

A LOS PROFESIONALES QUE SE DIGNEN ANALIZAR
REVISAR Y EMITIR SUS OBSERVACIONES Y COMENTARIOS
AL PRESENTE DOCUMENTO

El IEOS, a través de Componente de Tecnología Apropiada del Proyecto IEOS-USAID 518-0081, contrató la realización del estudio de revisión y actualización de las "Normas de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Eliminación de Residuos Líquidos para poblaciones con menos de 1000 habitantes".

El presente documento es una propuesta del texto de la norma actualizada cuyo nuevo título es: "Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural", que está siendo puesto a consulta pública para receptar las valiosas sugerencias y opiniones de profesionales con amplia experiencia en el campo del abastecimiento de agua y saneamiento rural del país, que permitan ajustarlo y mejorarlo.

Como tendrá oportunidad de apreciar estimado lector, este documento tiene una concepción y contenido diferentes a los de la norma actual vigente, por lo que consideramos oportuno presentar los criterios fundamentales en los cuales se basaron los principales cambios que se incluyen en esta nueva propuesta.

AMBITO DE APLICACION

Se propone que su aplicación se extienda a todas las localidades del área rural, sin especificar un límite de población, de esta manera se incluirán en el ámbito de la norma a todas las anejos y parroquias rurales que aún no tienen la categoría política de cabecera cantonal.

Con relación a este punto, es importante considerar los datos del último censo nacional, según los cuales, aproximadamente un 83% de las localidades rurales tienen poblaciones de hasta 1000 habitantes, siendo su población conjunta un 45% del total de habitantes del área rural del país, adicionalmente, se tiene que el 97% de las localidades rurales tienen poblaciones de hasta 3000 habitantes, y agrupan al 85% del total de la población rural del país.

Al considerar a las poblaciones rurales de más de 1000 habitantes dentro del ámbito de aplicación de estas normas, se está incluyendo a aproximadamente un 14% del total de localidades y en consecuencia a un 40% de la población rural, la misma que se beneficiará de la posibilidad de contar con sistemas diseñados con criterios y tecnologías simples, apropiados a las condiciones socioeconómicas de nuestra población rural, lo que conllevará a sistemas de menor costo y por tanto más factibles de ser implementados y posteriormente operados y mantenidos a nivel de las localidades.

Existen algunos casos especiales de parroquias rurales cuyo tamaño y condiciones urbanísticas y socioeconómicas las caracterizan como poblaciones urbanas, que requieren niveles de servicio superiores para satisfacer sus necesidades y propiciar un adecuado desarrollo. De otra parte, existen también cabeceras cantonales que según el sistema de clasificación política se catalogan como localidades urbanas, pero cuyas condiciones urbanísticas y socioeconómicas de la población, corresponden mas bien a las de una localidad rural. En ambos casos, se ha previsto que la entidad contratante o ejecutora de los estudios decidirá la conveniencia de aplicar las normas para el área urbana o rural.

INCLUSION DE NUEVOS CAPITULOS (PARTES)

Con objeto de independizar el manejo y consulta de las normas de diseño para el área rural, se han incluido algunos capítulos o partes que según la norma anterior debían consultarse en el documento normativo para más de 1000 habitantes. Estos capítulos incluidos, han sido además simplificados y adaptados a los requerimientos menos exigentes de pequeños proyectos rurales.

Las partes incluidas son:

Primera Parte: Etapas de un proyecto

Se norma las actividades mínimas a ejecutarse e información básica a recopilarse y procesarse en la etapas de prediseño y planteamiento de alternativas y en la etapa de los diseños definitivos de la alternativa seleccionada.

Segunda Parte: Presentación de trabajos

Se norma los aspectos básicos del contenido y forma de presentación de los informes correspondientes al estudio preliminar y planteamiento de alternativas, así como para el caso de la documentación correspondiente a los estudios definitivos.

Tercera Parte: Trabajos Topográficos

En lo pertinente, se tomaron los aspectos normativos considerados en la norma para más de 1000 habitantes, con algunas simplificaciones de procedimiento, pero sin disminuir el nivel de precisión requerida en estos trabajos.

Cuarta Parte: Calidad del Agua

Considerando que existe la Norma INEN 1108 "Agua Potable-Requisitos", de carácter OBLIGATORIO, se adoptaron los parámetros y límites permisibles en ella estipulados. Sin embargo, dichos parámetros están clasificados en 5 grupos, según la prioridad de control requerida en los programas de monitoreo de la calidad del agua ha efectuarse durante la operación de los sistemas.

Quinta Parte: Bases de Diseño

Corresponde a la Primera Parte de la norma actual vigente.

Los principales cambios son:

- El sistema se dimensiona para la población de diseño estimada mediante proyecciones y no para una población preestablecida según el rango en el que se encuentra la población inicial. De esta manera se evitará el sobredimensionamiento de algunas unidades del sistema y permitirá su evaluación racional a base de los caudales de diseño más aproximados a los que realmente se tendrán en la práctica. Esta concepción sigue considerando el empleo de diseños modulares para ciertas unidades como tanques de reserva, filtros, etc.
- Existe una nueva concepción de los niveles de servicio, que permite asignar de manera más racional las dotaciones per cápita. Además, no se liga determinados niveles de servicio al tamaño de la población, sino que se estipula que dichos niveles sean seleccionados atendiendo a las características específicas de cada localidad

Sexta Parte : Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

Séptima Parte: Diseño de sistemas de Disposición de Excretas y Residuos Líquidos

Corresponden respectivamente a la Segunda y Tercera Parte de la norma vigente.

El principal cambio de concepción introducido en el estudio propuesto es que se norma solamente los aspectos directamente relacionados al dimensionamiento del sistema (caudales o volúmenes de diseño) y ciertos aspectos que se consideran deben tener estricta observación para garantizar la adecuada operación y posibilitar el mantenimiento del sistema.

Se ha omitido de las normas todo lo referente a criterios de diseño y fórmulas de cálculo de las unidades componentes del sistema, puesto que en adelante su adopción será responsabilidad del proyectista, y debido también a que existe amplia bibliografía de soporte sobre estos temas. Sin embargo, con el ánimo de recoger y difundir las principales experiencias obtenidas a nivel nacional, se preparó un documento de consulta denominado "Guías de Diseño" que presenta criterios y parámetros de diseño sugeridos pero cuya observación no es obligatoria.

COMITE TECNICO DE NORMALIZACION DEL IEOS

Ing. José Villacís	PRESIDENTE
Ing. Miguel Argudo	REPRESENTANTE DE LA DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL
Ing. Luis Felipe Castro	REPRESENTANTE DE LA DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO
Ing. Iván Sevilla	REPRESENTANTE DE LA DIRECCION NACIONAL DE PRESTAMOS EXTERNOS
Ing. Guillermo Ricaurte	REPRESENTANTE DE LA DIRECCION NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE
Ing. José Pilamunga	SECRETARIO TECNICO

COMISION TECNICA PARA LA REVISION DEL ESTUDIO

Ing. Marco Yépez	PRESIDENTE
Ing. Leonardo González	REPRESENTANTE DE LA DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL
Ing. Fernando Soria	REPRESENTANTE DE LA DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO
Ing. Pablo Piedra	SECRETARIO TECNICO

CONSULTOR CONTRATADO PARA ELABORACION DEL ESTUDIO

Ing. Marcelo Muñoz R.

NORMA CO 10.7 - 602 - REVISION

NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE, DISPOSICION DE ENCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS
EN EL AREA RURAL

CONTENIDO		PAGINA
1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVO Y ALCANCE	1
PRIMERA PARTE: ETAPAS DE UN PROYECTO		
1.	OBJETO	3
2.	ALCANCE	3
3.	DEFINICIONES	3
4.	DISPOSICIONES GENERALES	4
5.	DISPOSICIONES ESPECIFICAS	4
5.1	Alcance básico del estudio preliminar	4
5.1.1	Recopilación de información	4
5.1.2	Actividades y estudios complementarios	5
5.1.3	Planteamiento y análisis de alternativas	5
5.2	Alcance general del proyecto definitivo	6
5.2.2	Actividades y estudios de campo	6
5.2.3	Actividades y estudios de gabinete	6
SEGUNDA PARTE: PRESENTACION DE TRABAJOS		
1.	OBJETO	7
2.	ALCANCE	7
3.	DEFINICIONES	7
4.	DISPOSICIONES GENERALES	8
5.	DISPOSICIONES ESPECIFICAS	9
5.2	Formatos de presentación de los documentos	9

TERCERA PARTE: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

1.	OBJETO	11
2.	ALCANCE	11
3.	DEFINICIONES	11
	DISPOSICIONES GÉNERALES	13
4.3	Datos básicos de referencia.	13
4.3.1	Coordenadas y orientación	13
4.3.2	Altitud	13
5.	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS	14
5.1	Levantamientos aerofotogramétricos	14
5.2	Levantamientos topográficos	14
5.2.3	Poligonales	14
5.2.4	Levantamientos topográficos para evaluación de sistemas existentes	15
5.2.5	Tipo de calzada	15
5.2.6	Levantamiento topográfico para la conducciones y emisarios	16
5.2.7	Levantamientos topográficos de sitios en los que se implantarán obras especiales	16
5.2.8	Detalles topográficos	17
5.2.9	Mojones y estacas	17
5.3	Nivelaciones	19
5.3.1	Nivelación geométrica	19
5.3.2	Nivelación trigonométrica	19
5.3.3	Mojones de nivelación	19
5.4	Mediciones lineales y angulares	20
5.4.1	Mediciones lineales	20
5.4.2	Mediciones angulares	20
5.5	Libretas y cálculos	20
5.5.1	Libretas de campo	20
5.5.2	Cálculos	21
5.6	Límites de tolerancia	21
5.6.1	Cierre lineal	21
5.6.2	Cierre angular	21
5.6.3	Cierre altimétrico	22

CUARTA PARTE: CALIDAD DEL AGUA

1. OBJETO	24
2. ALCANCE	24
3. DEFINICIONES	25
4. DISPOSICIONES ESPECIFICAS	26
4.1 Parámetros I	26
4.2 Parámetros II	26
4.3 Parámetros III	27
4.4 Parámetros IV	27
4.5 Parámetros V	28
5. METODOS DE ENSAYO	29
6. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE	29

QUINTA PARTE: BASES DE DISEÑO

1. OBJETO	31
2. ALCANCE	31
3. DEFINICIONES	31
4. DISPOSICIONES ESPECIFICAS	33
4.1 Período de diseño	33
4.2 Población de diseño	33
4.3 Niveles de Servicio	34
4.4 Dotaciones	35
4.5 Variaciones de Consumo	36
4.5.1 Caudal medio	36
4.5.2 Caudal máximo diario	36
4.5.3 Caudal Máximo horario	37
4.5.4 Fugas	37

SEXTA PARTE: SISTEMAS DE AGUA POTABLE

1. OBJETO	39
2. ALCANCE	39
3. DEFINICIONES	39

4.	DISPOSICIONES GENERALES	41
5.	DISPOSICIONES ESPECIFICAS	41
5.1	Fuente de abastecimiento	41
5.2	Captación	41
5.3	Conducción	41
5.3.1	Caudal de diseño	41
5.3.2	Tipos de conducción	42
5.4	Tratamiento	44
5.5	Almacenamiento	44
5.6	Distribución de agua potable	44
5.6.9	Abastecimientos públicos	45
5.6.10	Unidades de Agua	45
5.6.11	Conexiones domiciliarias	46

SEPTIMA PARTE: SISTEMA DE DISPOSICION DE EXCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS

1.	OBJETO	47
2.	ALCANCE	47
3.	DEFINICIONES	47
4.	DISPOSICIONES GENERALES	49
5.	DISPOSICIONES ESPECIFICAS	50
5.1	Sistemas de disposición de excretas	50
5.2	Sistemas convencionales de alcantarillado sanitario	50
5.2.1	Redes de recolección	50
5.2.2	Conexiones domiciliarias	53
5.2.3	Depuración del efluente	53
5.3	Sistemas no convencionales de alcantarillado sanitario	54

NORMA CO 10.7 - 602 - REVISION

NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICION DE EXCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS EN EL AREA RURAL

1. INTRODUCCION

1.1 Es importante que los diseños de sistemas de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos, se realicen dentro de un marco adecuado para la realidad de las poblaciones rurales ecuatorianas. En ese sentido, la presente norma considera la aplicación de tecnologías apropiadas y la participación activa de la comunidad en la planificación, construcción, operación, mantenimiento y administración de los sistemas.

1.2 Esta norma constituye una actualización de las disposiciones de diseño contenidas en la norma CO 10.07-602.

1.3 La presente norma es parte del Código Ecuatoriano de la Construcción.

2. OBJETIVO Y ALCANCE

2.1 El objetivo de esta norma es el de proporcionar un conjunto de especificaciones básicas adecuadas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en poblaciones rurales.

2.2 El alcance de esta norma es de carácter nacional. Todas las instituciones públicas o privadas, concejos municipales, concejos provinciales, empresas o juntas de agua potable y alcantarillado y otras instituciones que tengan a su cargo, o que contraten el diseño o fiscalización de proyectos de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos, deberán cumplir obligatoriamente las disposiciones de esta norma. Los proyectos que no cumplan estas disposiciones no podrán ser aprobados por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias ni por las instituciones que otorgan créditos para la construcción de obras sanitarias, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

PRIMERA PARTE

ETAPAS DE UN PROYECTO

1. OBJETO

1.1 Definir las etapas para la elaboración de estudios y diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos.

2. ALCANCE

2.1 Se especifica para cada una de las etapas las actividades que deben realizarse y la información que debe obtenerse y procesarse.

3. DEFINICIONES

3.1 Estudio Preliminar. Conjunto de actividades que permiten obtener la información básica para el planteamiento de alternativas viables en la concepción del proyecto, elaboración de estudios básicos y análisis de tales alternativas.

3.2 Proyecto Definitivo. Estudios y diseños que definen todos los componentes del sistema. Incluye: memoria técnica, presupuesto, especificaciones técnicas de construcción, programación para la construcción de las obras, y las

principales especificaciones para la operación y mantenimiento del sistema. Toda la documentación deberá estar de acuerdo con lo estipulado en los términos de referencia para la realización del estudio.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas o residuos líquidos en el área rural considerará dos etapas: Estudio Preliminar y Proyecto Definitivo.

4.2 El alcance de los estudios y actividades a realizarse en un determinado proyecto, se definirán con detalle en los respectivos términos de referencia para su ejecución, puesto que este alcance variará de acuerdo a las características y requerimientos particulares de cada caso.

5. DISPOSICIONES ESPECIFICAS

5.1 Alcance básico del estudio preliminar

5.1.1 Recopilación de información

5.1.1.1 Se obtendrá la información necesaria para caracterizar la localidad y el área del proyecto. La información a obtenerse consta en los formularios que para el efecto proporcionará el IEOS

5.1.2 Actividades y estudios complementarios

5.1.2.1 Se visitará la localidad y área del proyecto para obtener información adicional a través de las siguientes actividades:

a) Informar a la comunidad, el objetivo y alcance del proyecto y definir en conjunto las características técnicas básicas directamente relacionadas con el nivel del servicio, de manera que éste resulte apropiado para las condiciones sociales, culturales y económicas de los habitantes de la localidad.

b) Recuento poblacional y encuesta socio-económica. Se utilizarán los formularios preparados por el IEOS para el efecto.

c) Disponibilidad y precios de los principales materiales de construcción y mano de obra, en la propia localidad o en otra desde la cual se realizaría el abastecimiento durante la fase de construcción.

d) Estudio básico de los recursos hídricos que podrían servir como fuente de abastecimiento de agua o como receptor de las aguas residuales según el caso.

5.1.3 Planteamiento y análisis de alternativas

5.1.3.1 A base de la información obtenida, se plantearán las alternativas factibles y se realizarán los prediseños correspondientes. Mediante un análisis técnico, ambiental y económico se identificará la alternativa más apropiada.

5.2 Alcance general del proyecto definitivo

5.2.1 Se procederá a efectuar el proyecto definitivo, cuando la alternativa seleccionada cuente con la respectiva aprobación por parte de la fiscalización.

5.2.2 Actividades y estudios de campo

5.2.2.1 Se realizarán con el alcance requerido, los levantamientos topográficos, estudios de mecánica de suelos, geológicos, y otros que se necesiten para realizar un diseño técnico adecuado.

5.2.3 Actividades y estudios de gabinete

5.2.3.1 Se efectuarán los diseños hidráulicos, sanitarios, estructurales, electromecánicos, arquitectónicos y otros que se requieran para definir de manera clara y técnica todo el proyecto. Se prepararán por tanto, la memoria técnica, planos, y la documentación adicional pertinente que permita la correcta construcción del sistema diseñado.

SEGUNDA PARTE

PRESENTACION DE TRABAJOS

1. OBJETO

1.1 Proporcionar los lineamientos básicos para presentar la documentación de proyectos de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos.

2. ALCANCE

2.1 Se define el contenido y formato de los documentos a presentarse en cada una de las etapas.

3. DEFINICIONES

3.1 Informe preliminar. Documento técnico que reúne en forma ordenada todos los datos de campo, información de estudios preliminares y análisis de alternativas con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

3.2 Memoria técnica. Documento en el que constan los datos generales, parámetros de diseño, descripción detallada del sistema diseñado, análisis económico y tarifario. Son documentos anexos a la memoria técnica: el presupuesto de construcción, las recomendaciones para operación y mantenimiento del sistema, el conjunto de planos y demás documentos

que permitan la correcta implementación del proyecto.

El contenido de la memoria técnica deberá estar de acuerdo con lo estipulado en los términos de referencia para la elaboración del estudio.

3.3 Especificaciones técnicas de construcción. Documento en el que se detallan las características técnicas de materiales, equipos y herramientas, métodos constructivos, métodos de pruebas y unidades de medición de los diferentes rubros. Estas especificaciones constituyen parámetros referenciales para un adecuada fiscalización y estarán de acuerdo a los normativos nacionales (IEOS, INEN, etc.) o a normativos internacionales a falta de los primeros.

3.4 Memoria resumen. Documento que contiene los datos básicos del proyecto, con las principales conclusiones y recomendaciones. Su objetivo es facilitar el conocimiento y manejo del proyecto por parte del personal administrativo.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 De conformidad con las etapas de ejecución de un proyecto, a la culminación del Estudio Preliminar deberá presentarse el Informe Preliminar, y a la culminación del Proyecto definitivo, deberá presentarse la Memoria Técnica con sus documentos anexos, la Memoria Resumen y las Especificaciones Técnicas de Construcción.

5. DISPOSICIONES ESPECIFICAS

5.1 El contenido básico del informe preliminar, así como el contenido de la memoria técnica del proyecto definitivo debe ajustarse a lo estipulado en la Guía para la Elaboración de Términos de Referencia para la Contratación de Estudios Y Diseños de Sistemas de Abastecimiento de Agua y Disposición de Residuos Líquidos (Anexo No. 1).

5.2 Formatos de presentación de los documentos

5.2.1 La Memoria Técnica y sus documentos anexos, se presentará en papel blanco, tamaño INEN A4. Determinados cuadros o diagramas especiales incluidos en estos documentos, pueden elaborarse en otro tamaño pero deberán doblarse al tamaño A4.

5.2.2 Los planos se presentarán en papel calco tamaño INEN A1.

5.2.3 Las escalas a utilizarse en los dibujos son:

- a) Mapas topográficos y planos de las zonas que intervienen en el proyecto: 1:25000 y 1:10000
- b) Planos de las comunidades: 1:5000 y 1:2000
- c) Planos y proyectos en escala grande: 1:1000 y 1:500
- d) Planos arquitectónicos y estructurales: 1:100 y 1:50
- e) Detalles: 1:10 ; 1:5 ; 1:2 y 1:1

5.2.4 Para perfiles de escala vertical será 10 veces mayor que la escala horizontal.

5.2.5 Todas las leyendas de los planos estarán en idioma castellano y las dimensiones en unidades del sistema internacional (SI) de acuerdo a las normas INEN 1 y 2.

5.2.6 Los tamaños de las tarjetas se ceñirán a lo establecido por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

TERCERA PARTE

TRABAJOS TOPOGRAFICOS

1. OBJETO

1.1 Establecer las disposiciones básicas para que los trabajos topográficos proporcionen la información necesaria, con la exactitud adecuada para el diseño de un sistema de agua potable o de disposición de residuos líquidos.

2. ALCANCE

2.1 Se presentan especificaciones para la ejecución de levantamientos planimétricos, taquimétricos, y nivelaciones.

3. DEFINICIONES

3.1 **Levantamiento topográfico.** Toma de datos sobre la ubicación de puntos del terreno y de puntos de determinados obras, que son de interés para el proyecto. Esta información permite elaborar los planos de la topografía y detalles del área del proyecto, requeridos para el diseño.

3.2 **Poligonal.** Línea o conjunto de líneas rectas que sirven de base para un levantamiento topográfico. La poligonal puede ser cerrada o abierta.

3.3 Levantamiento planimétrico. Toma de datos sobre la ubicación en planta de los puntos de interés. Las distancias horizontales se miden a cinta y los ángulos horizontales con teodolito.

3.4 Levantamiento altimétrico o nivelación. Toma de datos sobre la altitud de los puntos de interés.

3.5 Levantamiento taquimétrico. Levantamiento topográfico realizado con teodolito y estadia para la medición de distancias, ángulos horizontales y ángulos verticales.

3.6 Levantamiento aerofotogramétrico. Levantamiento topográfico realizado mediante fotografías aéreas y su respectiva restitución en un plano.

3.7 Referencias topográficas. Puntos fijos del terreno que permiten formar un triángulo con un vértice de una poligonal, de modo que este último pueda ser reubicado en caso de haber sido removido del terreno.

3.8 Nivelación geométrica. Nivelación realizada por medio de un nivel de precisión.

3.9 Nivelación trigonométrica. Nivelación realizada por medio de un teodolito y estadia, a base de medir ángulos verticales y distancias inclinadas.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Para el diseño de sistemas de agua potable y de disposición de aguas residuales se realizarán levantamientos topográficos o aerofotogramétricos de la población y de las zonas en las que puedan localizarse las diferentes obras, tales como: captación, conducción, tratamiento, redes, almacenamiento, emisarios, etc.

4.2 Los levantamientos topográficos se realizarán utilizando poligonales principales y secundarias enlazadas entre sí.

4.3 Datos básicos de referencia

4.3.1 Coordenadas y orientación

4.3.1.1 El levantamiento topográfico será referido a los hitos del Instituto Geográfico Militar (IGM). En el caso de no existir tales hitos, se adoptarán coordenadas arbitrarias. La orientación de uno de los lados de la poligonal, se determinará con brújula.

4.3.2 Altitud

4.3.2.1 El levantamiento altimétrico deberá ser referido a los hitos del IGM. A falta de esa información, se podrá aceptar una altitud aproximada de la localidad, tomada de cartas topográficas o mediante un altímetro calibrado.

5. DISPOSICIONES ESPECIFICAS

5.1 Levantamientos aerofotogramétricos

5.1.1 Cuando el IEOS lo considere conveniente se podrá utilizar para el diseño planos obtenidos a base de restitución de fotografías aéreas o a base de un levantamiento aerofotogramétrico de la zona de interés para el proyecto, a la escala que sea conveniente y con curvas de nivel a intervalos adecuados.

5.2 Levantamientos topográficos

5.2.1 Antes de realizar el levantamiento topográfico se debe efectuar un reconocimiento del terreno y una investigación completa de los planos existentes.

5.2.2 Se tendrá en cuenta la localización exacta de todas las calles y carreteras, quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones, parques públicos, campos de deporte y todos aquellos accidentes naturales o artificiales que guarden relación con el problema por resolver o que influyan en los diseños.

5.2.3 Poligonales

5.2.3.1 Se determinarán polígonos que circunscriban parcial o totalmente el área presente y futura. Los polígonos deberán estar enlazados.

5.2.3.2 Se emplearán polígonos abiertos, generalmente, para levantamientos de líneas de conducción, líneas de emisarios y de descargas. En todo caso, estos polígonos, estarán enlazados a los polígonos cerrados que se emplearán en levantamientos de zonas de captación, plantas de tratamiento, población, estaciones de bombeo, etc.

5.2.4 Levantamientos topográficos para evaluación de sistemas existentes

5.2.4.1 Para el caso de instalaciones de agua potable, se identificarán los costados de las vías en los que se encuentran las tuberías, y su profundidad promedio.

5.2.4.2 Para el caso de instalaciones de alcantarillado se localizarán los pozos de revisión refiriéndose a las cuatro esquinas o a puntos de fácil reconocimiento y se medirá en el terreno la longitud y el diámetro de las tuberías que los unen. Este trabajo se completará con la medición de la profundidad de los pozos y las cotas de las tuberías que llegan y salen del pozo.

5.2.5 Tipo de calzada

5.2.5.1 Debe indicarse claramente la clase y el estado de las calzadas de cada una de las calles de la localidad y de las vías que interesen para el proyecto.

5.2.6 Levantamiento topográfico para la conducciones y emisarios

5.2.6.1 Con anterioridad al levantamiento de la conducción o del emisario deben investigarse exhaustivamente los planos existentes y efectuar un reconocimiento en el terreno de todas las posibles rutas alternativas.

5.2.6.2 Se tomarán solamente los principales detalles del eje de la línea de la conducción o emisario determinada directamente en el campo. No es necesario levantar una franja con curvas de nivel.

5.2.7 Levantamientos topográficos de sitios en los que se implantarán obras especiales

5.2.7.1 En el caso de cursos de agua seleccionados como fuente de abastecimiento, o como cuerpo receptor de las aguas residuales, se levantarán perfiles longitudinales y transversales aguas arriba y aguas abajo del sitio para la captación, de manera que se pueda definir las características del lecho con suficiente precisión. Además, se tomarán datos sobre los niveles del agua para diferentes épocas del año.

5.2.7.2 En los sitios seleccionados para implantar unidades de tratamiento, estación de bombeo, tanque de almacenamiento y otras obras de consideración, se hará el levantamiento de una zona cuya extensión esté de acuerdo con la magnitud de la

obra. Dicho levantamiento podrá ser realizado con perfiles transversales, a estadia o según indicación del IEOS.

5.2.8 Detalles topográficos

5.2.8.1 Se tomarán puntos de detalle en el terreno, de manera que se puedan obtener curvas de nivel que describan con suficiente exactitud la planimetría y altimetría del terreno en los sitios donde se construirán las obras.

5.2.8.2 La equidistancia o intervalo máximo entre curvas de nivel estará de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3.1

TABLA 3.1
INTERVALOS ENTRE CURVAS DE NIVEL

PENDIENTE MEDIA DEL TERRENO (%)	EQUIDISTANCIA (m)
< 2	0.5
2 al 5	1.0
5 al 10	2.0
10 al 20	2.5
> 20	5.0

5.2.9 Mojones y estacas

5.2.9.1 Antes de hacer los levantamientos, se colocarán como referencias, mojones de hormigón y estacas de madera en los vértices de los polígonos. Estos mojones y estacas tendrán su identificación correspondiente.

5.2.9.2 Los vértices de los polígonos, deben estar cuidadosamente referenciados a obras estables que se encuentren a su alrededor, de modo que, utilizando dos de estos puntos, el mojón forme un triángulo fácilmente reconstruible. Estos puntos de referencia deben pintarse de color amarillo, deben contener información descriptiva de su distancia respecto al vértice y la identificación del vértice referenciado.

5.2.9.3 En levantamientos fuera del área de la localidad se colocarán en estaciones consecutivas como mínimo tres mojones para ubicación de obras importantes: captaciones, desarenadores, tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento, etc.

5.2.9.4 En los levantamientos dentro de la localidad debe colocarse como mínimo un mojón para cada 5 Ha, pero en ningún caso el número de mojones será menor que tres, dos de los cuales serán consecutivos.

5.2.9.5 Los mojones penetrarán en el suelo una profundidad adecuada para garantizar su estabilidad, no pudiendo ser menor de 0.2 m.

5.2.9.6 En general, los mojones serán de hormigón, tendrán la forma de una pirámide truncada de 0.3 m de alto, 0.2 m de lado en la base inferior y 0.1 m de lado en la base superior, sobre la cual se inscribirá la identificación propia del mojón.

5.2.9.7 Las estacas serán de madera dura de 20 cm de largo.

5.3 Nivelaciones

5.3.1 Nivelación geométrica

5.3.1.1 Para proyectos de alcantarillado, se nivelarán cada 20 m los ejes las calles y terrenos en los que se prevé instalar las tuberías de la red y del emisario. También se tomarán niveles en puntos adicionales de importancia como intersección de ejes de calles, cambios de pendiente, desniveles, etc.

5.3.1.2 Se tomarán niveles de estructuras existentes y puntos especialmente importantes para el proyecto.

5.3.2 Nivelación trigonométrica

5.3.2.1 La nivelación trigonométrica se utilizará para determinar la cota de los vértices de los polígonos utilizados para los levantamientos topográficos, a menos que el IEOS emita expresamente otra disposición.

5.3.3 Mojones de nivelación

5.3.3.1 Se observarán las disposiciones relativas al momento de su ubicación, forma de referenciarlos y seguridad, dadas para los mojones a utilizarse en levantamientos topográficos.

5.4 Mediciones lineales y angulares

5.4.1 Mediciones lineales

5.4.1.1 Se medirá también con cinta el abscisado de los ejes en las calles y terrenos en los que se instalarán los colectores de la red y emisario en sistemas de alcantarillado.

5.4.2 Mediciones angulares

5.4.2.1 Los ángulos horizontales y verticales deben medirse con un teodolito bien corregido que permita lecturas de un minuto, como mínimo.

5.4.2.2 El ángulo horizontal se medirá tomando como origen la estación anterior y en el sentido horario.

5.5 Libretas y cálculos

5.5.1 Libretas de campo

5.5.1.1 Se presentará el original de las libretas de todos los trabajos de campo. Dichas libretas deben contener a más de los datos de campo, la siguiente información:

- a) Nombre y firma del responsable del levantamiento.
- b) Fecha del levantamiento.

c) Equipo utilizado: clase y número de teodolito, nivel, cinta, etc.

d) Croquis plani-altimétricos claros.

5.5.2 Cálculos

5.5.2.1 Deben presentarse en forma clara, sin enmiendas, incluyendo todos los elementos necesarios, llenando completamente las columnas de los formularios.

5.5.2.2 El cálculo de coordenadas se presentará en formularios debidamente aprobados por la fiscalización.

5.6 Límites de tolerancia

5.6.1 Cierre lineal

5.6.1.1 El error máximo admisible en el cierre lineal de las poligonales levantadas será del 1 por 1000 para levantamientos a estadia y 1 por 3000, para levantamientos de precisión.

5.6.2 Cierre angular

5.6.2.1 El error máximo admisible en el cierre angular de las poligonales será el siguiente:

a) Para levantamientos a estadia, $E = 1,5 N$

b) Para levantamientos de precisión, $E = N$

En donde:

E = error en minutos

N = número de vértices

5.6.3 Cierre altimétrico

5.6.3.1 El error máximo admisible en el cierre altimétrico, E, expresado en milímetros, será:

a) Para nivelación entre dos puntos, de ida y regreso, siguiendo el mismo o diferente camino:

$$E = \pm 10 K^{1/2}$$

En donde:

K = número de kilómetros recorridos de ida y regreso.

b) Para nivelación entre dos puntos de cotas conocidas, obtenidas por nivelaciones anteriores, se puede admitir un error E, expresado en milímetros.

$$E = \pm 20 K^{1/2}$$

En donde:

K = distancia en kilómetros entre los dos puntos.

c) Para nivelación entre dos puntos, por doble punto de cambio, con distancias medias de 100 m, se puede admitir un error E, expresado en milímetros,

$$E = \pm 15 K^{1/2}$$

En donde:

K = doble de la distancia recorrida, en km.

d) Para nivelaciones trigonométricas se puede admitir un error E, expresado en milímetros,

$$E = \pm 30 K^{1/2}$$

En donde:

K = distancia nivelada en kilómetros.