## 2.0 Requisitos

1. Si las excavaciones están exentas de los requisitos de este estándar, se documentarán los motivos de la exención. (A)
2. Se requerirá un permiso de excavación antes de romper la superficie, incluyendo pero no limitado a los siguientes: (K)
  - a. Romper la superficie con herramientas eléctricas y / o equipo pesado (por ejemplo, zanjadora, retroexcavadora, controlador de pilotes, máquina para perforar (tuneladora), martillo neumático o similar) independientemente de la profundidad.

Nota: Romper la superficie excluye el raspado del suelo (por ejemplo, eliminación de malezas, pequeños derrames de petróleo, hidro excavación y uso de herramientas manuales, etc.)

### b. Excavación de 4 pies/1,2 m o más profundo con herramientas manuales

3. Un Permiso de Excavación se utilizará junto con un Permiso para Trabajar de acuerdo con el Estándar de Permiso de Trabajo DS&C y F&L. (L)
4. El análisis de peligros se realizará de acuerdo con el Estándar de Análisis de Peligros DS&C y F&L al planificar las actividades de excavación. (I)
5. Se llevará a cabo un Análisis de Seguridad del Trabajo (JSA) o su equivalente en el sitio de trabajo de acuerdo con el Estándar de Análisis de Peligros DS&C y F&L antes de las actividades de Excavación. (J)
  - a. El análisis de peligros incluirá la evaluación de la posible exposición a vapores peligrosos cuando el trabajador deba agacharse para realizar trabajos en excavaciones entre 3 pies / 900 mm y 4 pies / 1.2 m.
6. La revalidación, el cambio de turnos y la finalización del trabajo para las tareas de excavación deben cumplir con el Estándar de Permiso de Trabajo DS&C F&L

7. Se ejercerá la Autoridad para Detener el Trabajo y se realizarán notificaciones inmediatas (por ejemplo, supervisor, personal de respuesta a emergencias, compañía de servicios públicos) al descubrir daños (por ejemplo, roturas, fugas, abolladuras, grietas) a cualquier instalación subterránea. (Z)
8. El trabajo deberá detenerse / suspenderse y el sitio de trabajo debe ser seguro en las siguientes circunstancias:
  - a. Los sistemas de protección (por ejemplo, apuntalamiento, bancos, etc.) están dañados y/o no están en su lugar cuando sea necesario
  - b. Los resultados de las pruebas de gas exceden los niveles permisibles
  - c. Los servicios públicos (por ejemplo, líneas eléctricas subterráneas, tuberías de agua, etc.) se rompen, tienen fugas y / o se dañan.
  - d. Olores inesperados (por ejemplo, gases de escape, olores H<sub>2</sub>S, etc.).
  - e. Estructuras subsuperficiales inesperadas (por ejemplo, tuberías, tambores, tanques, etc.).
  - f. Fugas, liberaciones, filtraciones o descargas inesperadas de vapores o líquidos (incluido el agua).
  - g. Después de cada tormenta
  - h. Cuando se producen fisuras, grietas por tensión, desprendimientos, cortes subterráneos, filtraciones de agua, abultamientos en el fondo u otras condiciones similares.
  - i. Cuando hay un cambio en el tamaño, la ubicación o la colocación del cumulo de tierra
  - j. Cuando hay una indicación de cambio o movimiento en estructuras adyacentes.
  - k. Después de cualquier evento que pueda dañar el equipo de protección.
  - l. Después de otros eventos que podrían aumentar los peligros potenciales (por ejemplo, tormenta de viento, terremoto, cambio dramático en el clima).
9. Los peligros potenciales y/o los gravámenes superficiales (por ejemplo, árboles, postes de servicios públicos, rocas, proximidad de estructuras, material excavado, vehículos/equipos) se eliminarán o asegurarán antes de comenzar el trabajo de excavación, incluyendo, según corresponda: (B)
  - a. Se identificarán los servicios públicos subterráneos o las instalaciones subterráneas (por ejemplo, eléctricas, combustible, agua, aire comprimido, alcantarillado y líneas de telecomunicaciones).
  - b. Las notificaciones de las excavaciones previstas se harán a las entidades apropiadas antes de comenzar los trabajos.
  - c. Se harán arreglos con la compañía u agencia de servicios públicos apropiada para la protección, el apoyo, la eliminación, el cierre, el aislamiento o la reubicación de los servicios públicos o las instalaciones subterráneas.
  - d. Los servicios públicos que se dejen en su lugar estarán protegidos (por ejemplo, barricadas, apuntalamiento, soportes u otros medios según sea necesario).
10. Los conductos subterráneos, los cables eléctricos y las líneas de productos o alcantarillas dentro de los límites de la excavación se aislarán de acuerdo con el Estándar de Aislamiento de Energía Peligrosa DS&C y F&L. Las líneas de productos o las alcantarillas dentro de los límites de la excavación se aislarán, cuando sea factible y de acuerdo con el riesgo determinado por la BU.
  - a. Las líneas de productos subterráneas y las alcantarillas dentro de los límites de la excavación solo deben aislarse cuando el Análisis de Peligro previo al trabajo identifica la necesidad de aislamiento.

- b. Los conductos subterráneos y los cables eléctricos dentro de los límites de la excavación que no estén encerrados en hormigón siempre deben estar aislados.
  - c. Los conductos subterráneos y los cables eléctricos dentro de los límites de la excavación que no estén encerrados en hormigón siempre deben estar aislados.
  - d. Los conductos subterráneos y los cables eléctricos dentro de los límites de la excavación que están encerrados en hormigón deben estar aislados:
    - i. al demoler el hormigón envolvente, o
    - ii. cuando el Análisis de Peligros previo al trabajo identifica la necesidad de aislamiento.
11. **La posición exacta de los servicios públicos se ubicará** cuando las actividades de excavación se acerquen a la ubicación estimada por un medio seguro y aceptable (por ejemplo, iluminación diurna mediante excavación manual o sondeo con un objeto contundente) cuando la excavación se acerque a menos de 2 pies / 600 mm de la ubicación estimada de los servicios públicos y las líneas. (C) **Nota:** Es posible que los dibujos / planos del sitio no reflejen con precisión la ubicación física de los servicios públicos y las líneas subterráneas; deben usarse solo como orientación.

**12. Líneas de marcado requeridas:**

- a. Si se encuentran conductos, cables o tuberías en un plano, su ubicación de campo debe identificarse positivamente. Una vez identificada positivamente, la línea central y la profundidad deben marcarse en el suelo y agregarse a los dibujos apropiados.
- b. Marque las líneas utilizando marcas estándar reglamentarias o, si no hay regulaciones, use la guía en la siguiente diapositiva. Las marcas de localización de servicios públicos deben estar en buenas condiciones y mantenerse. Las marcas se deterioran, vuelva a marcar el servicio cuando sea necesario. Siga el código de color universal.
- c. Colores para usar al marcar los servicios públicos (a menos que las regulaciones locales dicten lo contrario)

White	Proposed Excavation
Pink	Temporary Survey Markings
Red	Electric Power Lines, Cables, Conduit, and Lighting Cables
Yellow	Gas, Oil, Steam, Petroleum, or Gaseous Materials
Orange	Communication, Alarm or Signal Lines, Cables, or Conduit
Blue	Potable Water
Purple	Reclaimed Water, Irrigation, and Slurry Lines
Green	Sewers and Drain Lines

- 13. **Las excavaciones en las proximidades de edificios, carreteras, muros de contención y otras estructuras o a una profundidad de más de 20 pies / 6.1 m serán revisadas y aprobadas por un ingeniero civil u otro profesional calificado** (por ejemplo, ingeniero profesional registrado). (D)
- 14. La **zona de excavación estará aislada y se levantarán barreras** para evitar el acceso no autorizado de vehículos y personal no implicado en los trabajos de excavación. (E)
- 15. El personal expuesto o que dirija el tráfico vehicular deberá llevar prendas adecuadas hechas de material reflectante o de alta visibilidad. (F)

16. Se utilizará un sistema de alerta cuando el equipo móvil funcione junto al borde de una excavación y el operador no tenga una visión clara y directa del borde de la excavación. El sistema de alerta consistirá en barricadas, señales manuales o mecánicas, o registros de parada o equivalentes.
17. Se proporcionará protección al público, incluidas, según corresponda, barricadas (por ejemplo, barandales, vallas, cubiertas), pasarelas, iluminación y señalización publicada. (X)
18. Las excavaciones con profundidad superior a 4 pies/1,2 m deberán estar provistas de medios seguros de acceso y salida (por ejemplo, escaleras, rampas), que no requieran más de 25 pies/7,5 m de recorrido lateral. Las escaleras deben extenderse más allá del labio de la excavación por 3 peldaños y al menos 3 pies / 1 m. (G)
19. Las excavaciones clasificadas como espacio confinado (profundidades  $\geq$  4 pies / 1.2 m) se realizarán de acuerdo con el Estándar de Ingreso a Espacios Confinados de F & L y el Estándar de Detección de Gas Portátil de F & L. (N)
20. Un ingeniero civil, otro profesional calificado (por ejemplo, ingeniero profesional registrado) o una persona competente determinará las condiciones del suelo e identificará el tipo de suelo de acuerdo con los requisitos legales aplicables, así como con los estándares de Chevron y / o las mejores prácticas aceptadas para evitar derrumbes o colapsos. (T)
21. Los suelos con la menor estabilidad se utilizarán para determinar métodos (apuntalamiento, refuerzo, inclinación, bancos y/o sistemas de blindaje diseñados por un ingeniero civil u otro profesional cualificado) para evitar derrumbes o colapsos, cuando existan múltiples tipos de suelo. (U)
22. Mientras se está trabajando o se abre una excavación, una persona competente deberá llevar a cabo y documentar las inspecciones de la excavación, las áreas adyacentes y los sistemas de protección, incluyendo pero no limitado a: (Q)
  - a. Diariamente, antes del inicio del trabajo cada turno.
  - b. Según lo dictado por el trabajo realizado.
  - c. Después de cada tormenta
  - d. Cuando se producen fisuras, grietas por tensión, desprendimientos, cortes subterráneos, filtraciones de agua, abultamientos en el fondo u otras condiciones similares.
  - e. Cuando hay un cambio en el tamaño, la ubicación o la colocación de la pila de suelo.
  - f. Cuando hay una indicación de cambio o movimiento en estructuras adyacentes.
  - g. Después de cualquier evento que pueda dañar el equipo de protección.
  - h. Después de otros eventos que podrían aumentar los peligros potenciales (por ejemplo, tormenta de viento, terremoto, cambio dramático en el clima).
23. El personal no debe ingresar a una excavación mientras el equipo pesado esté en uso o la excavación mecánica esté en curso, y no están permitidas debajo de las cargas manejadas por el equipo de excavación o elevación. (H)
24. El personal no deberá trabajar en las caras de las excavaciones inclinadas a niveles superiores a otros miembros del personal sin la protección adecuada para el personal en niveles inferiores (por ejemplo, red de seguridad, protección contra caídas, etc.). (O)
25. El personal deberá estar protegido de rocas sueltas, tierra, materiales y/o equipos excavados u otros (incluidos vehículos) que puedan entrar en la excavación, incluidos, pero no limitados a: (P)

- a. Ajuste para eliminar material suelto.
  - b. Instalación de barricadas protectoras o dispositivos de retención.
  - c. Uso de un sistema de advertencia (por ejemplo, barricadas, señales manuales o mecánicas, registros de parada) para alertar a los operadores de equipos móviles de un borde de excavación.
  - d. Colocar, almacenar y /o retener materiales y/o equipos a no más de 2 pies (0,61 m) del borde de la cara, a menos que un ingeniero calificado diseñe y apruebe lo contrario.
26. Se tomarán medidas para proteger a los trabajadores de los derrumbes para excavaciones, incluyendo, pero no limitado a lo siguiente: (R)
- a. Cuando las excavaciones son de 5 pies / 1.5 m o más.
  - b. Cuando una inspección realizada por una persona competente en una excavación de menos de 5 pies / 1,5 m concluye que existe la posibilidad de un derrumbe.
27. El personal que ingrese a excavaciones de 5 pies / 1.5 m o más profundo (o cuando la inspección por una persona competente identifique el potencial de derrumbe para profundidades inferiores a 5 pies / 1.5 m) estará protegido por sistemas de protección que incluyan sistemas de soporte (por ejemplo, apuntalamiento, refuerzo), inclinados, bancos y / o sistemas de protección diseñados por un ingeniero civil u otro profesional calificado (por ejemplo, Ingeniero Profesional Registrado): (S)
- a. Los materiales y equipos utilizados para los sistemas de protección están libres de daños o defectos y se instalan y mantienen de manera consistente con las recomendaciones del fabricante.
  - b. Los sistemas de protección deberán tener la capacidad de resistir sin fallos todas las cargas previstas o de las que razonablemente pueda esperarse que se apliquen o transmitan a la red.
  - c. Los diseños de sistemas de protección deben cumplir con los requisitos legales aplicables, así como con los estándares de Chevron y/o las mejores prácticas aceptadas.
28. El personal estará protegido de la acumulación de agua en las excavaciones, incluyendo, pero no limitado a, lo siguiente. (V)
- a. Las aguas superficiales y el drenaje se recogerán y descargarán lejos de la zona de trabajo a través de medios adecuados (por ejemplo, desagües de corte, zanjas de desvío, bermas, bunds, diques).
  - b. Una persona competente controlará las aguas superficiales y el drenaje controlado o impedido por los equipos de eliminación de agua para garantizar su correcto funcionamiento.
29. Se describirán los procedimientos y requisitos para las siguientes circunstancias, incluidos, entre otros: (W)
- a. Dependiendo del tamaño de la excavación, el tipo de suelo y los requisitos de aire locales, es posible que se requiera la supresión del polvo durante la excavación.
  - b. Si el suelo, las aguas subterráneas u otro material excavado parecen contaminados, se detendrá el trabajo y se solicitará el asesoramiento de un especialista ambiental sobre las precauciones y requisitos de eliminación.
  - c. Cualquier excavación que atraviese un cortafuegos o una berma / bund de contención requiere un método de trabajo aprobado que proporcione medios alternativos de contención mientras el trabajo avanza.
  - d. La excavación en sitios arqueológicos requiere una consideración especial y el cumplimiento de los requisitos legales locales y se evitará siempre que sea posible.

- e. Cuando se prevea la exposición dérmica o aérea a contaminantes, el análisis de peligros deberá abordar el equipo de protección individual adecuado.
30. Se dispondrá de un plan y equipo de rescate de emergencia según lo determine el análisis de peligros. El personal capacitado estará en el sitio y disponible durante los trabajos de excavación, tal como se especifica en el plan de rescate de emergencia. (Y)
- a. El equipo de rescate de emergencia, así como un equipo de respiración, un arnés y una línea de seguridad, o una camilla de cesta, estará fácilmente disponible cuando existan condiciones atmosféricas peligrosas o se pueda esperar razonablemente que se desarrollen durante el trabajo en una excavación. Este equipo será atendido cuando esté en uso.
  - b. Se dispondrá de un plan de salvamento de emergencia y de equipos de salvamento identificados cuando una excavación cumpla la definición de espacio confinado.
31. La unidad de reporte/unidad de negocio/instalación deberá mantener la documentación de los empleados y contratistas autorizados para realizar actividades de excavación. (AA)
32. El proceso de permisos de excavación indicará los roles, responsabilidades y protocolos como se describe en el Estándar de Permiso de Trabajo de DS&C. (M)
33. El personal asignado a las responsabilidades en las funciones de excavación deberá estar capacitado y ser competente. (BB)
34. Se documentarán los requisitos de capacitación y las evaluaciones de competencias para el personal autorizado en las actividades de excavación. (CC)
35. El Estándar de Excavación definirá la política de retención de registros que cumpla con los requisitos legales, corporativos y operativos aplicables de la compañía (o al menos 6 meses, lo que sea más). (DD)

### 3.0 Roles y Responsabilidades

Debe haber roles claramente definidos, y el personal debe cumplir con los requisitos de capacitación y competencia de este estándar antes de comenzar a trabajar. Las regulaciones locales o del sitio pueden especificar requisitos adicionales de capacitación y competencia.

**El personal competente** es una persona que es capaz de identificar peligros potenciales relacionados con las operaciones de excavación y tiene la autoridad para tomar medidas correctivas.

**Tabla 1:** Roles, Responsabilidades & Habilidades

Rol	Responsabilidades	Habilidades mínimas requeridas basadas en el rendimiento
<b>Persona Competente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica los peligros existentes y potenciales asociados con el trabajo.</li> <li>• Conocedor del estándar de excavación.</li> <li>• Mitiga los peligros asociados con el trabajo de excavación.</li> <li>• Comprende cuándo detener el trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándar de Excavación SWP F&amp;L</li> </ul>

Rol	Responsabilidades	Habilidades mínimas requeridas basadas en el rendimiento
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporciona soporte técnico y asesoramiento regulatorio para temas específicos relacionados con el trabajo.</li> </ul>	
<b>Especialista Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporcionar evaluación y consulta de eliminación cuando se sospeche que el suelo, las aguas subterráneas, etc. están contaminados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especialidad y/o capacitado en ciencias ambientales.</li> <li>Estándar de excavación F&amp;L.</li> <li>Conocedor de las regulaciones de eliminación y los requisitos relevantes para el trabajo.</li> </ul>
<b>Monitor de gas competente (CGM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CGM puede realizar solo monitoreo continuo de gases.</li> <li>Conocedor de las condiciones de trabajo atmosféricas aceptables y el orden de prueba de gas.</li> <li>Verifica y valida las comprobaciones de calibración de campo de los equipos de prueba de gas.</li> <li>Comprende cuando detener el trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estándar de detección de gas portátil F&amp;L.</li> <li>Permiso de Trabajo / Estándar de Análisis de peligros F&amp;L</li> <li>Entrenamiento específico en el uso de equipos portátiles de detección de gases pertinentes.</li> <li>Competencia demostrada en el uso de equipos portátiles de detección de gas en el campo.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación para reconocer peligros potenciales para el trabajo que requiere pruebas de gas.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Probador de gas calificado (QGT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>QGT puede realizar pruebas iniciales de gas para la autorización del permiso.</li> <li>Conocedor de las condiciones de trabajo atmosféricas aceptables y el orden de prueba de gas</li> <li>Conocedor de las técnicas de prueba de gases (por ejemplo, pruebas de recipientes, pruebas atmosféricas estratificadas, etc.)</li> <li>Realiza y documenta pruebas de gas, <i>para trabajos en curso</i>.</li> <li>Permite que el equipo de trabajo (participantes autorizados, equipos de trabajo en caliente, etc.) sea testigo de pruebas de gas si se solicita.</li> <li>Determine la frecuencia de las pruebas de gas de seguimiento para las tareas.</li> <li>Verifica y valida las comprobaciones de calibración de campo de los equipos de prueba de gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estándar de detección de gas portátil F&amp;L.</li> <li>Estándar de Permiso para trabajar / Análisis de peligro F&amp;L</li> <li>Estándar de Entrada de Espacio Confinado F&amp;L</li> <li>Estándar de Trabajo en Caliente F&amp;L</li> <li>Entrenamiento específico en el uso de equipos portátiles de detección de gases pertinentes</li> <li>Habilidad demostrada en el uso de equipos portátiles de detección de gas en el campo.</li> <li>Entrenamiento para reconocer peligros potenciales para el trabajo que requiere pruebas de gas.</li> </ul>

Rol	Responsabilidades	Habilidades mínimas requeridas basadas en el rendimiento
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de calibración y respuesta de equipos portátiles de prueba de gas.</li> <li>• Comprender los peligros inherentes al trabajo en caliente y la entrada en espacios confinados y los gases que pueden estar presentes para las tareas relevantes donde se requieren pruebas de gas.</li> <li>• Comprende cuando detener el trabajo.</li> </ul>	

## 1. Requisitos de Entrenamiento

### 4.1. Entrenamiento Inicial

El personal debe cumplir con los requisitos de competencia y estar capacitado sobre los requisitos de este estándar, antes de comenzar a trabajar. Consulte la Herramienta de requisitos de entrenamiento de F&L.

### 4.2 Entrenamiento de Refrescamiento

La sesión de entrenamiento de actualización se impartirá de la siguiente manera:

- Según lo requerido por las regulaciones locales o la política del sitio.
- Siempre que una persona demuestre un conocimiento insuficiente del Estándar de Excavación F&L.
- Cuando ocurrió un incidente grave relacionado con el trabajo de excavación y la causa raíz identificó la necesidad de ser reentrenado.
- Capacitado en los requisitos de esta norma, al menos cada tres años

## 5.0 Registros

### 5.1 Requisitos de registros

1. Las copias de los permisos y la documentación asociada (incluidos los registros, los estudios o la determinación del suelo, la inspección, el mantenimiento, el análisis de peligros y la capacitación / habilidades) se mantendrán de acuerdo con el Proceso de Gestión de Trabajo Seguro de F&L.

### 5.2 Requisitos de Refrescamiento

Los registros se conservarán durante los períodos que se especifican a continuación:

- Todos los registros mencionados anteriormente serán retenidos por la instalación durante al menos 1 año después de que se haya completado el trabajo.
- Los registros de capacitación se mantendrán durante 3 años o hasta que se produzca un nuevo entrenamiento.

## 6.0 Información de control de documentos

### 6.1 Lista de referencias de documentos

Título	Archivo adjunto
Lista de verificación de inspección de excavaciones	 Excavation Inspection Checklist.c

## 7.0 Control de documentos

Descripción	Corporativo	DS&C	Específico de F&L
Fecha de aprobación			Julio 2021
Siguiente proceso de revisión de documentos			Julio 2026
Número de control			Versión 1.0

### 1. Historial de cambios de documentos

Los cambios en este documento se enumeran en la tabla siguiente por fecha de cambio.

Fecha (DD/MM/AA)	Numero de Versión	Descripción del cambio
21 Julio 2021	1.0	Nuevo Estándar de Fuels & Lubricants

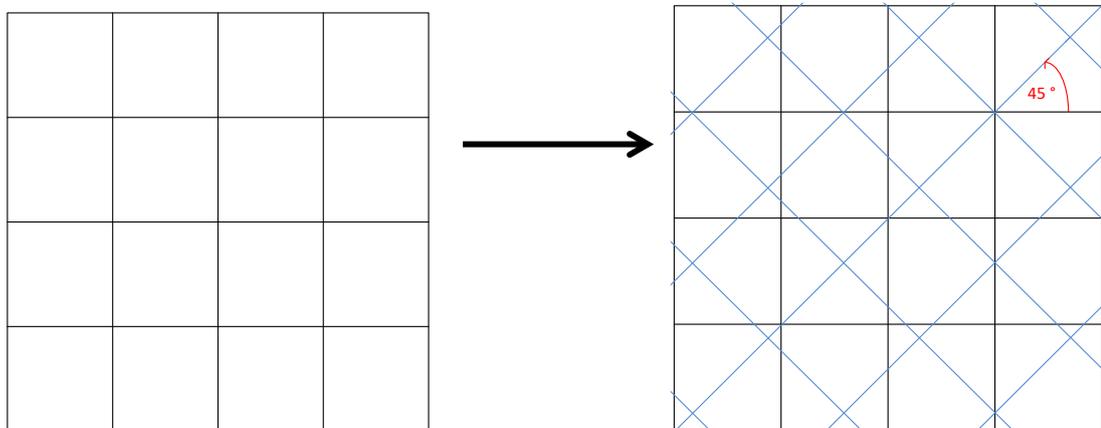
## Apéndice A: Suplemento de Tecnologías de Localización de Líneas

Información adicional para ayudar a comprender las diferentes tecnologías disponibles.

### 1. Tecnologías de localización de líneas

Los contratistas y subcontratistas deben ubicar los servicios públicos utilizando un método de encuesta continua para barrer el área donde se realizará el trabajo. Las tecnologías electrónicas para la localización de líneas requieren capacitación, experiencia en operaciones y un nivel integral de análisis de datos para ejecutar localizaciones de línea exitosas. La verificación de la capacitación y competencia del operador del equipo debe completarse antes de que se inicie la localización de la línea. Los operadores deben estar familiarizados con el equipo que se va a utilizar y deben ser capaces de garantizar que el equipo esté dentro del modo y la frecuencia adecuados, si corresponde.

Si no hay indicaciones claras de dónde se encuentra el servicio en el área objetivo, el personal debe realizar un "Barrido de localización a ciegas". Un barrido de localización ciega es el acto de localizar un servicio sin conexiones directas al servicio u otro gravamen subterráneo. Al realizar un barrido de localización a ciegas, es importante atravesar el sitio en una cuadrícula cartesiana, y luego girar 45 grados y ubicarse a lo largo de otra cuadrícula cartesiana. Esto asegura que la ubicación abarque todos los ángulos lineales del subsuelo.



La herramienta de selección de tecnologías de localización de líneas se puede utilizar para identificar las opciones tecnológicas sugeridas para las condiciones del sitio de cada proyecto.

**NOTA: Consulte con el fabricante del equipo para obtener un programa de calibración y precisión adecuado. El equipo debe verificarse para verificar su precisión (en relación con la ubicación y la profundidad contra una instalación subterránea conocida) de forma regular y registrarse.**

#### 1. Electromagnético (EM) (Detección de radiofrecuencia (RFD))

Este instrumento funciona según el principio de transmisión y detección por radiofrecuencia. El transmisor aplica una frecuencia conocida a un servicio y el receptor es capaz de detectar esta frecuencia a lo largo de la longitud de la estructura (modo activo). El éxito de EM en el rastreo de servicios públicos subterráneos se basa en la composición de la estructura (metal o plástico) y la capacidad de posicionar con precisión la unidad transmisora para que pueda fijarse o colocarse directamente sobre la estructura.

- **Localización conductiva mediante el método Direct Connect**

- **Localización conductiva mediante el método Direct Connect**

1. La localización conductiva (conexión directa al servicio) es un método preferido para localizar las utilidades del subsuelo. Siempre que sea posible, trate de encontrar un accesorio no aislado conectado al servicio para permitir una conexión directa con el equipo de localización.
2. Asegúrese de que el cable negativo del transmisor esté correctamente conectado a tierra en la dirección anticipada del servicio destinado y no se coloque sobre ningún conductor conocido o potencial.
3. El lead positivo debe estar conectado directamente al servicio objetivo.
4. Si no hay puntos de conexión disponibles para una conexión directa, entonces la localización conductiva no es posible. Consulte Localización de líneas de inducción.

**PRECAUCIÓN:** Cuando se conecte directamente a una empresa de servicios públicos, confirme que la estación de prueba no esté dañada y tenga en cuenta la posibilidad de que varias líneas estén unidas entre sí.



Direct connection to gas service tracer wire

1 Fuente: Imágenes del subsuelo de Nueva Inglaterra

- **Localización de la línea de inducción mediante transmisor colocado en tierra**

Un procedimiento de búsqueda inductiva es una técnica fiable para localizar líneas metálicas desconocidas. Este tipo de búsqueda requiere un transmisor y un receptor.

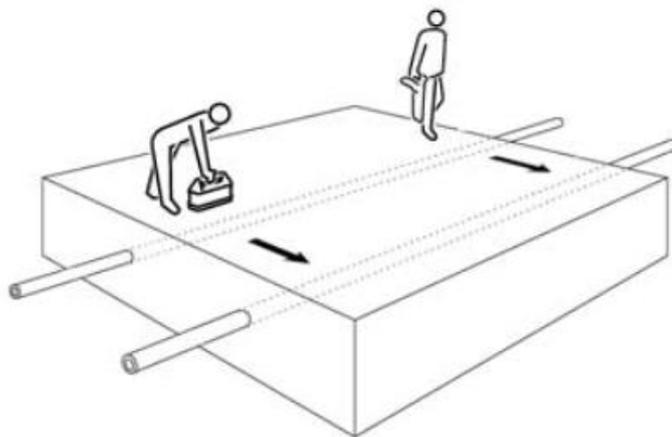
1. Asegúrese de que los cables de conexión directa estén desconectados del transmisor. Se debe seleccionar un modo y una frecuencia apropiados que se adapten a las condiciones de ubicación. El transmisor induce una señal a tierra en los servicios previstos y se detecta con el receptor aguas arriba o aguas abajo del transmisor.
2. Sostenga el transmisor con su longitud alineada con la dirección asumida de cualquier servicio. El transmisor aplica la señal más fuerte a las líneas directamente debajo de él. Coloque el transmisor sobre una ubicación del servicio asumido.

3. Ajuste la sensibilidad del receptor a un nivel propicio para el entorno de trabajo para minimizar la interferencia de las corrientes parásitas. Barrer el receptor de lado a lado, manteniendo el receptor vertical, a medida que avanzan en paralelo con el transmisor.
4. Mueva el transmisor de lado a lado para verificar la señal más alta, lo que indica que el transmisor también está directamente encima del servicio.
5. Marque el suelo en el punto de cada señal pico detectada con el receptor. Verifique la señal de pico contra la señal nula.
6. Repita la búsqueda a lo largo de cualquier otra ruta posible de utilidades.

El método inductivo requiere que el transmisor se coloque en el suelo induciendo una corriente en las líneas del subsuelo que luego será recogida por el receptor.

Si el personal va a inducir corriente colocando un transmisor en el suelo, se deben usar las frecuencias adecuadas para minimizar cualquier "sangrado" que pueda ocurrir desde otras instalaciones en el área.

Las corrientes parásitas pueden interferir con la ubicación de las tuberías durante este proceso y deben comunicarse a la excavadora.



## 2 Localización de la línea de inducción (fuente: New England Subsurface Imaging)

### ▪ Localización inductiva mediante el método de abrazadera de anillo

El personal debe asegurarse de que la abrazadera esté correctamente conectada y completamente cerrada y que el conductor esté conectado a tierra en el extremo cercano y lejano.

1. Dependiendo de las marcas y los modelos, estos localizadores van desde una sola frecuencia hasta multifrecuencia y se pueden usar en modos conductores (conexión directa), inductivos (transmisor colocado en tierra) e inductivos (usando abrazadera de anillo).
2. Tienen un sistema de guía visual y audible y una lectura de profundidad instantánea.

**NOTA: Consulte las pautas del fabricante del equipo para obtener un programa de calibración y precisión adecuado. El equipo debe verificarse para verificar su precisión (en relación con la ubicación y la profundidad contra una empresa subterránea conocida) de forma regular y registrarse.**



Ring Clamp Induction

### 3 Source: New England Subsurface Imaging

#### Precauciones para la localización electromagnética

1. Es posible que se requiera una verificación adicional (por ejemplo, sondeo, extracción al vacío, excavación manual) para condiciones anormales o peligros de área que produzcan señales deficientes, inexactas o débiles del localizador de líneas electrónicas. Tales condiciones incluyen, pero no se limitan a:
  - a. Distorsión de la señal causada por múltiples tuberías u otros servicios públicos adyacentes, conductos, etc.
  - b. Cruces de líneas extranjeras en la zona
  - c. Facilidades comunes **de servidumbre**
  - d. Lecturas no concluyentes del localizador de líneas electrónicas
  - e. Acoplamiento de aire (interferencia del transmisor) u otro acoplamiento no deseado
  - f. interferencia de señal causada por líneas eléctricas aéreas
  - g. Profundidad de las instalaciones
  - h. Aguas subterráneas
  - i. Limitaciones tecnológicas
  - j. Caída brusca o pérdida completa de la señal
  - k. Señales fantasmas
  - l. Diferencia de tamaño
  - m. Registros inexactos
  - n. Estructuras superficiales
  - o. Instalaciones de corto plazo
  - p. Cualquier otra condición que produzca una señal inexacta del localizador electrónico de líneas
2. Si existe una condición que afecta la precisión del localizador electrónico de líneas o hay dificultad para solucionar problemas de lecturas, entonces se debe buscar una verificación adicional de la ubicación del servicio.

- **Localizador de tuberías acústicas**

Hay dos tipos comunes de localizadores de tuberías acústicas: ultrasónicos y la herramienta acústica "Thumper".

- **Ultrasónico**

Ultrasónico utiliza frecuencias de radio moduladas y ultra altas para encontrar diferencias en las densidades del subsuelo. Esto ofrece el mejor método para localizar objetos subterráneos que tienen un borde lineal. El método ultrasónico no necesita una conexión directa a la línea.



Figura: Localizador de Línea Ultrasónico (ULTRA-TRAC APL) (Fuente: Sensit Technologies)

El Localizador Manual de Todos los Materiales (AML) es un ejemplo de un localizador de tuberías acústicas ultrasónicas. AML es fácil de usar, ergonómico y los resultados son instantáneos. La precisión es alta para PVC, fibra óptica, líneas de acero y cables. Algunas desventajas para el AML incluyen: el dispositivo está guiado por láser, por lo que puede ser difícil ver dónde se encuentra si se usa a plena luz del día, el dispositivo es sensible, por lo que deberá estar paralelo al suelo o la pendiente.



Figura: Localizador de todos los materiales (AML) (Fuente: Brandon Miller, CPL)

## ▪ “Thumper”

Los localizadores de tuberías acústicas se utilizan para marcar la ubicación de líneas no metálicas, como las tuberías de agua de cloruro de polivinilo (PVC), que son accesibles desde la superficie. Los métodos comunes incluyen transmisores de ondas de sonido / presión, como el RD500 o "Thumper", que transmiten señales acústicas a través del fluido en la tubería, o el "Knocker" que se conecta externamente y transmite una señal a lo largo de la tubería. La parte enterrada de la tubería se puede rastrear y marcar utilizando un receptor que detecta la señal en la superficie. El método "Thumper" requiere una conexión directa a la línea.



Figura: Localizador de tubos acústicos. Knocker a la izquierda. Pulsador de presión a la derecha. (Fuente: RJM Equipment Sales, Inc.)

### Precauciones

La tubería debe estar expuesta o iluminada en la superficie para conectar el transmisor. Solo entonces se puede rastrear el diseño de la tubería. Los sistemas de riego a menudo tienen una caja de control de válvulas a la que se puede acceder para este propósito. Los transmisores de ondas de sonido/presión requieren que la tubería esté llena de fluido.

## ▪ Radar de penetración en el suelo (GPR)

El sistema GPR transmite ondas electromagnéticas de alta frecuencia al suelo y detecta la energía reflejada en la superficie. La detección de estructuras subterráneas ubicadas en el sitio depende de las propiedades eléctricas del suelo y de la profundidad, diámetro y composición de la estructura. GPR puede encontrar objetos no metálicos como tuberías de plástico, huecos, tanques de fibra de vidrio, así como objetos metálicos. El único requisito es que el material tenga propiedades eléctricas diferentes a las del material huésped. GPR es bueno en áreas congestionadas. Los suelos conductores (por ejemplo, arcilla) limitan severamente la penetración.

1. La unidad GPR se tira o se empuja a través de la superficie del suelo y debe hacerse en un patrón similar a una cuadrícula. La energía se refleja a lo largo de límites que poseen diferentes propiedades eléctricas.
2. Las reflexiones generalmente ocurren en contactos litológicos o donde los materiales del subsuelo tienen altos contrastes eléctricos, incluidos objetos metálicos como tanques de almacenamiento subterráneos (UST), tambores y tuberías de servicios públicos.
3. Estas reflexiones son detectadas por la antena y se procesan en una señal eléctrica que se puede utilizar para obtener imágenes de la función del subsuelo.
4. Los datos de GPR deben revisarse en el campo para ayudar en la delineación de posibles tuberías u otras estructuras subterráneas.
5. GPR también se puede usar para identificar características del subsuelo, como sumideros que crearían una situación insegura para perforar, excavar o mover equipo pesado.



Figura: Radar de penetración en tierra (Sensores y Software LMX100) (Fuente: Sensores y Softwares)

### **PRECAUCIONES para GPR:**

1. La respuesta GPR puede ser atenuada por suelos saturados o suelos con alto contenido de arcilla, y los posibles problemas de interferencia pueden incluir hormigón reforzado con barras de refuerzo en la superficie.
2. GPR se puede ejecutar utilizando una antena de frecuencia diferente, con una antena de mayor frecuencia (500 mHz) que proporciona una mejor resolución, pero menos penetración de profundidad. Si se esperan servicios públicos a profundidades superiores a 6 a 8 pies, también se debe usar una antena de frecuencia más baja (250 mHz).
3. GPR es limitado cuando se intenta localizar tuberías de pequeño diámetro con profundidad. Generalmente, una tubería debe aumentar su diámetro en una pulgada por cada pie de profundidad para ser vista usando GPR.
4. Las tuberías de plástico son más difíciles de detectar que las tuberías de metal que usan GPR, y se debe tener precaución si se sospecha de líneas de servicios públicos de plástico. Considere tecnologías complementarias para complementar gpR y proporcionar múltiples líneas de evidencia.
  - a. Las tecnologías pueden incluir estudios de radiofrecuencia, magnéticos y/o electromagnéticos. Las unidades GPR de versión más pequeña están disponibles para identificar patrones de barras de refuerzo en concreto.

### **NOTA: GPR SOLO es confiable para las siguientes condiciones:**

1. **Suelos arenosos secos y no conductores**
2. **El servicio objetivo es una tubería metálica de gran diámetro**
  - a. **Profundidades de penetración poco profundas**
  - b. **No hay proximidad a aparatos de generación electromagnética (por ejemplo, vehículos, líneas eléctricas aéreas, equipo pesado, etc.)**
  - c. **La localización es realizada por un operador altamente capacitado (por ejemplo, geofísico)**

## ▪ Herramienta de escaneo de concreto GPR de alta resolución

Los usos aplicables incluyen la limpieza de pequeñas secciones de concreto. Por ejemplo, cuando el hormigón necesita ser excavado para perforar o para reemplazar una sección de hormigón. Esta tecnología puede localizar la barra de refuerzo y otras anomalías.

Esta tecnología utiliza la misma tecnología descrita anteriormente para el GPR, utilizando ondas electromagnéticas de alta frecuencia para detectar anomalías subsuperficiales. El uso del extremo superior de las frecuencias GPR permite a los usuarios poder mapear incluso el trabajo de celosía de barras de refuerzo debajo de una superficie de concreto.

Las limitaciones son que solo es bueno para el escaneo de concreto y solo a una profundidad de 20-24 pulgadas.



Figura: Escaneo de concreto de alta resolución (Fuente: Pennhaul Technologies)

## 1. Magnético

Esta tecnología detecta el campo magnético de objetos de hierro y acero y líneas eléctricas energizadas. Proporciona una señal de detección de audio que alcanza su punto máximo de frecuencia cuando la punta del localizador se mantiene directamente sobre el objetivo. Fundamentalmente, la detección magnética (magnetómetro) es un detector de metales y no puede determinar la profundidad.

1. Se utiliza para realizar búsquedas a ciegas, estudios del suelo o para localizar masas metálicas subterráneas
2. Un buen localizador para la localización inicial y en un sitio **greenfield**



Figura: Magnetómetro (MAGGIE™ Magnetic Locator) (Fuente: Pipe Tools)

### Precauciones

El magnetismo se aplica mejor en grandes áreas abiertas con problemas de interferencia mínimos (como hormigón armado con barras de refuerzo, cercas metálicas, motores / generadores operativos cercanos, líneas eléctricas aéreas, etc.)

## ■ Sonda

En general, los localizadores de tuberías y cables funcionan bien para servicios públicos metálicos o servicios públicos que pueden aceptar un conductor o transmisor metálico (sonda) insertado en ellos (por ejemplo, conductos vacíos, alcantarillado pluvial o sanitario con acceso, tuberías vacías y accesibles, etc.). Una pequeña sonda o "transmisor de baliza" se empuja a través de la tubería.

Una amplia gama de frecuencias disponibles es necesaria para buscar servicios públicos. En general, las frecuencias de 50 Hz a 480 kHz pueden tener éxito. Por lo general, es prudente tener este rango completo disponible durante una búsqueda de servicios.

Por ejemplo, una tubería de hierro fundido relativamente poco profunda con caucho u otro material de unión no metálico solo se puede encontrar utilizando la alta frecuencia de 480 kHz, mientras que una tubería de acero profundo puede necesitar la frecuencia de 8 kHz para encontrarla y la frecuencia de 1 kHz para rastrearla durante cualquier longitud de distancia.



Figura: Localizador de Sonda (Schonstedt XT) (Fuente: MegaDepot)

### Notas:

1. Algunos fabricantes combinan varias de estas capacidades de frecuencia en un solo instrumento, aunque esto a veces compromete la eficiencia de la antena.
2. En el modo sonda, el transmisor no se utiliza en absoluto. Este modo se utiliza para rastrear tuberías no metálicas o tuberías metálicas donde los otros modos son inaplicables o ineficientes.
3. El receptor busca la señal emitida por la sonda. Dado que la señal que está siendo rastreada por el receptor es producida por la sonda, y no viaja a lo largo de las tuberías, hay algunas diferencias en la forma en que se utiliza el receptor. A medida que el receptor se acerca a la sonda, la intensidad de la señal aumenta a un máximo cuando está directamente sobre la sonda, si el plano de los sensores es paralelo al eje de la sonda (acercándose desde una dirección que es perpendicular a la dirección de la tubería).
4. Debido a la naturaleza y la fuerza de la señal de sonda, es necesario tener una idea de dónde está la sonda a lo largo del servicio, para reducir el área de búsqueda a un círculo de varios pies de radio centrado en la sonda. Esto debe ser controlado por el equipo de trabajo que está "guiando" a la sonda.
5. Una vez en los alrededores de la sonda, es importante diferenciar si está colocado a lo largo del eje de la sonda (la dirección de la tubería) o a ambos lados.

6. En el modo sonda las flechas no son funcionales, por lo que la intensidad de la señal es la única indicación disponible, y será "nula" (muy cerca de cero) si el receptor se coloca en el eje de la sonda con el plano de los sensores perpendiculares a ella. Una rotación de 90 grados desde esta posición debería producir un nulo.
7. Aléjese del eje y siga la dirección que resulta en el aumento de la intensidad de la señal.
8. Gire el receptor hacia adelante y hacia atrás y muévase en la dirección que produce la señal máxima.
9. Para medir la profundidad, simplemente coloque la punta de la unidad receptora en el suelo y presione el botón DEPTH cuando la intensidad de la señal esté en un máximo. La profundidad alcanzable depende de una serie de factores, pero generalmente es posible leer una profundidad de hasta 5 a 8 pies (1.5 a 2.4 m).

**Precauciones para Sonda:**

Los servicios públicos no metálicos sin acceso a sondas o cables no se pueden localizar con este método.