



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2873
2015-04

**INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA. DETECCIÓN
Y MAPEO DE SERVICIOS BÁSICOS O INFRAESTRUCTURA
SUBTERRÁNEA**

SUBSURFACE UTILITY ENGINEERING. DETECTION AND MAPPING OF UTILITIES AND
UNDERGROUND INFRASTRUCTURE

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA DETECCIÓN Y MAPEO DE SERVICIOS BÁSICOS O INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA</p>	<p>NTE INEN 2873:2015 2015-04</p>
--	--	--

1. OBJETO

Esta norma establece los procedimientos para el mapeo de servicios básicos o infraestructura subterránea con el propósito de reducir las incertidumbres creadas por la infraestructura existente que se encuentra enterrada.

Su uso sistemático puede proporcionar medios para la mejora continua en la fiabilidad, exactitud y precisión de futuros registros de las redes construidas agregando un valor inmediato durante el desarrollo del proyecto. Combina dos conceptos. El primero es la manera de clasificar la fiabilidad de la existencia y ubicación de los servicios básicos o infraestructura subterránea que se halla instalada y escondida en el subsuelo.

Se la emplea durante el desarrollo de proyectos y es un componente importante de la Ingeniería de Infraestructura Subterránea (SUE). El segundo concepto es la forma de recopilar la información de los servicios básicos o infraestructura subterránea que han sido expuestos durante su instalación o durante las operaciones de mantenimiento/repación para que los futuros registros sean fiables. Se utiliza sobre todo durante la instalación de servicios básicos. Se trata fundamentalmente de actividades de topografía y manejo de información.

La combinación de estos conceptos dará lugar a una reducción continua de los riesgos creados por los servicios básicos subterráneos durante futuros proyectos donde se involucren tareas de excavación de cualquier índole.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma es aplicable a los servicios de ingeniería de infraestructura subterránea, detección y mapeo de infraestructura, como servicios básicos e instalaciones que se encuentran bajo la superficie del suelo.

Esta norma no aplica para infraestructura que se encuentra normalmente en la superficie del suelo.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

4. DEFINICIONES

Para efectos de esta norma se toman en consideración las siguientes definiciones:

4.1 Planos *as-built* (Planos de lo construido). Una representación gráfica de la infraestructura donde se indica la posición y las características de los componentes que realmente se encuentran implantados en dicho lugar.

4.2 Contratista. Persona que ejecuta un proyecto, tanto en diseño o en construcción, específico para un propietario.

4.3 Consultor. El individuo o la compañía que directa o indirectamente a través de subcontratistas, proporciona los servicios de ingeniería de infraestructura subterránea o aquellos relacionados con el diseño de obras públicas como privadas.

4.4 Datum. Los puntos de referencia colocados por el propietario del proyecto e ingenieros para definir una locación geográfica en un espacio tridimensional.

4.5 Detección. Aplicación de métodos geofísicos para interpretar la presencia de infraestructura subterránea y marcar su posición horizontal aproximada sobre la superficie del suelo. La detección, topografía, representación y el juicio profesional dan lugar a información de nivel de calidad B (ver 4.15).

4.6 Diseño y dibujo asistido por computador (CADD). Herramientas informáticas para el diseño y dibujo.

4.7 Elementos superficiales de infraestructura subterránea. Accesorio parte del sistema de servicio básico o infraestructura subterránea que proporciona funcionalidad al mismo. Ejemplos incluyen hidrantes, tableros de control, válvulas y cuartos de válvulas y válvulas de presión. Para propósitos de esta norma, los elementos superficiales que son aéreos o que están asociados con servicios básicos aéreos no están incluidos.

4.8 Individuo competente. Persona que a través de la formación, calificación y experiencia ha adquirido los conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo las tareas asignadas.

4.9 Infraestructura subterránea. Un cable, tubería o estructura utilizada para recolectar, almacenar o transportar productos o servicios.

4.10 Ingeniería de infraestructura subterránea. Rama de la ingeniería práctica que involucra el manejo de ciertos riesgos asociados con el mapeo de infraestructuras subterráneas con apropiados niveles de calidad, el diseño y la coordinación de la reubicación de las existencias, evaluación de la condición de las infraestructuras subterráneas, la comunicación de la información de dichas infraestructuras a las partes interesadas, los costos estimados de la reubicación, la implementación de políticas de ubicación y el diseño de infraestructuras subterráneas.

4.11 Levantamiento topográfico. Determinación sistemática y descripción de la posición de características naturales o hechas por el hombre sobre la superficie del suelo.

4.12 Localización. Exponer y registrar la ubicación vertical y horizontal precisa de una infraestructura subterránea mediante el uso de excavación al vacío. Este es un método no destructivo y típicamente más eficiente en tiempo y costo que los métodos convencionales de excavación. La localización, topografía, representación y el juicio profesional dan lugar a información de nivel de calidad A (ver 4.14)

4.13 Mapeo. Proceso de representar en un plano, a una escala gráfica la posición horizontal y en ocasiones la posición vertical de las características sobre o cerca de la superficie del suelo.

4.14 Nivel de calidad A (NC – A). Indica la ubicación horizontal y vertical precisa de los servicios básicos o infraestructura subterránea, obtenida por la exposición real (o por verificación de existencias subterráneas previamente expuestas o inspeccionadas) y subsecuente medición de las existencias, usualmente en un punto específico, utilizando equipos de excavación que minimicen la posibilidad de daños en los servicios básicos o infraestructura subterránea. La información que se obtiene del nivel de calidad A es muy precisa y se obtiene del levantamiento topográfico georreferenciado cuando el servicio básico es expuesto. Este es el más alto nivel de certeza. Es un equipo de excavación mínimamente intrusivo que es empleado para disminuir la posibilidad de daños a los servicios básicos o infraestructura subterránea.

4.15 Nivel de calidad B (NC – B). Indica que la información se obtiene a través de la aplicación de métodos geofísicos apropiados para determinar la existencia y ubicación horizontal aproximada de los servicios básicos o infraestructura subterránea. Debe ser reproducible por la geofísica de superficie en cualquier punto de su representación.

4.16 Nivel de calidad C (NC – C). Indica que la información se obtuvo mediante la inspección y marcación de elementos superficiales visibles de los servicios básicos o infraestructura subterránea, el levantamiento topográfico georreferenciado de dichos elementos (o verificar la exactitud y

completitud del levantamiento topográfico georreferenciado realizado por otros), la representación de los elementos superficiales y la utilización del criterio profesional al correlacionar tal información con la información NC – D. El nivel de calidad C se crea a partir de la información del nivel de calidad D al añadir un levantamiento topográfico georreferenciado de detalle independiente de los elementos superficiales referentes a servicios básicos o infraestructura subterránea incluyendo pero no limitando a hidrantes, válvulas, cabinas de control y tapas de pozos de revisión. El criterio profesional se utiliza para correlacionar los datos de NC – D con las características levantadas en la topografía georreferenciada, lo que aumenta la fiabilidad de la ubicación del servicio básico y la existencia del mismo.

4.17 Nivel de calidad D (NC – D). Indica que la información se obtiene de registros existentes y/o encuestas recopiladas. El nivel de calidad D es el nivel más básico de información. La información se obtiene mediante la revisión y documentación de registros de lo construido y/o de encuestas verbales recopiladas con el fin de determinar la existencia de los principales servicios básicos activos y su ubicación aproximada. Utilizar únicamente información de NC – D, conduce al mayor riesgo potencial para el proyecto debido a que la información puede estar incompleta, inexacta y/o no suficientemente detallada para propósitos de ingeniería. Esto aumenta la posibilidad de reubicaciones innecesarias de servicios básicos o infraestructura subterránea, cambios de diseño y encuentros inesperados con redes subterráneas durante la construcción.

4.18 Nivel de calidad de la infraestructura subterránea. Una opinión profesional de la calidad y confiabilidad de la información de los servicios básicos o infraestructura subterránea. Tal nivel de confiabilidad está determinado por los medios y métodos definidos por el profesional.

4.19 Precisión. El resultado más cercano a la observación, cálculos o estimaciones comparadas con el valor real.

4.20 Servicios básicos. Entidad privada o pública cuyo propósito es el de proporcionar comodidad o servicio como comunicación, televisión, internet, electricidad, gas, agua, combustible, vapor y tratamiento de residuos.

4.21 Sistema de información geográfica (GIS). Una colección organizada de software y datos referenciados geográficamente utilizados para capturar, almacenar, actualizar, mantener, analizar y desplegar información geográficamente referenciada.

4.22 Subterráneo. Por debajo de la superficie del suelo o sumergido, incluyendo características que puedan sobresalir temporalmente.

5. DESARROLLO DE NUEVOS REGISTROS DE LO CONSTRUIDO DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA

5.1 Generalidades

Este apartado busca calificar el nivel de fiabilidad y precisión de la información que se recoge y se utiliza para describir la ubicación y las características de los servicios básicos o infraestructura subterránea para que los usuarios puedan atribuir un nivel de confianza adecuado para los datos.

Es aplicable ante todo para nuevas instalaciones subterráneas así como para servicios básicos e infraestructura subterránea existente o abandonada cuando estas son expuestas durante actividades de excavación o durante la ejecución de servicios de Ingeniería de Infraestructura subterránea, sin embargo, no se pretende que se apliquen estos requisitos retroactivamente a las instalaciones existentes al exigir al propietario que inicie actividades independientes de localización de su infraestructura subterránea para actualizar los registros anteriores.

Esta norma reconoce que la única manera confiable de identificar con precisión y registrar la ubicación de la infraestructura subterránea es hacerlo mientras que los servicios básicos o infraestructura subterránea están expuestos y disponibles para inspección y medición directa. En situaciones en que los servicios básicos o infraestructura subterránea se ocultan debajo de la superficie y no se hallan expuestos, aunque podría ser posible detectar y predecir la posición de los

servicios básicos o infraestructura subterránea, siempre habrá un cierto grado de incertidumbre en cuanto a su identidad y su ubicación exacta.

5.2 Medición y registro de infraestructura subterránea

Hay dos métodos distintos dirigidos por esta norma para proporcionar información fiable y exacta sobre los registros de los servicios básicos o infraestructura subterránea. El primero es en el momento de la construcción cuando los servicios básicos o infraestructura subterránea están expuestos y visibles durante el proceso de instalación. El segundo es cuando los servicios básicos o infraestructura subterránea se exponen durante el curso de la subsiguiente excavación para fines de mantenimiento o modificación, o como parte de una investigación de mapeo de los servicios básicos o infraestructura subterránea, la precisión de esta última depende de la cantidad de antecedentes en planos, o libros de obra que se disponga de la infraestructura subterránea.

5.3 Posición referencial absoluta

5.3.1 Datum horizontal y vertical

La cartografía se debe obtener con base en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), materializada en el Marco Internacional de Referencia terrestre 1994 (ITRF94) del *International Earth Rotation Service (IERS)* para la época 1995 y relacionado con el Elipsoide de Referencia Geodésico Mundial WGS 84. El origen de longitudes es el meridiano de Greenwich y de latitudes es el paralelo cero o Ecuador.

El origen de altitudes es el nivel medio del mar, materializado en un mojón localizado en el mareógrafo de La Libertad (Provincia de Santa Elena), o de los hitos de primero, segundo o tercer orden existentes en el territorio nacional extendido del hito origen y establecido por el Instituto Geográfico Militar; o aquel que el Ecuador adopte.

5.3.2 Proyección cartográfica

La ubicación de los servicios básicos o infraestructura subterránea se debe registrar considerando la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y/o zona geográfica establecidas desde un inicio por el propietario o promotor del proyecto, así toda la información, sea esta generada en el proyecto o proporcionada por el cliente se debe enlazar a este sistema en común con el fin de unificar la información.

Las coordenadas de dibujo para planos de lo construido "*as-built*" deben corresponder al *datum* de referencia estándar e identificar el sistema de proyección, junto las elevaciones empleadas.

En el caso de que el propietario o promotor del proyecto trabaje en un sistema de referencia diferente que SIRGAS o UTM, se debe enlazar los trabajos a ese sistema de coordenadas, los cuales se definirán al inicio del proyecto.

5.4 Posición referencial relativa

5.4.1 Uso de estructuras permanentes

Las características que serán posicionadas relativamente como referencias deben estar relacionadas con estructuras permanentes que puedan ser referenciadas a un *datum* geodésico y un sistema de proyección.

5.4.2 Posicionamiento absoluto de ubicaciones relativas

Aunque el posicionamiento relativo es útil para ciertos fines, las posiciones geodésicas absolutas deberán ser derivadas para fines de intercambio de datos.

5.5 Precisión de los registros de construcción

Al crear planos de lo construido “*as-built*”, la precisión espacial de los datos debe ser especificada como se indica a continuación.

5.5.1 Nivel de precisión 1

La ubicación horizontal y vertical precisa de los servicios básicos o infraestructura subterránea debe ser la medida y registrada durante la exposición de la misma por un individuo competente. Las mediciones se tomarán y vincularán a una referencia absoluta como se describe en 5.3, y el sistema de referencia será fijado en el dibujo. La posición deberá tener una precisión de ± 25 mm en las direcciones x , y y z del sistema de coordenadas, como se indica en la tabla 1.

TABLA 1. Precisión posicional de los registros de construcción

Nivel de Precisión	Descripción	Referencia
1	Precisión de ± 25 mm en las direcciones x , y y z del sistema de coordenadas, y referenciado a un <i>datum</i> geodésico con un intervalo de confianza del 95 %.	Absoluta
2	Precisión de ± 100 mm en las direcciones x , y y z del sistema de coordenadas, y referenciado a un <i>datum</i> geodésico con un intervalo de confianza del 95 %.	Absoluta
3	Precisión de ± 300 mm en las direcciones x y y del sistema de coordenadas, y referenciado a un <i>datum</i> geodésico o características topográficas con un intervalo de confianza del 95 %.	Absoluta o relativa
4	Precisión de ± 1000 mm en las direcciones x y y del sistema de coordenadas, y referenciado a un <i>datum</i> geodésico o características topográficas con un intervalo de confianza del 95 %.	Absoluta o relativa
0	No se dispone de información relacionada a precisión espacial.	

NOTA. La información en la dirección del eje z del sistema de coordenadas, estará solamente disponible cuando se empleen programas de diseño CADD en 3D (por ejemplo, AutoCAD Civil 3D, InRoads, Geopak), o donde se requieran perfiles en programas de diseño en 2D.

5.5.2 Nivel de precisión 2

La ubicación horizontal y vertical precisa, de los servicios básicos o infraestructura subterránea debe ser medida y registrada durante la exposición de la misma por un individuo competente. Las mediciones deben ser tomadas y vinculadas a una referencia absoluta como se describe en 5.3, y el sistema de referencia ser fijado en el dibujo. La posición debe tener una precisión de ± 100 mm en las direcciones x , y y z del sistema de coordenadas, como se indica en la tabla 1.

5.5.3 Nivel de precisión 3

La ubicación horizontal y vertical precisa, de los servicios básicos o infraestructura subterránea se debe medir y registrar durante la exposición de la misma por un individuo competente. Las mediciones deben ser tomadas y vinculadas bien sea una característica relativa, como se describe en 5.4 o al *datum* geodésico como se describe en 5.3, y tales características referenciadas en el dibujo. La posición debe tener una precisión de ± 300 mm en las direcciones x y y del sistema de coordenadas, como se indica en la tabla 1.

5.5.4 Nivel de precisión 4

La ubicación horizontal y vertical precisa, de los servicios básicos o infraestructura subterránea se debe medir y registrar durante la exposición de la misma por un individuo competente. Las mediciones deben ser tomadas y vinculadas bien sea una característica relativa, como se describe en 5.4 o al *datum* geodésico como se describe en 5.3, y tales características referenciadas en el dibujo.

La posición debe tener una precisión de ± 1000 mm en las direcciones x y y del sistema de coordenadas, como se indica en la tabla 1.

5.5.5 Nivel de precisión 0

No hay información disponible relacionada con la precisión espacial. La posición que se muestra en los planos o dibujos es la mejor estimación posible de la ubicación real.

5.6 Aplicación de los niveles de precisión

5.6.1 Grado de precisión espacial

Cuando se proporcionan los niveles de precisión, estos se pueden aplicar al punto o un segmento de los servicios básicos o infraestructura subterránea. Es común que el nivel de precisión en el punto sea mayor que en el segmento que une ambos puntos.

Por lo general, los niveles de precisión se especifican en base a la importancia del servicio básico o de la infraestructura subterránea por cuestiones operativas o de seguridad. Las siguientes son pautas sobre cuándo especificar un nivel de precisión en particular, sin embargo, es aceptable cambiar las prioridades según se desee.

- a) Nivel de precisión 1 (NP – 1), es especificado por el proyecto o propietario del servicio básico por un alto riesgo, muy importante o peligrosa infraestructura subterránea, tales como tuberías de gas de alta presión, tuberías principales de transmisión de agua, líneas telefónicas o comunicaciones de alta capacidad y líneas eléctricas.
- b) Nivel de precisión 2 (NP – 2), es especificado por el proyecto o propietario del servicio básico por la distribución o alimentación de la infraestructura subterránea.
- c) Nivel de precisión 3 (NP – 3), es especificado por el proyecto o propietario del servicio básico por la distribución o alimentación de la infraestructura subterránea de menor importancia.
- d) Nivel de precisión 4 (NP – 4), es especificado por el proyecto o propietario del servicio básico por líneas individuales de servicio.
- e) Nivel de precisión 0 (NP – 0), es rara vez especificado en el proyecto o por el propietario. Por lo general, se reserva como un atributo cuando son imposibles las mediciones directas de un servicio durante la instalación, tal como en servicios básicos o infraestructura subterránea instalada en ríos, en pantanos o a través de perforación dirigida. Otro empleo podría ser cuando las condiciones físicas no son seguras para hacerlo. NP – 0 también se aplica a cualquier servicio o infraestructura subterránea que no ha sido levantado topográficamente y no se le ha dado un atributo de los niveles de precisión 1, 2, 3 o 4.

5.6.2 Mediciones de precisión espacial

Para asegurar la precisión espacial de las tolerancias especificadas para diferentes niveles de precisión, se deben efectuar mediciones precisas durante la construcción. Mediciones específicas deben estar dentro de las tolerancias detalladas para los niveles de precisión que se describen en la tabla 1. Las mediciones deben ser efectuadas con la mayor precisión posible utilizando metodologías apropiadas, como se describe en el capítulo 5.

6. DESARROLLO DE REGISTROS DE LO INSTALADO PARA EJECUCIÓN DE PROYECTOS

6.1 Mapeo de servicios básicos o infraestructura subterránea cuando estos se hallan ocultos en el suelo

En general, es deseable intentar lograr NC – B para todos los servicios básicos conocidos, así como desconocidos dentro de los límites del proyecto. Cuando la geofísica no puede detectar una infraestructura existente, esta aun así debe ser representada mediante la combinación de registros de

lo construido y por los elementos superficiales levantados topográficamente y mostrar los resultados obtenidos en NC – C o NC – D.

Una vez que el servicio básico o infraestructura subterránea ha sido representado acorde a su nivel de calidad, se puede seleccionar la ubicación para el desarrollo de agujeros de prueba del NC – A, para recopilar información precisa y detallada sobre una interferencia en particular en puntos críticos. La información del NC – A está típicamente especificada para estar a la altura del NP – 1.

Bajo petición se puede presentar un reporte de los hallazgos de la infraestructura subterránea, que contendrá información de la investigación desarrollada que no necesariamente ha sido convenida; ayudará al usuario final a comprender de mejor manera la situación de las interferencias subterráneas y de los riesgos asociados; y complementarán a los documentos entregables del servicio de mapeo de infraestructura subterránea.

El reporte de infraestructura subterránea debe ser firmado y proporcionado al promotor del proyecto en formato electrónico o físico y/o como base de datos y/o puesto como notas sobre los planos entregables.

Debe contener la siguiente, pero no necesariamente toda la información detallada:

- a) Descripción del proyecto (límites del proyecto, tipo de trabajo, servicios básicos existentes, etc.).
- b) Requisitos contractuales relativos a los servicios básicos o infraestructura subterránea.
- c) Métodos utilizados para recoger y representar la infraestructura subterránea.
- d) Tipos de equipos seleccionados y utilizados para recopilar la información.
- e) Tipos de software utilizados para representar la información.
- f) Áreas barridas, áreas que no fueron barridas; y zonas sospechosas.
- g) Servicios básicos localizados y representados en planos (tipo, atributos, etc.).
- h) Resultados exitosos (metros lineales detectados, número de agujeros de prueba realizados).
- i) Problemas encontrados y resolución de conflictos (servicios básicos no detectados, presentimiento de no haber sido capaz de obtener una señal de dos diferentes instrumentos, etc.).
- j) Trabajos adicionales recomendados para el futuro.

6.2 Los siguientes son los requisitos y actividades necesarias para alcanzar los niveles de calidad para servicios básicos o infraestructura subterránea

6.2.1 Nivel de calidad “D”

Incluyen los siguientes procedimientos:

6.2.1.1 Búsqueda de registros e información

Conducir investigaciones apropiadas (por ejemplo, registros de propiedad, registros del propietario o promotor del proyecto, registros de planos de lo construido “*as-built*”, registros de gobiernos locales, entrevistas personales, inspecciones visuales, etc.), para ayudar a identificar los propietarios de los servicios básicos o infraestructura subterránea que puedan tener instalaciones dentro de los límites del proyecto o que puedan ser afectados por el proyecto.

6.2.1.2 Recopilación de registros

Recopilar los registros aplicables (por ejemplo, plano base del contratante de los servicios básicos o infraestructura subterránea, planos de lo construido “*as-built*” o planos de infraestructuras, registros de permisos, notas de campo, datos del sistema de información geográfica, encuestas, etc.), de los servicios básicos o infraestructura subterránea y ubicación aproximada de las existencias subterráneas involucradas.

6.2.1.3 Revisión de registros

Revisar los registros para evidencia o indicación de registros adicionales que estén disponibles; información duplicada o conflictiva, y necesidad de aclaraciones.

6.2.1.4 Instalaciones sobre superficie del suelo

Incluye la búsqueda de registros, identificación, y descripción de las instalaciones sobre la superficie del suelo de servicios básicos o infraestructura subterránea en tareas NC – D si fueren especificados (ver 6.2.5).

6.2.1.5 Recopilación y presentación de datos

- a) La transferencia de información de los servicios básicos o infraestructura subterránea involucrados a planos apropiados, archivos electrónicos, y/u otros documentos conforme se lo requiera o sea indicado por el propietario o promotor del proyecto.
- b) Poner en práctica el criterio profesional para resolver información conflictiva.
- c) Para la información descrita, indicar: tipo de existencia subterránea y propiedad, fecha del levantamiento, nivel(es) de Calidad; criterios de valoración de cualquier dato de los servicios básicos o infraestructura subterránea; estado de la línea (por ejemplo, activa, abandonada, fuera de servicio); el tamaño de la línea y su condición; número de cables enterrados en conjunto; y recubrimiento.

6.2.2 Nivel de calidad “C”

Incluyen los siguientes procedimientos

6.2.2.1 Inclusión de las tareas NC – D

Realizar las tareas descritas para NC – D. No existe un orden definido en el cual deban realizarse las tareas NC – D y C.

6.2.2.2 Identificación de elementos superficiales de infraestructura subterránea

Identificar los elementos o características superficiales, en base a los datos topográficos del proyecto y a partir de observaciones de campo, que pertenezcan a servicios básicos o infraestructura subterránea.

6.2.2.3 Instalaciones en la superficie del suelo

Incluir datos topográficos y la correlación de las instalaciones superficiales de servicios básicos o infraestructura subterránea en las tareas de NC – C de estar especificadas (ver 6.2.5).

6.2.2.4 Topografía

- a) Realizar un levantamiento topográfico georreferenciado de los elementos superficiales o las instalaciones correspondientes a los servicios básicos o infraestructura subterránea, si tales elementos no fueron registrados en el levantamiento inicial. De haberse realizado el levantamiento topográfico con anticipación, revise los datos topográficos para verificar si son exactos y están completos.
- b) El levantamiento topográfico georreferenciado podría incluir también (adicionalmente a los elementos de los servicios básicos o infraestructura subterránea visibles en la superficie del suelo): la determinación de las dimensiones de cualquier pozo, caja de revisión o bóveda; bocetos indicando las dimensiones interiores y las conexiones de las líneas de dichos pozos o bóvedas; cualquier marca superficial que denote los servicios básicos o infraestructura subterránea, proporcionados por los propietarios de las existencias para fines de diseño.

6.2.2.5 Procedimientos para espacios confinados

En cualquier sitio que la obra requiera el ingreso de personal en espacios confinados (incluyendo pero no limitado a pozos, cajas de revisión, bóvedas, y tuberías), se debe cumplir con los procedimientos y requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo de la legislación nacional.

6.2.2.6 Correlación, interpretación y presentación de datos

- a) Se debe utilizar el criterio profesional para correlacionar datos de diferentes fuentes y para resolver información conflictiva.
- b) Actualizar o preparar planos impresos, archivos electrónicos y/u otros documentos que reflejen la integración de la información NC – D y NC – C.
- c) Recomendar investigaciones de seguimiento (por ejemplo, levantamientos topográficos adicionales, consultas a los propietarios de los servicios básicos o infraestructura subterránea, etc.), según sea necesario, con el fin de resolver discrepancias.
- d) De ser conveniente, corregir el nivel de calidad indicado de la información descrita.

6.2.3 Nivel de calidad “B”

6.2.3.1 Inclusión de las tareas de NC – C

Realice las tareas descritas para NC – C. No existe un orden definido en el cual deban realizarse las tareas NC – C y B.

6.2.3.2 Detección y marcación de líneas

- a) Seleccionar y aplicar los métodos geofísicos apropiados para buscar y detectar los servicios básicos o infraestructura subterránea dentro de los límites del proyecto y/o para rastrear una línea o una existencia subterránea.
- b) En base a la interpretación de datos, marcar las indicaciones de los servicios básicos o infraestructura subterránea en la superficie del suelo, para el levantamiento topográfico georreferenciado subsiguiente. Utilice pintura u otro método que sea aceptable para marcar la posición horizontal sobre la superficie del suelo.
- c) Utilice el código de color uniforme descrito en la tabla 2 para marcar los servicios básicos o infraestructura subterránea.
- d) Marcar el eje central de líneas de conductos simples, y de ser especificado por el cliente (únicamente bajo la exposición de los servicios o infraestructura subterránea, elevándolo al nivel de calidad inmediato superior) los límites exteriores de sistemas multiconducto o revestidos.
- e) Como una alternativa a la marcación física de las líneas, el consultor puede, con la aprobación del propietario o promotor del proyecto, utilizar otros medios de recopilación, almacenamiento y recuperación de datos, que permita la correlación de los datos geofísicos de superficie al control de topografía del proyecto.

6.2.3.3 Levantamiento topográfico

- a) Realizar un levantamiento georreferenciado de todas las marcas que indiquen la presencia de los servicios básicos o infraestructura subterránea.
- b) Realizar levantamientos topográficos georreferenciados de precisión horizontal consistente con los estándares de topografía del propietario o promotor del proyecto. Remitir los levantamientos al control de topografía del proyecto.

6.2.3.4 Correlación, interpretación y presentación de datos

- a) Utilizar el criterio profesional para correlacionar datos de diferentes fuentes, y para resolver información conflictiva.

- b) Actualizar o preparar planos impresos, archivos electrónicos, y/u otros documentos que reflejen la integración de la información NC – D, NC – C y B.
- c) Recomendar investigaciones de seguimiento (por ejemplo, levantamientos topográficos adicionales, consultas a los propietarios de los servicios básicos o infraestructura subterránea, etc.), según sea necesario para resolver discrepancias.
- d) De ser conveniente, corregir el nivel de calidad indicado de la información descrita.

6.2.4 Nivel de calidad “A”

Incluyen los siguientes procedimientos:

6.2.4.1 Inclusión de las tareas de NC – B

Realice las tareas descritas para NC – B. No existe un orden definido en el cual deban realizarse las tareas NC – A y B.

6.2.4.2 Selección de la ubicación de ensayos

- a) El promotor del proyecto puede necesitar datos de NC – A en sitios en los que se requiera la ubicación horizontal y vertical precisa de los servicios básicos o infraestructura subterránea, que se obtienen por la exposición y levantamiento topográfico georreferenciado de las existencias en puntos específicos, esto es necesario para propósitos de evaluación/resolución de conflictos.
- b) El consultor puede recomendar sitios para realizar los ensayos en base a los requisitos del proyecto y a la información existente de los servicios básicos o infraestructura subterránea.

6.2.4.3 Selección del método

- a) Cuando sea posible, se debe proporcionar la información verificable de los servicios básicos o infraestructura subterránea previamente rastreados e incluidos en levantamientos topográficos (tales como registros de topografía durante la construcción los servicios básicos o infraestructura subterránea), en lugar de realizar una nueva excavación, exposición, y levantamiento topográfico del mismo punto, o en un punto cercano que sea adecuado.
- b) Aparte de esto, cuando los servicios básicos o infraestructura subterránea deban exponerse y se deba realizar un levantamiento topográfico georreferenciado en determinadas localidades, el consultor debe usar técnicas de excavación mínimamente intrusivas, las cuales garanticen la seguridad de la excavación, la integridad los servicios básicos o infraestructura subterránea que deban medirse, y también de las otras existencias que puedan encontrarse durante la excavación.
- c) La excavación debe realizarse utilizando equipo fabricado específicamente con el propósito de llevar a cabo una excavación asistida por bombeo de aire o agua. Sin embargo, la aprobación de la excavación asistida por agua puede estar sujeta a consideraciones adicionales que realice el propietario o promotor del proyecto, para asegurar que dicho método presenta un mínimo riesgo de daño para los servicios básicos o infraestructura subterránea.

6.2.4.4 Excavación de los agujeros de prueba

- a) Retirar del área del agujero de prueba los escombros superficiales.
- b) En áreas pavimentadas, cortar y remover cuidadosamente el pavimento, cuyo corte no debe exceder 0,16 metros cuadrados o un diámetro nominal de 380 milímetros a menos que se apruebe lo contrario o que se requiera determinar los extremos de un sistema multiconducto o revestido.
- c) Exponer los servicios básicos o infraestructura subterránea, únicamente lo necesario con el propósito de identificación y de recopilación de datos.

- d) Evitar daños en las líneas, coberturas, revestimientos, protección catódica u otros elementos de protección de los servicios básicos o infraestructura subterránea.
- e) Excavar a mano de ser necesario como complemento de la excavación mecánica para garantizar seguridad en integridad de los servicios básicos o infraestructura subterránea.
- f) Revisar la ubicación del agujero de prueba conforme sea necesario para exponer los servicios básicos o infraestructura subterránea de una manera segura.
- g) Almacenar el material excavado para ser reutilizado o dispuesto, como sea adecuado.

6.2.4.5 Recopilación, registro y presentación de datos

Mida y/o registre mediante topografía georreferenciada la siguiente información del agujero de prueba en una hoja de datos en un formato apropiado que debe ser firmado y fechado por el consultor:

- a) La altura de la parte superior y/o inferior de los servicios básicos o infraestructura subterránea relacionada con el *datum* del proyecto, tendrá una precisión vertical de ± 25 milímetros.
- b) La elevación superficial sobre los servicios básicos o infraestructura subterránea en el agujero de prueba.
- c) Ubicación horizontal en referencia a las coordenadas del *datum* del proyecto, para una precisión horizontal consistente con los estándares aplicables de topografía.
- d) Bocetos de campo, indicando la ubicación horizontal de referencia con un mínimo de tres (3) amarres de retención a estructuras físicas existentes en campo e indicadas en los planos del proyecto.
- e) Marcar el eje central aproximado de los servicios básicos o infraestructura subterránea.
- f) Diámetro externo de la tubería, ancho de los bancos del ducto, y configuración de los sistemas multiconducto no revestidos.
- g) Composición del material de la estructura de los servicios básicos o infraestructura subterránea, cuando sea razonablemente comprobable.
- h) Identidad de las cotas de referencia utilizadas para determinar las altitudes.
- i) Condición de las instalaciones de los servicios básicos o infraestructura subterránea, cuando sea razonablemente comprobable.
- j) Espesor y tipo de pavimento o concreto, cuando aplique.
- k) Tipo de suelo y condiciones del sitio.
- l) Otra información relevante que sea razonablemente comprobable desde el agujero de prueba.

6.2.4.6 Restauración del sitio

- a) Reemplazar el material excavado de las líneas de los servicios expuestos de conformidad con las especificaciones del propietario o por el contrario, lo que se haya indicado o aprobado.
- b) Rellenar y compactar la excavación de una manera aceptable para el contratante de los servicios de ingeniería de infraestructura subterránea.
- c) Conforme sea pertinente, realizar la restauración permanente del pavimento dentro de los límites del corte original, usando materiales, métodos de compactación y espesor del pavimento, que sean aceptables para contratante de los servicios de ingeniería de infraestructura subterránea.

- d) Para excavaciones en áreas no pavimentadas, restaurar el área alterada de modo que presente condiciones muy cercanas a las preexistentes.
- e) Proveer e instalar marcación superficial permanente (por ejemplo, clavos de referencia, varillas, clavijas de acero o estacas) directamente sobre la línea central de la estructura y registrar la altura.

6.2.4.7 Interpretación de datos

- a) Utilizar el criterio profesional para correlacionar datos de diferentes fuentes y para resolver información conflictiva.
- b) Actualizar o preparar planos impresos, archivos electrónicos y/u otros documentos que reflejen la integración de la información NC – D, NC – C, NC – B y NC – A.
- c) Recomendar investigaciones de seguimiento (por ejemplo, levantamientos topográficos georreferenciados adicionales, consultas a los requirentes de los servicios, etc.) según sea necesario para resolver discrepancias.
- d) De ser conveniente, corregir el nivel de calidad indicado para la información descrita.

6.2.5 Tareas misceláneas

6.2.5.1 Capacitación

Asistir al propietario o promotor del proyecto en la realización de las sesiones de capacitación y orientación de las partes interesadas. Una sesión de capacitación cubrirá temas tales como servicios disponibles, tecnologías de detección y excavación, productos finales del proyecto y desarrollo de la orden de trabajo.

6.2.5.2 Control del tránsito

- a) Siempre que la obra afecte al flujo de tráfico o a la seguridad del tránsito, se debe proporcionar control del tránsito y utilizar dispositivos de control de tránsito.
- b) El control del tráfico puede ser dirigido por un supervisor de tránsito de la obra.

6.2.5.3 Permisos y derechos de acceso

- a) Obtener los permisos necesarios del propietario y/o las entidades locales para permitir que el consultor realice obras dentro de los derechos de vía públicos o privados.
- b) Si la obra debe realizarse en propiedad privada, el propietario o promotor del proyecto debe obtener permiso escrito del dueño del predio para que el consultor pueda ingresar a la misma, incluyendo los nombres y números de teléfono de las personas de contacto en caso de que se necesite realizar una notificación previa al ingreso.
- c) Al realizar obras en los derechos de vía del propietario, se puede requerir un permiso de uso especial o una autorización similar, la cual indica las condiciones y controles necesarios. El propietario o promotor del proyecto debe proporcionar los enlaces entre el consultor y la oficina de permisos respectiva.

6.2.5.4 Instalaciones sobre la superficie del suelo

En caso de que el propietario o promotor del proyecto lo indique, los servicios de nivel de calidad D o C conforme a lo descrito en el presente documento, deben incluir la investigación de registros, identificación, correlación topográfica y/o descripción de las instalaciones superficiales, sin perjuicio de que tales elementos de superficie no estén asociados con un servicio básico o infraestructura subterránea.

6.2.5.5 Líneas desconocidas

Si al realizar una tarea designada, el consultor detecta uno o más servicios o infraestructura subterránea cuya función, estado o propiedad sean desconocidas, el profesional debe registrar, y describir la información de dichas líneas, en un nivel de calidad que sea proporcional a aquel asignado como parte original del trabajo.

7. FORMATO DE ENTREGABLES

7.1 Generalidades

Los entregables de planos o dibujos consisten en una combinación de códigos de línea y estilos según se detalla en esta norma, etiquetado, símbolos y el color. La figura B.1 del anexo B, muestra el ejemplo del documento entregable. De ninguna manera pretende que este sea exclusivo, la intención es estandarizar algunas orientaciones generales e ilustrar ejemplos concretos que han sido eficaces en los proyectos.

7.2 Atributos de la información

Los atributos deben ser adscritos de tal forma que en la duplicación o impresión de planos no se elimine o destruya el atributo (por ejemplo, impresiones monocromáticas), esto puede ser alcanzado mediante la aplicación de los métodos que se especifican más adelante. Pueden existir otros métodos que cumplan el mismo propósito. Por lo general, será necesario emplear más de un método para clarificar la información.

7.2.1 Códigos de línea y estilo

Este ha sido uno de los principales métodos a la fecha para diferenciar el nivel de calidad B de los niveles de calidad D y C. No solo que los códigos de línea permiten diferenciar los niveles de calidad, sino que también pueden identificar el tipo de servicios básicos o infraestructura subterránea y/o la propiedad de estas.

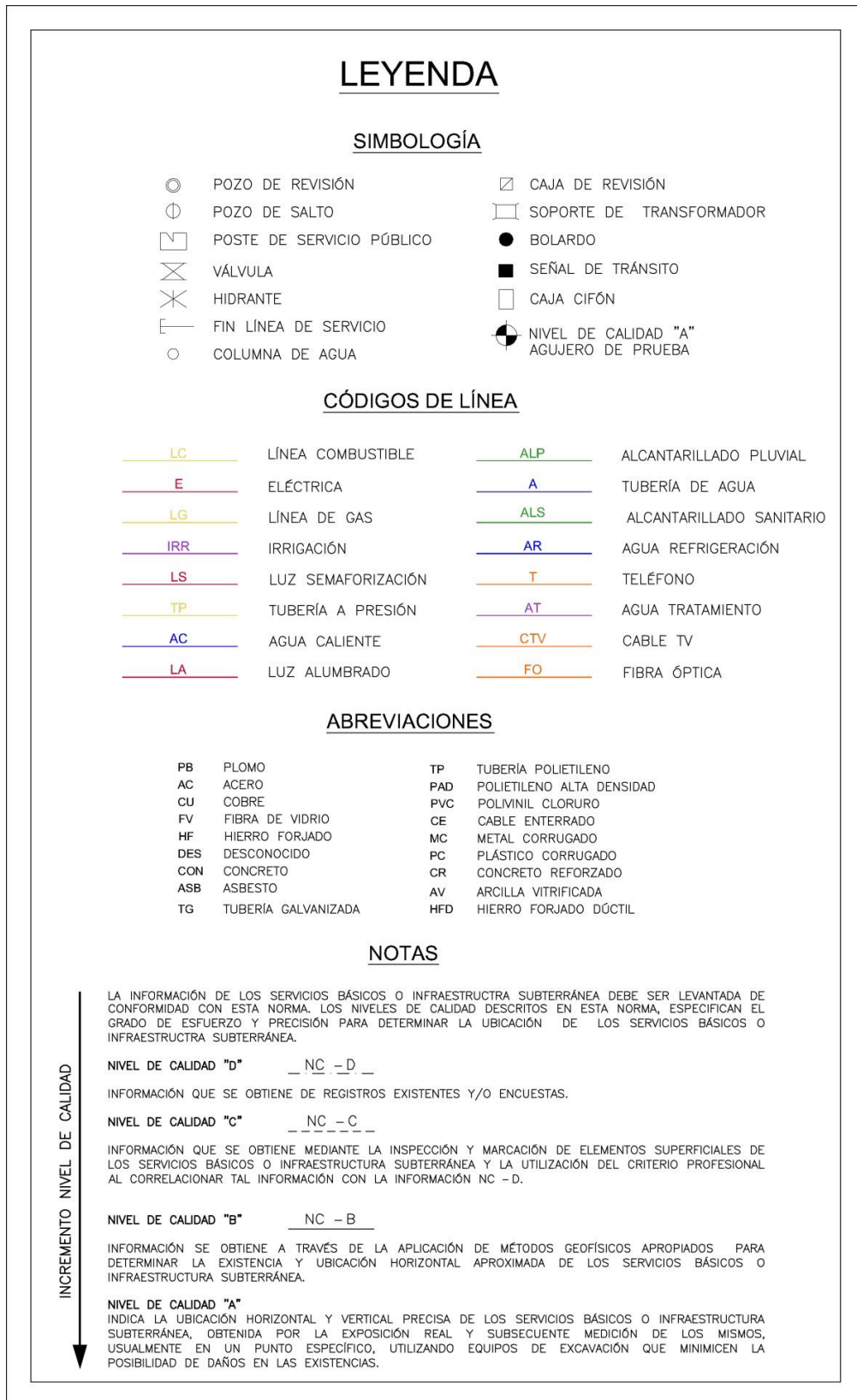
7.2.2 Etiquetas

Este es también uno de los principales métodos para diferenciar los niveles de calidad D, C, B y A. El etiquetado puede distinguir los niveles de calidad, el tipo de servicio básico o infraestructura subterránea y/o su propiedad, la fecha del levantamiento, la exactitud de las características investigadas, puntos finales de los datos de cualquiera de los servicios básicos o infraestructura subterránea, si se encuentran activas o abandonadas, o fuera de servicio, tamaño, condición, número de cables enterrados conjuntamente, recubrimiento entre otros.

7.2.3 Símbolos

Los símbolos deben ser implantados en los dibujos en la posición que corresponda la locación de los servicios básicos o infraestructura subterránea, según se aprecia en la figura 1.








FIGURA 1. Leyenda para mapeo de infraestructura subterránea



7.2.4 Colores

El color se utiliza para identificar y diferenciar el tipo de servicio básico o infraestructura subterránea. Cuando los datos se presentan bien sea en formato digital o impresos a color, los colores deben estar de acuerdo con la tabla 2.

TABLA 2. Códigos de colores para mapeo de infraestructura subterránea

Color	Nombre del color	Coordenadas de colores	Destinado para
	ROJO	RGB (205,0,50) CMYK (0,81,61,20) HTML #CD0032	Sistemas eléctricos (incluye líneas energizadas, cables, <i>conduit</i> y cables de tierra)
	AMARILLO	RGB (235,210,90) CMYK (0,0,80,0) HTML #FFFF33	Líquido y gas de hidrocarburos (incluye gas, aceite, vapor, petróleo y materiales gaseosos)
	NARANJA	RGB (255,102,0) CMYK (0,60,100,0) HTML #FF6600	Sistemas de telecomunicaciones (incluye comunicaciones, alarmas, señalización y televisión por cable)
	AZUL	RGB (0,0,255) CMYK (100,100,0,0) HTML #0000FF	Sistema de agua
	VERDE	RGB (50,150,50) CMYK (40,0,40,42) HTML #329632	Aguas residuales (sumideros, alcantarillados, sanitarios, sistemas combinados de agua lluvia)
	ROSADO	RGB (255,204,204) CMYK (0,20,20,0) HTML #FFCCCC	Marcas temporales para levantamiento de información
	PÚRPURA	RGB (153,51,204) CMYK (20,60,0,20) HTML #9933CC	Aguas grises (aguas recicladas y no tratadas, irrigación, lodos)

7.2.5 Grosor de línea

El grosor de línea debe ser detallado de tal forma que la reproducción sea lo más clara posible.

7.2.6 Capas o niveles

Las capas o niveles se utilizan para representar las distintas características. Por ejemplo, la información de nivel de calidad A podría estar en una capa, los datos nivel de calidad B en otro, y así sucesivamente. Todas las capas deben presentar la descripción completa de los servicios básicos o infraestructura subterránea en cualquier terreno. Este enfoque puede ser útil para la utilización en el sistema de información geográfica.

7.2.7 Texto y tamaño de texto

El texto se debe anotar en mayúsculas, legible y seguir las reglas ortográficas establecidas por la Real Academia Española. En el caso de existir información en otro idioma sin que tenga una

traducción establecida, se deja en el mismo idioma identificado bien sea en paréntesis o con letra cursiva.

El tamaño de texto depende del (los) formato(s) establecido por el interesado del servicio de Ingeniería de infraestructura subterránea.

7.2.8 Unidades de medida

Las dimensiones deben estar señaladas en consonancia con los requerimientos del propietario o promotor del proyecto. La cantidad de decimales debe ser expresada con un mínimo de un decimal a menos que se indique lo contrario. Los elementos superficiales de los servicios básicos o infraestructura subterránea que no estén simbolizados deben ser dibujados en el plano o mapa y se colocarán de tal manera que limiten la necesidad de dimensiones o escala.

7.2.9 Diseño de lámina

La escala de un mapa o plano trazado o impreso debe asegurar la legibilidad de las características que se presentan en el mapa o plano, esto incluye todas las características de servicios básicos o infraestructura subterránea y segmentos de línea. La escala de todas las características de servicios básicos o infraestructura subterránea deben ser legibles e independientes de la escala del mapa o plano.

7.2.9.1 Escala gráfica

Todos los planos y dibujos trazados e impresos deben incluir una barra de escala gráfica.

7.2.9.2 Escala

Debe haber un identificador que muestra la escala dentro del mapa o plano, como 1:10000 o 1 mm = 10 m. De lo contrario, debe indicarse claramente como "Sin Escala" o "S/E".

7.2.9.3 Formato de impresión

El tamaño de la hoja del mapa o plano original se debe identificar en la tarjeta y el tamaño de la lámina dependerá del interesado del servicio de Ingeniería de infraestructura subterránea.

7.2.9.4 Revisiones

La versión, fecha de emisión y/o dibujo, y la persona que ha creado, revisado y/o aprobado el mapa o plano debe figurar de forma legible en la tarjeta.

7.2.9.5 Leyenda

Se debe mostrar una leyenda en los mapas y planos. Las características siempre deben estar representadas en la leyenda como símbolos de acuerdo con esta norma.

7.2.9.6 Norte

Todos los mapas y planos deben incluir una flecha apuntando hacia el norte.

ANEXO A (Normativo)

A.1 Requisitos para proporcionar niveles de calidad de servicios básicos o infraestructura subterránea

El mapeo competente de servicios básicos o infraestructura subterránea es la síntesis de muchas variedades de actividades y técnicas. Determinar los niveles de calidad de una existencia es un juicio profesional que combina conocimientos de la construcción de sistemas de infraestructura subterránea y de los materiales empleados, técnicas geofísicas de imagen, topografía, identificación de redes subterráneas y la resolución de diferentes datos de manera eficaz. Por lo tanto, los proveedores de Ingeniería de infraestructura subterránea, necesitan tener los siguientes requisitos mínimos:

- Conocimiento de las configuraciones de los sistemas de servicios básicos o infraestructura subterránea, estructuras, materiales, detalles acerca de las juntas y empalmes de tuberías o cables.
- Conocimientos de topografías para la tolerancia y exactitud requeridas para el proyecto.
- Conocimientos de geofísica en lo concerniente a la interpretación de infraestructura subterránea.
- Conocimientos de los atributos y metadatos apropiados para transmitir adecuadamente la información necesaria a las partes interesadas del proyecto con el fin de gestionar las incertidumbres relacionadas a los servicios básicos o infraestructura subterránea.

Los mínimos equipos geofísicos necesarios para realizar un servicio competente incluyen:

- Detectores de cables y tuberías con rangos de frecuencias bien distribuidos entre 50 Hz a 480 KHz.
- Gradiómetros magnéticos
- Radares de penetración subterráneos.
- Cable compuesto de núcleo insertado adherido un radiotransmisor para infraestructuras vacías y accesibles.
- Cables y varillas de conexión remotas.
- Pinzas de inducción y conectores dieléctricos.

Es también un requisito, disponer de equipos topográficos necesarios para lograr la precisión de los proyectos, así como software de dibujo *CAD / GIS*, para satisfacer las necesidades de los clientes en los documentos entregables.

Para la recolección de información de nivel de calidad A (NC – A) es prudente el uso de un equipo mínimamente intrusivo de excavación al vacío por bombeo de aire.

El individuo competente y/o consultor es generalmente responsable de los errores y/u omisiones negligentes en los documentos entregables de servicios básicos o infraestructura subterránea. Esto no quiere decir que todos los servicios básicos o infraestructura subterránea puedan alcanzar un deseado nivel de calidad debido a condiciones desfavorables del sitio de trabajo, a la condición de los servicios, registros de lo construido u otra herencia de información suministrada.

ANEXO B (Informativo)

B.1 Ejemplo de plano entregable GIS / CADD

La figura B.1 muestra un ejemplo de dibujo para el mapeo de servicios básicos o infraestructura subterránea en GIS/CADD detallando la precisión y niveles de calidad que pueden ser utilizados para el documento entregable.

B.1.1 Resumen de datos de los agujeros de prueba

A continuación se presenta un resumen de datos de agujeros de prueba o pozos de exploración que se muestran en la figura B.1 para nivel de calidad A.

AP-1: 8 Tubos de PVC de 4 pulgadas de cable de Fibra Óptica (FO)

Elevación de la parte superior de conducto: 2670,333 m
Ancho del sistema multiconducto: 406,4 mm

Coordenadas: N 9988007,602
E 505095,687

AP-2: Tubería de hierro forjado de 14 pulgadas de agua (A)

Elevación de la parte superior del servicio: 2669,905 m

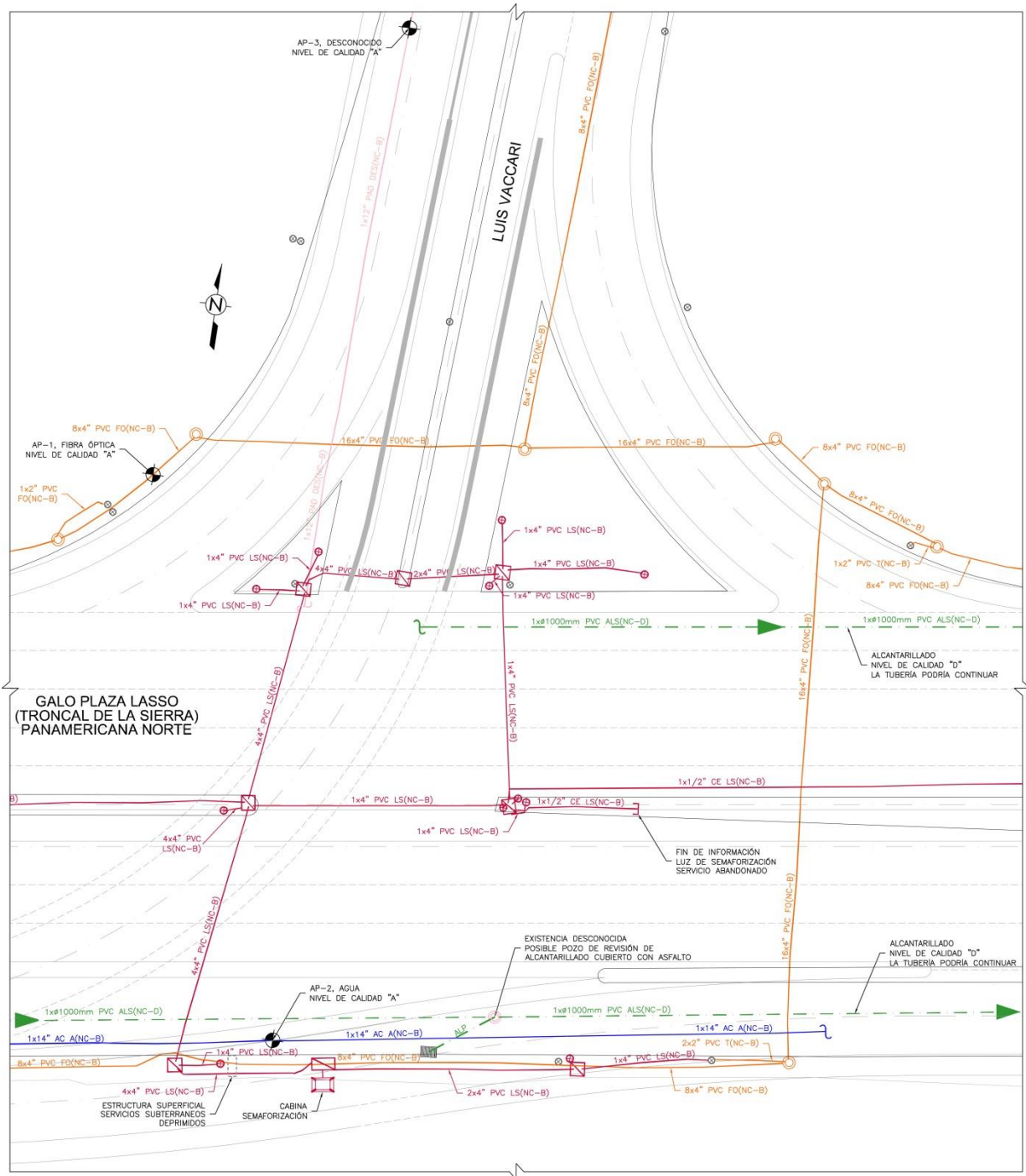
Coordenadas: N 9987956,094
E 505114,794

AP-3: Tubería de PAD de 12 pulgadas tipo desconocido (DES)

Elevación de la parte superior del servicio: 2667,702 m

Coordenadas: N 9988053,140
E 505113,571

FIGURA B.1 Ejemplo de plano detallando los niveles de calidad de los servicios básicos o infraestructura subterránea



ANEXO C (Informativo)

C.1 Métodos geofísicos de imagen superficial de infraestructura subterránea

Existen diferencias significativas en las técnicas, metodologías y de los equipos necesarios para la identificación de la presencia potencial de un servicio básico (búsqueda del servicio básico o infraestructura subterránea), con las del trazado de la ruta que sigue el servicio básico (con el propósito de generar un plano). La mayoría de los proyectos de mapeo de servicios básicos con fines de diseño deben incluir los requisitos tanto de la búsqueda como los del trazado de líneas.

C.1.1 Métodos electromagnéticos

Esta categoría ofrece muchas posibilidades para escanear servicios básicos o infraestructura subterránea. Las diferentes frecuencias y técnicas para usar tales frecuencias son abundantes. En términos prácticos, estas técnicas incluyen el uso de detectores de cables y tuberías (modos inductivos, conductivos, activos y pasivos), conductividad del terreno, radar de penetración subterráneo (*GPR*), técnicas de resistividad de suelo, métodos ópticos y algoritmos computarizados, conjuntamente con técnicas de recopilación de datos.

C.1.1.1 Detectores de cables y tuberías

Una amplia variedad de fabricantes detectores de cables y tuberías ofrecen equipos de diferentes frecuencias, tamaños y formas de antenas, variación de potencia, salidas de señal, métodos de conexión directa, filtros de señal internos y externos, y procesamiento de señales. Debido a estas opciones, es posible que un equipo que se vea y se comporte de manera muy similar a otro, en la mayoría de situaciones no pueda detectar o no sea capaz de rastrear un servicio básico como lo realiza el otro instrumento en otras situaciones. Depende de la responsabilidad del profesional estar familiarizado con estas capacidades.

C.1.1.2 Conductividad de suelo

Los métodos de conductividad del suelo crean y miden corrientes inducidas causadas por diferencias en el promedio de conductividad entre la superficie del suelo y la profundidad efectiva de penetración (típicamente 5 m) en una forma cónica. Los servicios básicos o infraestructura subterránea (y/o su producto de transmisión) pueden exhibir conductividades que son suficientemente diferentes del promedio de la conductividad del suelo para que puedan diferenciarse con este método. En áreas de alta congestión de servicios metálicos, por lo general existe mucho ruido para interpretar los resultados. De manera similar, los metales superficiales (por ejemplo, vehículos, vallas, etc.) y concreto con varillas de acero distorsionarán los resultados. Se recomienda usar interpretación en tiempo real para la detección de los servicios básicos, ya que los barridos de muestreo y la recopilación de información de los puntos, con este tipo de instrumento lineal, darán como resultado datos muy incompletos. Por ejemplo, conforme se entrelaza una característica lineal con el instrumento, la respuesta del instrumento puede variar de manera significativa, dependiendo de la orientación relativa del eje del instrumento.

Servicios básicos de metal aislado, tanques de almacenamiento subterráneo, pozos y cubiertas de bóvedas, se detectan usualmente con este método. Bajo algunas condiciones, pueden escanearse tuberías de agua no metálicas de gran tamaño en suelos secos o tuberías secas vacías no metálicas de gran tamaño en suelos húmedos.

C.1.1.3 Mediciones de resistividad

Las mediciones de resistividad se toman al inyectar una corriente continua (CC) al suelo en dos o más electrodos y midiendo el voltaje resultante en otros electrodos. De esta manera la resistividad promedio puede calcularse. La profundidad de la medida se controla por el espaciamiento entre electrodos. Existen muchos tipos diferentes de geometrías de electrodos que producen resultados específicos. Un ejemplo es el método Wenner de cuatro puntos.

Los métodos de resistividad no son prácticos para usarse con fines de mapeo general. Pueden ser útiles para la búsqueda de un servicio básico o infraestructura subterránea, pero no para hacer el marcado superficial de la existencia (trazado).

C.1.1.4 Detectores de metales

Los detectores de metales trabajan al transmitir un campo magnético en corriente alterna (CA), el cual induce corrientes parásitas en los objetos metálicos cercanos. A su vez, estas corrientes parásitas producen un momento magnético en el metal, el cual interactúa con la bobina detectora del instrumento. Las respuestas son directamente proporcionales al área de la superficie encontrada por la onda, y decaen exponencialmente con la profundidad. Por lo tanto, los detectores metálicos son aplicables, usualmente, solo para tapas de cajas de revisión superficiales, cubiertas de las cajas de válvulas, y otros relacionados.

C.1.1.5 Radar de penetración subterráneo (GPR)

El georradar o radar de penetración subterráneo (*GPR*) por sus siglas en inglés, trabajan al irradiar un pulso de microonda al suelo y mide cualquier reflexión que se recibe al retorno de la señal a la superficie del suelo. La frecuencia de la microonda (comúnmente rangos entre 10 MHz y 1000 MHz), la conductividad del suelo, y constantes dieléctricas de las moléculas encontradas son los factores principales que afectan los resultados. Una frecuencia mayor no puede penetrar tan profundo en el suelo como lo hace una de baja frecuencia. Una alta frecuencia resolverá características en menor escala de lo que puede resolver una de baja frecuencia. Un terreno altamente conductivo, tal como el que se encuentra en arcilla marina, y áreas permeables a la marea, o carreteras con varillas de acero pueden afectar enormemente la profundidad de la penetración de la señal.

Bajo las condiciones adecuadas, el *GPR* puede ser una herramienta útil para asistir en la detección de servicios básicos de mediano y gran diámetro cercanos a la superficie. También es útil para detectar tanques de almacenamiento subterráneo, escombros de construcción, la profundidad hasta el lecho de roca y el nivel freático, el grosor del pavimento y características geológicas. Dentro de muchas áreas en los proyectos, las condiciones serán tales que solo unos pocos o ningún servicio se podrá detectar con un *GPR*.

C.1.1.6 Métodos ópticos

La luz visible es un método electromagnético. Este método de mapeo de servicios se describe mejor con el ejemplo siguiente. Se asuma que existe una tubería de drenaje que conecta dos cámaras. Si usted puede mirar por el tubo y visualizar la otra cámara, o si se puede apuntar un láser por el tubo y detectar que hay luz en la otra cámara, existe evidencia visual directa de que la tubería de drenaje es recta entre las dos cámaras.

Si usted no puede detectar el láser o ver la otra cámara, existe la posibilidad de que el drenaje no sea recto entre las dos cámaras. En este caso, salvo que se use otro método geofísico, la tubería del drenaje se representará entre las dos cámaras con un nivel de calidad C si las cámaras fueron levantadas y representadas a escala, o en un nivel de calidad D si es que las cámaras no fueron referenciadas a un control topográfico aplicable.

C.1.1.7 Métodos infrarrojos (térmicos)

Algunos productos de los servicios, tales como, sistemas de desfogue de vapor, líneas de energía de alto voltaje, y drenajes de aguas negras, pueden producir un flujo de calor medible. Un ejemplo es una línea de nieve derretida que está directamente sobre una tubería de drenaje o sobre una tubería de vapor. Existen dispositivos que pueden detectar y medir este flujo de calor. Este es un método que no se usa comúnmente para la detección y el mapeo de servicios porque otras técnicas pueden ser más decisivas y menos costosas, pero ciertamente puede ser viable en situaciones atípicas.

C.1.1.8 Métodos de rayos X (radiación penetrante)

Prácticamente, estos métodos son útiles solo para escanear servicios dentro de paredes o entre pisos bajo ciertas condiciones.

C.1.2 Métodos magnéticos

Los métodos magnéticos pueden ser útiles para detectar y rastrear servicios ferrosos (hierro o acero). Son mucho más útiles para detectar cajas de válvulas enterradas superficialmente, cajas de revisión, tapas de pozos, varillas y demás piezas relacionadas. Existen básicamente dos métodos para usar magnetismo: mediciones de campo magnético total y mediciones gradiométricas. Ambos métodos usan un instrumento conocido como magnetómetro, el cual mide la fuerza de un campo magnético. El magnetómetro de campo total más común es un magnetómetro de precesión de protones. El gradiómetro más común es el que se conoce como magnetómetro de puerta de flujo.

C.1.2.1 Mediciones de campo total

Pueden ser útiles para el rastreo de servicios en grandes distancias en ausencia de tendido eléctrico, vías de trenes, vehículos u otras fuentes de interferencia. Las mediciones de campo totales se realizan, usualmente, en un patrón de barrido en malla. Mientras más grande sea el espaciamiento de la malla, menos útil será esta técnica para el rastreo de servicios básicos o infraestructura subterránea.

C.1.2.2 Mediciones gradiométricas

Estas mediciones son más fáciles de usar y son más útiles para el mapeo en comparación con las mediciones de campo total. Un gradiómetro típicamente usa dos sensores magnéticos separados a una distancia conocida. La diferencia en la fuerza del campo entre los dos sensores es el resultado de un campo magnético localizado. Los servicios o infraestructuras férricas aisladas y poco profundas, tanques de almacenamiento subterráneo, pozos y cubiertas de cámaras subterráneas pueden ser detectadas con este método. Juntas o uniones no detectadas en las tuberías, pueden detectarse debido al campo magnético bipolar de las tuberías.

C.1.3 Métodos de onda elástica

Existen tres técnicas básicas para el uso de ondas elásticas (sonido) para el escaneo de servicios básicos. Existe la reflexión sísmica, la refracción sísmica y la emisión acústica; estas técnicas son útiles solo bajo condiciones muy especializadas y de técnica rigurosa, por esa razón solo se detalla la más usada.

La emisión acústica está ampliamente estandarizada para realizar el trazado de tuberías de agua no metálicas, pero es relativamente inútil como una técnica de búsqueda.

C.1.3.1 Emisión acústica

Una tubería sometida a estrés mecánico puede deformarse y generar sonido. Este sonido (una emisión acústica) puede monitorearse con varios transductores (básicamente un acelerómetro lineal que traduce el movimiento en señales eléctricas). La premisa es que el sonido será mayor directamente sobre la tubería porque la distancia de transmisión de la onda elástica es la más corta en este punto. Sin embargo, el tipo de superficie (por ejemplo, la tierra contra el concreto), relleno (por ejemplo, roca contra arcilla), la compactación, la humedad del suelo, etc., pueden distorsionar la distribución del sonido. Existen tres métodos principales que usan las técnicas de emisión acústica. Todos estos métodos son susceptibles a la interferencia de ruidos existentes, como aviones, vehículos, trenes, transformadores eléctricos y similares.

Uno de los métodos involucra inducir un sonido sobre o dentro de una tubería. Esto puede lograrse al golpear una tubería en el punto en el que está expuesta o al introducir una fuente de sonido de algún tipo en la tubería. Esto puede servir para tuberías metálicas, no metálicas, vacías o llenas. Una fuente de ruido puede tener la ventaja de moverse dentro de la tubería por alguna distancia, llevando así el sonido más cerca al punto de detección. Al marcar o medir los puntos más ruidosos, se puede lograr un trazado del servicio o la línea enterrada. Este método es conocido a veces como "sonidos activos". Un segundo método depende de la capacidad del producto dentro de la tubería. Este método se conoce algunas veces como "sonidos pasivos". Por ejemplo, el agua que se encuentra en movimiento dentro de una tubería en un hidrante o llave de purga hará vibrar a la tubería. Esta vibración se

reproducirá a lo largo de la tubería por cierta distancia antes de atenuarse. Los factores como la presión del producto, forma y tamaño del orificio de descarga y el tipo de material de la tubería, pueden afectar la generación inicial del sonido. El material de la tubería, recubrimiento, compactación y el producto afectarán la distancia que viaja el sonido a lo largo de la tubería. Los factores como aquellos que ya hemos mencionado afectan la detección del sonido entre el receptor y la tubería.

El tercer método depende de que el producto de la tubería contenga un fluido no comprimible (agua en la mayoría de los casos). Con una interconexión a la superficie del fluido (por ejemplo, en un hidrante) y generando una onda de presión en el fluido, se crean vibraciones que pueden detectarse en la tubería. Este método se conoce algunas veces como "sonido resonante". El método tiene la ventaja de ser capaz de sintonizar la frecuencia del oscilador a una (o más) frecuencia(s) resonante(s) en la tubería, usualmente resultando en una distancia de trazado mayor. Una desventaja es la necesidad de diferentes tipos de fluido o interfaces del oscilador.

C.1.4 Métodos de alta especialización

Los siguientes métodos son teóricamente posibles de usar en el mapeo de servicios básicos. En la práctica, se los usa rara vez debido a su alto costo y a las condiciones desfavorables del sitio para su éxito.

C.1.4.1 Técnicas microgravitacionales

Las técnicas microgravitacionales pueden usarse en servicios extremadamente grandes (o túneles) que están predominantemente vacíos. El concepto es que puede calcularse la fuerza gravitacional esperada en un punto definido de la tierra. Esta fuerza gravitacional está directamente relacionada a los efectos de la masa. Si un gran servicio o un túnel está vacío, el espacio vacío tiene una masa mucho menor que si estuviesen llenos por el producto. El levantamiento debe ser muy preciso debido a que se miden valores pequeños. Las masas cercanas sobre el nivel del suelo deben ser consideradas, así como efectos regionales y los movimientos de cuerpos celestes. Las cotas deben determinarse a precisión milimétrica.

C.1.4.2 Técnicas isotópicas (radiométricas)

Los servicios o su entorno inmediato que llevan o están contaminados con uranio, torio u otro compuesto "radioactivo", hecho por el hombre o que ocurre en la naturaleza, pueden detectarse con contador Geiger o de destello.

C.1.4.3 Técnicas químicas

Una técnica química puede ser una técnica de rastreo pero rara vez es una técnica de trazado. El concepto es que los productos que son transportados en la tubería, o que se dejan cerca de las tuberías como resultado de técnicas constructivas, pueden exhibir una firma espectral que puede detectarse.

C.1.4.4 Métodos geofísicos de sondeo en pozos

La mayoría de las técnicas indicadas anteriormente se usan en sondeo de pozos, así como en la superficie del suelo. Los pozos tienen la ventaja de llegar posiblemente cerca al servicio básico, eliminando las interferencias de la superficie, permitiendo el uso de diferentes técnicas de procesamiento. La triangulación de diferentes pozos puede ayudar a ubicar a los servicios o infraestructura subterránea. A menos que se usen múltiples pozos, no se puede realizar trazados de los servicios con este método. Puede ser una técnica viable cuando otros métodos fallan en la búsqueda de los servicios, aunque es costosa.

C.1.5 Técnicas de procesamiento de datos

Muchos de los métodos mencionados pueden combinarse con las técnicas de procesamiento de datos y con algoritmos matemáticos para mejorar los resultados. Sin embargo, se debe tener cuidado porque la interpretación de datos en la oficina versus la interpretación en tiempo real durante investigaciones de campo, pueden provocar ciertos errores.

C.1.5.1 Tomografía de difracción geofísica

Esta técnica se basa en los principios de la holografía óptica y se la puede usar con ondas sonoras y electromagnéticas, en una variedad de geometrías y técnicas de recopilación de datos. Los métodos superficiales y de sondeo en pozos se usan con georradars, reflexión sísmica y evaluación vertical del perfil sísmico. Esta técnica necesita una gran cantidad de datos y manipulación de datos (generalmente) con algoritmos patentados.

APÉNDICE Z**BIBLIOGRAFÍA**

RODAS, Alejandro. 2013. *Servicios de Ingeniería Subterránea: Quitándoles el misterio a las existencias enterradas desconocidas*. Revista CALIDAD del Servicio Ecuatoriano de Normalización – INEN. Quito – Ecuador. No 36, pp. 61-62. ISSN 1390-7301.

RODAS, Alejandro. 2013. *Servicios de Ingeniería Subterránea: Quitándoles el misterio a las existencias enterradas desconocidas*. Revista CONSTRUCCIÓN de la Cámara de la Industria de la Construcción – CAMICON. Quito-Ecuador. No. 228, pp. 28-29.

Adopción del nuevo marco de referencia para el Ecuador. SIRGAS – ECUADOR, Disolución cartográfica departamento de Geodesia, Instituto Geográfico Militar, @2013. Disponible en http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol15/37a_Zurita_et_al_Reporte_Ecuador.PDF.

ANSPACH, J.H. y R.J. MURPHY. *Subsurface Utility Engineering Information Management for Airports*. Airport Cooperative Research Program Synthesis 34, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2012.

ASCE Manual # 45 *Consulting engineering: a guide for the engagement of engineering services*. New York. 2012.

ARCAND, Lawrence y Emil TOMESCU. 2011. *Subsurface Utility Engineering: New Discipline Gaining Momentum in BC*. Revista Innovation. Canadá. 15(5), pp 26-28.

CSA S250-11 *Mapping of underground utility infrastructure*. Canadá. 2011.

REPORT S2-R01-RW. *Encouraging Innovation in Locating and Characterizing Underground Utilities*. Washington, DC., 2009.

SINHA, S.K., H.R. THOMAS, M.C. WANG y Y.J. JUNG. *Penn State / PennDOT Study Stevens, R.E. (1993) Adding value through the innovations of Subsurface Utility Engineering (SUE). Proceedings of the Society of American Value Engineers*. Washington, D.C., 2007.

AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials. *A guide for accommodating utilities within highway right-of-way*. Washington, D.C., 2005.

CI/ASCE 38-02 Guideline for the Collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data. Estados Unidos. 2003.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. *Avoiding Utility Relocations*. Publication No. DTFH61-01-C-00024. Washington, D.C., 2002.

LEW, J.J. *Cost savings on highway projects utilizing Subsurface Utility Engineering, Purdue University / Federal Highway Administration*. Washington, D.C., 1999.

MOYER, P.D. y J. NOONE. *Use of Subsurface Utility Engineering techniques to access existing buried pipeline condition. Proceeds of the Pipeline Safety Reliability and Rehabilitation Conference, American Society of Civil Engineers*. New York, 1999.

FGDC-STD-001-1998 Content Standard for Digital Geospatial Metadata. Washington, D.C., 1998.

TECHNOS, INC. *Location and mapping of underground utilities, Technotes Vol. 8, Miami, Fla. U.S. Army Corps of Engineers. (1979). Geophysical exploration, Engineering Manual EM 1110-1-1802*. Washington, D.C., 1998.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Engineering. *Program guide utility adjustments and accommodation on Federal-aid highway projects, Publication No. FHWA-PD-98-013*. Washington, D.C., 1998.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. *Memorandum of March 24, 1998, Associate Administrator for Program Development to Regional Administrators/Federal Lands Highway Program Administrator*. Washington, D.C., 1998.

SCHINNERER, Victor O. & Company, Inc. *Guidelines for improving practice: managing risk through contract language, Vol. XXVII, No. 4*. Chevy Chase, Md., 1998.

American Consulting Engineers Council/Associated General Contractors. *Enlightened risk allocation: the twenty-first century owner's guide to cost effectiveness*. Washington, D.C., 1998.

ANSPACH, J.H. *Design and construction risk management for existing utilities. Proceedings of the Construction Congress V, American Society of Civil Engineers*. Reston, Va., 1997.

ANSPACH, J.H. *Subsurface Utility Engineering: Utility detection methods and applications. Proceedings of the Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems. Environmental and Engineering Geophysical Society*. Keystone, CO., 1996.

ANSPACH, J.H. *Subsurface Utility Engineering: Standards for the depiction of subsurface utility quality levels within geographic information systems. Proceedings of the Geographic Information Systems For Transportation Symposium (GIS-T), American Association of State Highway and Transportation Officials*. Washington, D.C., 1995.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. *Subsurface Utility Engineering: a proven solution [film]*. Washington, D.C., 1995.

ANSPACH, J.H. *Integrating Subsurface Utility Engineering into damage prevention programs. Proceedings of the 1994 Excavation Damage Workshop, National Transportation Safety Board*. Washington, D.C., 1994.

Radiodetection (A United Dominion Company). *ABC and XYZ of locating buried pipes and cables*. Mahwah, NJ. 1994.

SCOTT, P. *Subsurface Utility Engineering: an alternative to excavation damage. Proceedings of the 1994 Excavation Damage Workshop, National Transportation Safety Board*. Washington, D.C., 1994.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Technology Applications. *Highway utility guide, Publication No. FHWA-SA-93-049*. Washington, D.C., 1993.

ANSI/ASCE 12-92. *Standard guidelines for the design of urban subsurface drainage*. New York, 1992.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2873 **TÍTULO:** INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA. DETECCIÓN Y MAPEO DE SERVICIOS BÁSICOS O INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA **Código ICS:** 93.020

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2014-06-07	REVISIÓN: La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: 2014-08-04 al 2014-10-02

Comité Técnico de: **Ingeniería subterránea**

Fecha de iniciación: 2014-11-25

Fecha de aprobación: 2015-01-15

Integrantes del Comité:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Alejandro Rodas (Presidente)	CAMINOSCA
Ing. Francisco De Vacas	CAMINOSCA
Arq. Verónica Ramos	CAMINOSCA
Ing. Lilian Jara	CAMINOSCA
Ing. James Anspach	CARDNO
Sr. Gary Frazho	CARDNO
Ing. Lawrence Arcand	T2 UTILITY ENGINEERS
Ing. Juan Pablo Tamayo	SUBSECRETARÍA AERONÁUTICA CIVIL, MTOP
Ing. Carlos Caicedo	SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, MTOP
Ing. Lizbeth Salazar	DIRECCIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, MTOP
Ing. Christian Yépez	DIRECCIÓN DE TRANSPORTE FERROVIARIO, MTOP
Ing. Max Sotomayor	EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, EPMAPS
Ing. Diana Sánchez	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, PUCE
Ing. Gabriel Chávez (Secretario Técnico)	SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, INEN

Otros trámites:

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria
Registro Oficial No. 487 de 2015-04-24

Por Resolución No. 15107 de 2015-03-26

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891
Dirección Ejecutiva: E-Mail: direccion@normalizacion.gob.ec
Dirección de Normalización: E-Mail: consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Guayas: E-Mail: inenguayas@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Azuay: E-Mail: inencuenca@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@normalizacion.gob.ec
[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)