

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**Protocolo de Inspección de la Obra Electromecánica para Viviendas entre
80 m² y 200 m²**

Trabajo Final de Graduación

Que para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

Marianela Barboza Conejo

Director de Proyecto de Graduación:

Allan Rojas Ramírez

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

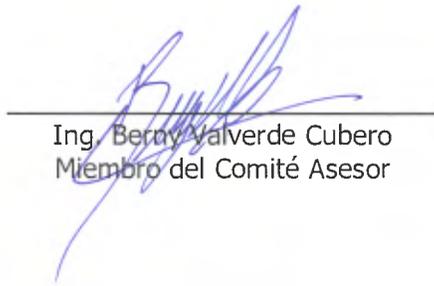
MIEMBROS DEL COMITÉ ASESOR Y SUSTENTANTE



Ing. Allan Rojas Ramírez
Director del trabajo



Ing. Rober Anglin Fonseca
Miembro del Comité Asesor



Ing. Benny Valverde Cubero
Miembro del Comité Asesor



Marianela Barboza Conejo
Sustentante

Derechos de propiedad intelectual

Fecha: 2021, octubre, 06

Yo, Marianela Barboza Conejo, cédula 1-1656-0580, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné B40829, manifiesto que soy autora del Proyecto Final de Graduación Protocolo de inspección de la obra electromecánica para viviendas entre $80 m^2$ y $200 m^2$, bajo la Dirección del Ingeniero Allan Rojas Ramírez, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); "no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales". Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

Dedicatoria

A mi madre Esther Conejo por su compañía ineludible, amor y apoyo incondicional durante toda mi vida. A mi padre Christopher Barboza por sus consejos, conocimientos, atenciones y ser mi referente profesional. Ambos son inspiración de que con esfuerzo y dedicación se pueden alcanzar las metas, artífices de mi crecimiento personal y profesional.

Agradecimientos

Al Ing. Allan Rojas Ramírez, al Ing. Robert Anglin Fonseca y al Ing. Berny Valverde Cubero por los conocimientos transmitidos, consejos y apoyo a lo largo del proceso académico y de este Trabajo Final de Graduación.

A Daniel Bonilla, artífice de motivación e inspiración para dar siempre un paso adelante en todo el proceso universitario, compañero incondicional y un hombro de apoyo en todo momento.

A todos mis compañeros de carrera, especialmente a Verónica Jiménez, Erick Ramírez y Jorge Vargas, con los cuales el sendero de estudio fue más ameno, gratificante y lleno de momentos inolvidables.

Contenido

1	Introducción	1
1.1	Justificación	1
1.1.1	El problema específico	1
1.2	Importancia	2
1.3	Antecedentes teóricos y prácticos del problema	2
1.4	Objetivos	4
1.4.1	Objetivo General	4
1.4.2	Objetivos Específicos	4
1.5	Delimitación del problema.....	4
1.5.1	Alcance	4
1.6	Limitaciones	5
1.7	Metodología	6
2	Marco Teórico.....	8
2.1	Marco Regulatorio.....	8
2.2	Conceptos.....	10
2.2.1	Sistema eléctrico	10
2.2.2	Sistema mecánico.....	11
2.3	Glosario de Abreviaciones	11
3	Normativa y legislación vigente.....	13
3.1	Sistema eléctrico.....	13
3.1.1	Acometida	13
3.1.2	Toma corrientes	22
3.1.3	Iluminación.....	25
3.1.4	Voz y Datos	28
3.2	Sistema mecánico.....	30

3.2.1	Agua potable	30
3.2.2	Aguas sanitarias	42
3.2.3	Aguas pluviales	64
4	Guía de interpretación de planos.....	67
4.1	Sistema eléctrico.....	67
4.2	Sistema mecánico	71
5	Protocolo de revisión del buen funcionamiento y conexión de servicios	74
5.1	Sistema eléctrico.....	74
5.2	Sistema mecánico	75
5.2.1	Agua potable	75
5.2.2	Aguas sanitarias.....	76
5.2.3	Aguas pluviales	76
6	Elaboración de la guía de inspección electromecánica	77
6.1	Elaboración de la guía	77
6.2	Validación de la guía en campo	78
7	Conclusiones.....	79
8	Recomendaciones	80
9	Bibliografía	81
	ANEXOS.....	83

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología del Trabajo Final de Graduación	7
Figura 2. Distancias mínimas entre conductores de distribución y edificios	13
Figura 3. Separaciones mínimas para conductores de acometida aérea con respecto al centro de calle pública.....	14
Figura 4. Separación de conductores de acometida de aberturas	15
Figura 5. Caso de instalación de medidor en caja sobre pared	16
Figura 6. Separaciones mínimas según el caso de conduleta	17
Figura 7. Columna con medio de desconexión y medidor empotrado.....	17
Figura 8. Medidor en el límite de la propiedad.....	18
Figura 9. Equipo de acometida subterránea con medidor ubicado hacia la calle de acceso público	19
Figura 10. Acometida subterránea con columna de concreto para medidor	20
Figura 11. Esquema de acometida subterránea.....	21
Figura 12. Partes de un tomacorriente	23
Figura 13. Distancia mínima horizontal para tomacorrientes	24
Figura 14. Altura de tomacorrientes sobre mesón de cocina	24
Figura 15. Tomacorriente externo.....	25
Figura 16. Distancias prohibidas para luminarias en baños	26
Figura 17. Kit de aislamiento simple para luminaria	27
Figura 18. Equipo de terminal CPE.....	29
Figura 19. Equipo de terminal ONT	29
Figura 20. Conector RJ45.....	30
Figura 21. Esquema de alimentación de agua potable en sistema directo.....	31
Figura 22. Distancia entre tubería de agua caliente y fría en un mismo ducto.....	32
Figura 23. Cámaras de aire	33
Figura 24. Distancia entre tuberías de agua potable y aguas residuales.....	34
Figura 25. Tanque elevado de almacenamiento de agua	35
Figura 26. Tanque subterráneo de almacenamiento de agua	36
Figura 27. Registro de tanque subterráneo	38
Figura 28. Esquema de sistema indirecto con bomba y tanque hidroneumático	39

Figura 29. Esquema de calentador de agua	41
Figura 30. Espacio libre mínimo para impedir una conexión cruzada.....	42
Figura 31. Espacio libre entre la boca del grifo y en nivel de reboso de la pieza sanitaria.....	42
Figura 32. Sello de agua de lavatorio	43
Figura 33. Inodoro con tanque.....	44
Figura 34. Inodoro con válvula semiautomática.....	45
Figura 35. Distancia máxima entre la tubería de ventilación y la salida del inodoro	45
Figura 36. Distancia entre el codo sanitario y el nivel del piso.....	46
Figura 37. Requisitos para las duchas	47
Figura 38. Dimensiones mínimas para la instalación de piezas sanitarias.....	48
Figura 39. Zanja para tubería sanitaria.....	50
Figura 40. Distancias mínimas desde el colector de aguas residuales.....	51
Figura 41. Bocas de limpieza.....	52
Figura 42. Vista superior de caja de registro domiciliario con sifón.....	53
Figura 43. Sección A-A de caja de registro domiciliario con sifón	54
Figura 44. Sección B-B de caja de registro domiciliario con sifón	54
Figura 45. Trampa de grasa	56
Figura 46. Ejemplo de tanque séptico	57
Figura 47. Conexión de la tubería principal de ventilación con el bajante de aguas residuales	59
Figura 48. Conexión del extremo superior al bajante de aguas residuales	60
Figura 49. Conexión de varias tuberías de ventilación a colector	60
Figura 50. Sistema de ventilación individual.....	61
Figura 51. Ventilación del bajante de aguas residuales.....	62
Figura 52. Sistema de ventilación de bajante único	63
Figura 53. Sello de agua de ventilación de bajante único	63
Figura 54. Inodoros con sistema de bajante único.....	64
Figura 55. Sistemas de bajante único para pilas, tinas, duchas y fregaderos	64
Figura 56. Esquema de pozo de bombeo	66
Figura 57. Simbología eléctrica parte 1.....	67
Figura 58. Simbología eléctrica parte 2.....	68
Figura 59. Ejemplo de diagrama unifilar	69

Figura 60. Ejemplo de tablero en planos	70
Figura 61. Ejemplo de tabla resumen del proyecto	70
Figura 62. Primera parte de símbolos gráficos de instalaciones sanitarias	71
Figura 63. Segunda parte de símbolos gráficos de instalaciones sanitarias	72
Figura 64. Tercera parte símbolos gráficos de instalaciones sanitarias	73
Figura 65. Ejemplo de la lista de verificación del sistema eléctrico del elemento de acometida	77

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Distancia mínima entre el tapón de la boca de limpieza y elemento que obstaculiza
..... 52

Barboza Conejo, Marianela

Protocolo de inspección de la obra electromecánica para viviendas entre 80 m^2 y 200 m^2

Proyecto de Graduación – Ingeniería Civil – San José. C.R.:

M. Barboza C., 2021

x, 77[49]h; ils. col. – 15 refs

RESUMEN

El presente proyecto busca brindarle, a los y las profesionales en Ingeniería Civil y otras ramas afines, las herramientas y conocimientos necesarios para realizar una adecuada inspección del sistema electromecánico de viviendas unifamiliares entre 80 m^2 y 200 m^2 . Pese a que, de acuerdo con la legislación vigente, los Ingenieros Civiles no están facultados para firmar planos del sistema eléctrico para viviendas dentro del límite de áreas mencionadas, este protocolo pretende ser un instrumento para prevenir y detectar contratiempos que se puedan presentar en la obra civil que aumenten el costo y plazo de la misma.

La metodología consistió en su primera etapa en la recopilación de información sobre normas y leyes vigentes aplicables al objeto de estudio. Una vez recopilada dicha información, el siguiente paso fue procesarla para elaborar el protocolo de inspección de la obra electromecánica para viviendas unifamiliares entre 80 m^2 y 200 m^2 . En dicho protocolo se establecieron todos los aspectos que deben cumplir las mismas de acuerdo a la documentación legal vigente. Igualmente, se elaboró el protocolo para la revisión del buen funcionamiento tanto del sistema eléctrico como el mecánico y se realizó una guía de interpretación de planos ya que una clara comprensión de los mismos es clave para una adecuada inspección. Seguidamente, basada en lo recopilado, se crearon las siete listas de verificación correspondientes a ambos sistemas. Dichas listas se validaron en campo para evaluar su comprensión y aplicabilidad y se mejoraron de acuerdo a los resultados obtenidos.

SISTEMA ELECTROMECAÁNICO; INSPECCIÓN; VIVIENDAS; LISTAS DE VERIFICACIÓN.

Director

Ing. Allan Rojas Ramírez.

Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

1 Introducción

1.1 Justificación

1.1.1 El problema específico

La inspección de una obra consiste en verificar que esta cumpla con las normas de trabajo, los planos de construcción, las especificaciones técnicas, la legislación y normativa correspondiente y en general se apegue a las buenas prácticas de la ingeniería. Este proceso se realiza tanto al inicio de la obra, como a lo largo de su ejecución y una vez finalizada esta. La misma tiene como objetivo alcanzar la calidad deseada de la obra y que esta pueda satisfacer las necesidades por las que fue creada.

En la actualidad, el sistema eléctrico y el mecánico son elementos muy importantes en las viviendas debido a que los mismos presentan un nivel de complejidad considerable y deben cumplir con varios códigos y normativas vigentes. Cualquier fallo que se presente en estos va a afectar el funcionamiento normal de la obra. Por lo anterior es relevante la verificación de una correcta instalación y funcionamiento de los mismos. Para poder realizar una adecuada inspección de los mismos, se deben tener los conocimientos necesarios. De acuerdo con el Artículo 9 del Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos, los y las profesionales en Ingeniería Civil no pueden registrar proyectos eléctricos clasificados como vivienda unifamiliar con un área de construcción mayor a 80 m^2 y con una carga mayor a 18,5 kVA. Sin embargo, aunque para obras mayores no será el responsable de estas áreas, el que un Ingeniero o Ingeniera Civil tenga los conocimientos suficientes para poder realizar una inspección adecuada de esta área podría prevenir errores que atrasen la obra e incrementen su costo.

Debido a lo anterior surge la necesidad de contar con un protocolo de inspección del sistema electromecánico en viviendas entre 80 m^2 y 200 m^2 que brinde las herramientas y conocimientos necesarios para poder realizar dicho proceso de una forma correcta. El límite de área se definió debido a que la mayoría de casas de clase media y media alta se encuentran en el rango de áreas mencionado, las viviendas de tamaños mayores suelen ser de clase alta y por ende contar con sistemas electromecánicos más sofisticados que se salen del alcance del proyecto.

1.2 Importancia

Las fallas en el sistema eléctrico pueden tener consecuencias fatales que pueden llevar a la pérdida de vidas humanas. De acuerdo con el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica en el documento Análisis e Investigación de Incendios Enero – Diciembre de 2018, de 101 incendios accidentales investigados al 31 de diciembre del 2018, 38 de ellos tuvieron como causa raíz fallos del sistema eléctrico lo que significa un 38% de los mismos.

Por otra parte, el sistema mecánico es aquel que se encarga de proveer agua potable y también de su disposición, junto con las aguas pluviales y las aguas sanitarias, de forma segura y controlada. Cualquier falla en este sistema podría tener consecuencias económicas importantes para el propietario de la vivienda e inclusive podría afectar la salud de las personas que habitan en ella. Cuando no se hace una disposición adecuada de las aguas residuales, se genera contaminación en el ambiente.

1.3 Antecedentes teóricos y prácticos del problema

Monge (2015) realizó una "Guía de diseño e inspección del sistema electromecánico en viviendas de hasta 80 m^2 " la cual abarca el diseño de la red interna de agua potable, aguas servidas y agua pluvial. Este trabajo está enfocado en el diseño de dichos sistemas y como complemento aporta una lista de verificación para la inspección. Cabe mencionar que este proyecto no tiene como parte de su alcance la revisión del buen funcionamiento del sistema eléctrico ni el mecánico. El trabajo mencionado se basa en las normativas y legislación vigentes para ese año, de las cuales algunas de ellas en la actualidad presentan modificaciones.

Monge también menciona varios trabajos finales de graduación que utilizó como parte de los antecedentes que también fueron utilizados para la elaboración del presente protocolo de inspección. Sobre los antecedentes mencionados Monge concluye lo que se mencionará seguidamente.

En el año 2009, Wilberth Suárez Jiménez elaboró el trabajo de "Plan genérico de inspección para ingenieros civiles en instalaciones electromecánicas de edificaciones" el cual se fundamenta en reglamentos y técnicas constructivas vigentes para ese año. El proyecto mencionado se enfocó en sistemas electromecánicos para obras industriales, hoteles, centros comerciales, oficinas, multi-residenciales, locales comerciales, instituciones y residenciales. Su contenido se resume en una compilación de información sobre los componentes de los sistemas

electromecánicos y la lista de verificación correspondiente para las edificaciones mencionadas previamente (Monge Delgado, 2015). Dicho trabajo mencionado difiere del presente trabajo debido a que la normativa y legislación vigente para el año en que se realizó el trabajo de Suárez no es la misma ya que se han realizado actualizaciones.

Heissel García Navarrete en el año 2010 realizó el proyecto de "Guía de instalación de sistemas electromecánicos aplicada a obras civiles residenciales" el cual tenía como propósito establecer los lineamientos básicos para garantizar la calidad de la instalación eléctrica, mecánica, aire acondicionado, cableado estructurado, alarmas de incendio y red telefónica. Como este trabajo se enfoca en la información técnica que corresponde a la instalación electromecánica, también presenta una lista de verificación de aspectos técnicos de este sistema. (Monge Delgado, 2015)

También está el trabajo sobre la elaboración del manual para la construcción de viviendas en mampostería en Costa Rica realizado por Omar Arias Solorzano en el año 2010 el cual en una sección del proyecto presenta generalidades básicas acerca de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Para el tema de instalaciones sanitarias en este trabajo se presenta información de las reglamentaciones mínimas de acuerdo con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones vigente para el momento en el que se elaboró el proyecto. Por lo anterior, se puede decir que, pese a que se menciona de manera general aspectos del sistema electromecánico, este no es el foco principal del trabajo. (Monge Delgado, 2015)

Como parte de los antecedentes también se puede mencionar el trabajo final de graduación de Andrea Masís Calvo elaborado en el año 2013 cuyo título es "Guía de inspección para ingenieros civiles en instalaciones mecánicas y detalles arquitectónicos, enfocado a viviendas y edificaciones livianas". Dicho trabajo presenta los principales lineamientos para sistemas mecánicos de viviendas de acuerdo con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones cuyo propósito se enfoca en la inspección del sistema mencionado. (Monge Delgado, 2015)

Es importante mencionar que también existen antecedentes normativos, códigos y legislaciones que se tomaron como base para la elaboración del presente trabajo como lo son el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, la Norma técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento, de Agua Potable, de Saneamiento y

Pluvial, el NFPA 70 Código Eléctrico de Nacional, el Manual de Redes de Distribución Eléctrica Subterránea, el extracto del MITE, el Reglamento de construcciones, y la Norma Técnica de Instalación y Equipamiento de Acometidas Eléctricas AR-NT-SUINAC. Los indicados anteriormente se ampliarán en la sección de Marco Teórico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Crear un protocolo para la inspección de la obra electromecánica de viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 para Ingenieros Civiles, de acuerdo con la legislación y normativa nacional vigente.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Compilación de la normativa y legislación vigente en Costa Rica relacionada con la inspección de sistemas electromecánicos para viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 .
- Elaboración de una guía de interpretación de los planos del sistema eléctrico y el sistema mecánico para viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 .
- Elaborar un protocolo de pruebas para revisión del buen funcionamiento tanto del sistema eléctrico como el mecánico para viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 .
- Elaboración de la guía de inspección compuesto de una serie de listas de verificación del sistema electromecánico de viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 .
- Validar la guía de inspección de la obra electromecánica de viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 .

1.5 Delimitación del problema

1.5.1 Alcance

El proyecto consistió en la creación de un manual de inspección del sistema electromecánico para viviendas entre 80 m^2 y 200 m^2 , dirigido principalmente para Ingenieros Civiles o profesionales responsables de la inspección técnica. Específicamente, será una guía para la inspección del sistema eléctrico de las casas dentro de las áreas mencionadas, así como del sistema de agua potable, aguas residuales y aguas pluviales. Las casas que para las que se creó la guía tienen un límite de dos niveles. Este protocolo fue diseñado para ser aplicado únicamente en la construcción de viviendas unifamiliares.

El trabajo que se elaboró se basó en la documentación legal, normativa y códigos vigentes a la fecha de su elaboración en Costa Rica. Sin embargo, no forma parte del alcance el análisis de la idoneidad de estas.

En el presente trabajo se elaboró una serie de listas de verificación para la inspección de la obra electromecánica de viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 . También incluyó una guía de interpretación de planos con el propósito de que mediante una clara comprensión de los mismos se facilite la realización de una inspección adecuada del cumplimiento de los mismos. El trabajo realizado cuenta con un protocolo de revisión del sistema electromecánico para obtener la conexión de los servicios brindados por las instituciones correspondientes.

1.6 Limitaciones

Como parte de las limitaciones presentadas se encuentra la dificultad de obtener permisos en obras de construcción que cumplan con las condiciones para las que fue creada la guía de inspección. Lo anterior debido a que a raíz de la pandemia del COVID-19 se tienen que aplicar protocolos de salud que restringen el acceso a este tipo de obras. Debido a esto, la validación de la guía solo se realizó en una obra de vivienda cuando lo ideal hubiera sido validarla en varias.

Otra limitación presentada para la elaboración del presente trabajo fue la dificultad para acceder a normativa y legislación sobre el sistema de voz y datos. Lo anterior debido a que solo se logró acceder a un extracto del MITE del ICE. De acuerdo a lo conversado con profesionales en Ingeniería Eléctrica, la información sobre dicho sistema se encuentra principalmente en documentos institucionales clasificados y normativas estadounidenses con altos costos.

1.7 Metodología

Etapas de compilación de información

En esta etapa se recopiló toda la información sobre normativa, códigos y legislación nacional vigente que aplica para el proceso de inspección del sistema electromecánico en viviendas entre 80 m^2 y 200 m^2 . De igual forma se consultó información bibliográfica disponible sobre el sistema eléctrico y el mecánico. También se realizaron entrevistas a profesionales con experiencia en las áreas correspondientes para tener no solo conocimientos teóricos sino también complementar con aspectos prácticos. Toda la información obtenida fue procesada para cada sistema y cada subdivisión de los mismos.

Etapas de elaboración de la guía

Una vez estudiados todos los aspectos técnicos y legales correspondientes a la inspección del sistema electromecánico, se procedió con la elaboración de la guía del proceso de inspección electromecánica para viviendas entre 80 m^2 y 200 m^2 . Se contó con el apoyo de dos profesionales en Ingeniería Eléctrica para consultas y entrevistas sobre la parte eléctrica del proyecto. Cuando la guía se finalizó, se procedió a realizar la validación de la misma, en la cual se evaluó qué tan amigable es el uso de esta y si se requerían correcciones o no. El proceso de validación consistió en la utilización de la lista de verificación en la construcción de una vivienda con las características para las que fue realizada la lista mencionada. De igual manera, como parte de esta, se le entregó la lista de verificación a un profesional en Ingeniería Civil para que el mismo la utilizara e indicara si le parecía adecuada o si requería correcciones.

Etapas finales

Cuando la guía de inspección se validó, se procede a trabajar en la etapa final la cual está compuesta por las conclusiones y recomendaciones del trabajo. Seguidamente se preparó y se presentó el informe final del trabajo final de graduación y se realizó la defensa pública del mismo. Todas las etapas de metodología mencionadas se pueden apreciar en la Figura 1.

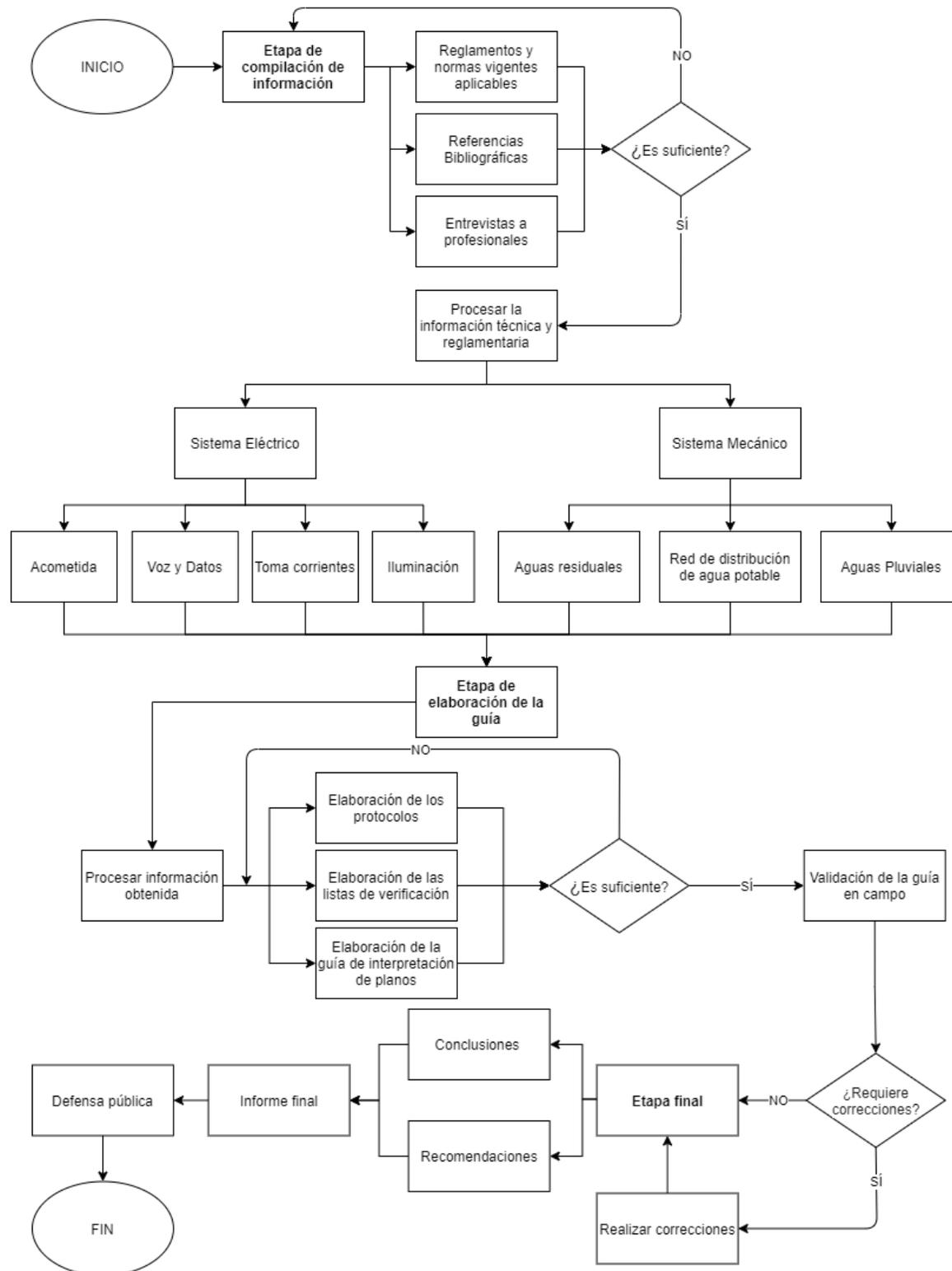


Figura 1. Metodología del Trabajo Final de Graduación
Fuente: Elaboración propia, 2021

2 Marco Teórico

Para realizar el proceso de inspección de la forma correcta, el profesional a cargo debe tener los conocimientos técnicos necesarios de las normas y especificaciones correspondientes para verificar la buena ejecución y la calidad del proyecto. Por lo anterior, a continuación, se expondrá un marco regulatorio correspondiente y definiciones y conceptos que se consideran necesarios.

2.1 Marco Regulatorio

El manual de inspección electromecánica que se elaboró tiene como base la normativa vigente de Costa Rica por lo que a continuación se mencionará el marco regulatorio aplicable. Las normas que se estudiaron correspondientes al sistema mecánico son las siguientes:

- La Norma técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento, de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial del 2017
- El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del 2017

La Norma técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento, de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial establece la reglamentación técnica que rige el diseño, construcción, operación, mantenimiento y control del sistema mecánico a nivel nacional. Lo determinado en esta ley es de acatamiento obligatorio para la aprobación de planos constructivos para los sistemas de abastecimiento de agua potable y de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales y sistemas pluviales, independientemente de si la obra a construir es privada o pública.

Otra norma que se consideró en la elaboración de esta guía es el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones en el cual "se reconoce que la existencia de un abastecimiento seguro y suficiente de agua potable, así como el pronto y eficiente tratamiento de los desechos humanos y domésticos, son elementos esenciales en la sanidad humana" (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, 2017). En el mismo, se presentan los requisitos mínimos para resguardar la salud pública y el bienestar general en las edificaciones cuyo uso será ocupación o habitación humana. El código abarca las instalaciones sanitarias e hidráulicas de agua potable, desagüe de aguas residuales, drenaje de aguas pluviales.

En lo que respecta al sistema eléctrico de viviendas las normas utilizadas como base para la elaboración del protocolo de inspección correspondiente a este sistema son las siguientes:

- Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad del año 2014
- Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos del 2020
- Supervisión de la Instalación y Equipamiento de Acometidas Eléctricas AR-NT-SUINAC del año 2015 publicada en La Gaceta
- Extracto del documento normativo GT-MAN-005-2014 Manual Interno de Telecomunicaciones para Desarrollos Multifuncionales del año 2014 publicado por la Dirección de Planificación de Telecomunicaciones del Instituto Costarricense de Electricidad.
- Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 13.8; 24.9 y 34.5 kV del año 2015 publicado por la Comisión de Distribución Eléctrica del Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales.

El Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad tiene como propósito salvaguardar a las personas y los bienes de situaciones como una inadecuada instalación eléctrica que pueden tener consecuencias fatales como los incendios. En el mismo se abarca la instalación de conductores, equipos, canalizaciones eléctricas; conductores, equipos y canalizaciones de comunicación y señalización, cables y canalizaciones de fibra óptica para varios usos. (La Gaceta, 2011). El código anterior se complementa con el Código Eléctrico de la National Fire Protection Association llamado el National Electric Code 70 en el que se presentan una serie de buenas prácticas en las instalaciones eléctricas y mantenimiento.

Los requerimientos que deberán cumplir los profesionales para presentar los planos de los sistemas eléctricos en edificaciones, ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, se encuentran en el Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos. Este reglamento es de acatamiento obligatorio para todos los profesionales en ingeniería que pretendan diseñar, renovar, instalar, adicionar, modificar, aprobar, verificar y revisar sistemas eléctricos en edificaciones. (Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, 2012)

En el caso del sistema eléctrico también es importante tomar en cuenta la norma Supervisión de la Instalación y Equipamiento de Acometidas Eléctricas AR-NT-SUINAC del

2015, la cual menciona las condiciones técnicas de las acometidas eléctricas que deben verificar las empresas distribuidoras de energía eléctrica previo a que brinden el servicio.

2.2 Conceptos

2.2.1 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico de una vivienda inicia en la acometida, la cual es el medio que conecta la red de distribución eléctrica con la vivienda y se extiende desde el punto de conexión del tendido eléctrico hasta el tablero de distribución. La acometida puede ser aérea o subterránea. La diferencia entre la acometida aérea y la subterránea es que, como sus nombres lo indican, en la primera los conductores son aéreos con el soporte correspondiente y en la segunda los conductores son subterráneos entre la red de distribución y el medidor.

Ambos tipos de acometidas, para el caso de viviendas individuales, están compuestas por 4 conductores de los cuales dos son líneas vivas de fase, uno es el conductor a tierra y el otro es neutro. También están compuestas de elementos como conductores, sistema de puesta a tierra, canalizaciones, conduleta, medidor, poste y otros accesorios. Uno de los aspectos más importantes de las acometidas es que los conductores deben ser capaces de soportar las condiciones ambientales a las que se encuentran expuestos.

El siguiente elemento después de la acometida es el medidor el cual tiene como función registrar el consumo de energía eléctrica de una vivienda. Seguido del medidor se encuentra el interruptor principal el cual consiste en fusibles cuyo propósito es prevenir posibles cortos circuitos que se puedan presentar y de esta forma proteger el sistema eléctrico de la vivienda. Normalmente ambos elementos se ubican en la fachada de las viviendas para que cuenten con un acceso fácil y permanente. Es importante que dichos elementos también estén protegidos de las condiciones ambientales que puedan afectar su funcionamiento.

Del interruptor principal salen los conductores que van hasta el tablero de distribución. A dichos conductores se les conoce con el nombre de alimentadores y podrán ser aéreos o subterráneos, pero en ambos casos deberán estar aislados y viajarán mediante canalizaciones. Finalmente, el tablero de distribución es el elemento que distribuye la energía eléctrica proveniente de los alimentadores, hacia los respectivos puntos de consumo mediante circuitos ramales.

2.2.2 Sistema mecánico

En cuanto al sistema mecánico, el mismo se subdivide en sistema de distribución de agua potable, sistema de disposición de aguas residuales y el sistema de disposición de aguas pluviales. La operación de estos sistemas afecta directamente la funcionalidad de la vivienda.

Dentro de los componentes principales de este sistema para el caso de las viviendas se encuentran las tuberías, válvulas, accesorios y piezas. Las tuberías pueden ser de diferentes diámetros de los cuales, se llama diámetro nominal a los conocidos de manera comercial por un número cerrado, mientras que el diámetro interno y el externo de una tubería variarán en decimales de dicho diámetro nominal según el fabricante. Otra característica correspondiente a las tuberías es el SDR el cual es la relación entre el diámetro nominal y el espesor de la tubería. Entre mayor sea el valor del SDR, el espesor de pared permitido disminuye y por ende también disminuye la presión de trabajo que es capaz de soportar la tubería.

Con relación a las válvulas, las mismas tienen tres funciones principales que consisten en permitir el paso del flujo, detener dicho paso y controlar el flujo. Los tipos de válvulas se dividen en válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvula check o de retención, válvula de esfera, válvula de mariposa, válvula de expulsión de aire, entre otras. La utilización de las válvulas mencionadas dependerá de la necesidad que se deba satisfacer.

Otro elemento que complementa al sistema de aguas residuales son los accesorios dentro de los cuales se encuentran las piezas de unión de tuberías, las cajas de registro, trampas de grasa, sifones, bocas de limpieza y tanques sépticos cuando se requiera. Para el caso del sistema de aguas pluviales los accesorios consisten en bajantes, cajas de registro pluvial y canoas. Todos los accesorios mencionados cumplen funciones específicas que contribuyen con el adecuado funcionamiento del sistema mecánico total.

2.3 Glosario de Abreviaciones

En esta sección se presenta una serie de abreviaciones que se utilizarán a lo largo del presente trabajo.

- CIHSE: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del 2017
- AR-NT-SUINAC: Supervisión de la Instalación y Equipamiento de Acometidas Eléctricas
- MITE: Manual Interno de Telecomunicaciones para Desarrollos Multifuncionales

- Pa: Pascales
- VAC: voltios de corriente alterna
- V: voltios
- m: metros
- mm: milímetros
- A: amperios
- SDR: Standard Dimension Ratio que es la relación entre el diámetro nominal y el espesor de la tubería.
- PVC: Policloruro de Vinilo.
- ICE: Instituto Costarricense de Electricidad
- AWG: American Wire Gauge el cual es un índice de clasificación que establece el diámetro, la medida y la resistencia de los cables eléctricos.
- kVA: kilovoltiamperios

3 Normativa y legislación vigente

Este capítulo contiene los requisitos y condiciones establecidos en la normativa y legislación vigente a la fecha para los respectivos sistemas. Estos son los que comprenden los conocimientos que se requieren para la inspección adecuada de viviendas.

3.1 Sistema eléctrico

A continuación, se presenta la normativa y legislación correspondiente al sistema eléctrico y cada uno de los elementos abarcados dentro del alcance del presente trabajo.

3.1.1 Acometida

La norma Supervisión de la Instalación y Equipamiento de Acometidas Eléctricas AR-NT-SUINAC del año 2015 establece las condiciones técnicas de las acometidas eléctricas que se deben cumplir en las obras civiles. Una condición importante mencionada es el calibre de los conductores ya que debe contar con la ampacidad suficiente para transportar la carga establecida en el diseño, por lo que se debe verificar que el utilizado sea el establecido en planos. De acuerdo con el Código Eléctrico Nacional NFPA 70 del 2014, el calibre mínimo para el caso de los conductores de cobre es 8 AWG y para el caso de los conductores de aluminio o aluminio revestido de cobre es de 6 AWG. Otro aspecto mencionado en la norma AR-NT-SUINAC son las distancias mínimas entre las redes aéreas y las edificaciones como se observa en la Figura 2, para la que la distancia H y la V deberán medir 0.9 metros.

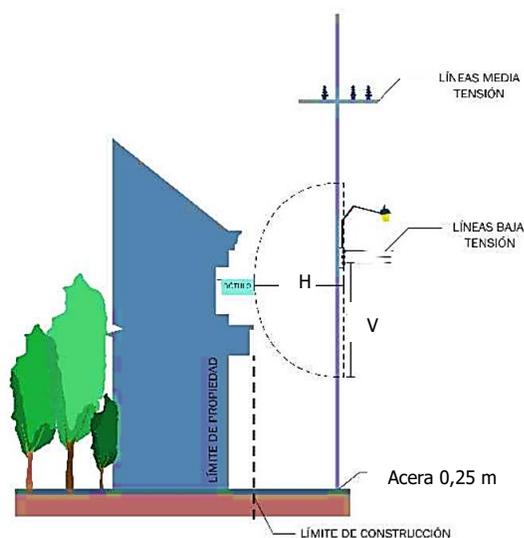


Figura 2. Distancias mínimas entre conductores de distribución y edificios
Fuente: ARESEP, 2015

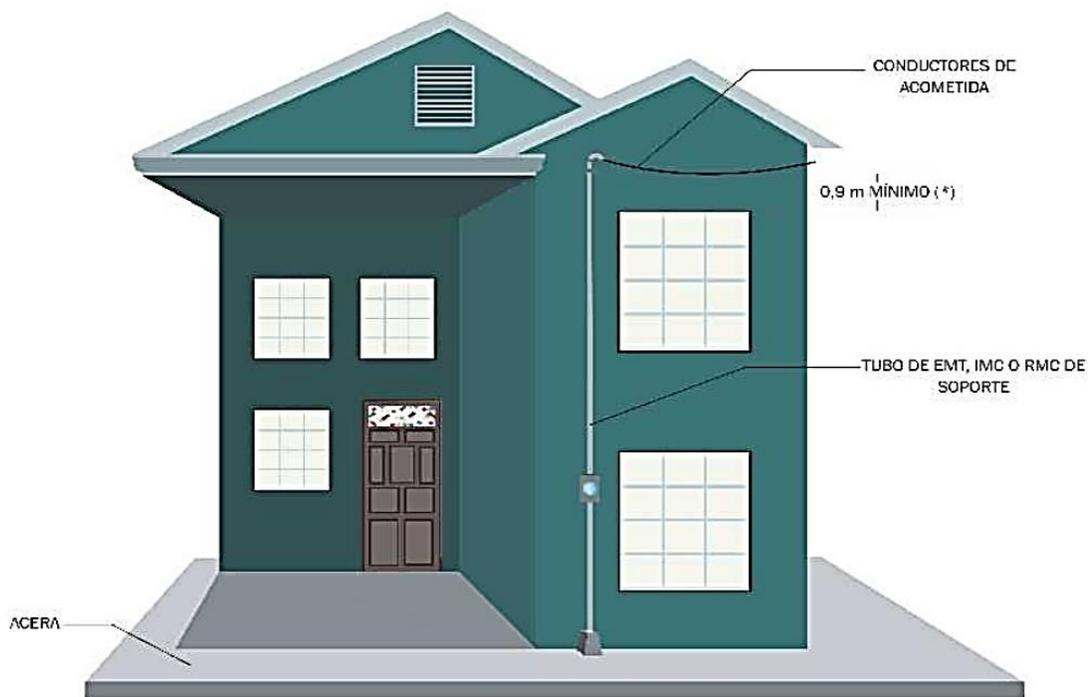
3.1.1.1 Acometida aérea de baja tensión

De acuerdo con la norma AR-NT-SUINAC, para el caso de las acometidas aéreas de baja tensión como lo son las utilizadas para las viviendas, se debe cumplir con separaciones verticales desde tres diferentes puntos a los conductores y con unas condiciones de longitud de los mismos. El primer caso es la separación vertical de los conductores al techo dependiendo de la tensión de alimentación y la pendiente del techo. También se establece la separación vertical que deben tener los conductores de la acometida con respecto al suelo o superficie terminada, la cual cuando la tensión sea menor a 600 V dependerá de si está sobre vía pública como se observa en la Figura 3, en áreas residenciales o comerciales sin tránsito de camiones. La tercera separación que es importante revisar es la separación de los conductores con respecto a aberturas de edificios como ventanas que abren, puertas, balcones, entre otros; la cual debe ser no menor de 0,9 metros como se puede apreciar en la Figura 4. En el caso de la longitud de conductores de acometida sobre el techo, la misma no podrá exceder 1,2 metros desde el borde del techo a la ubicación de la canalización con la conduleta de la acometida.



Figura 3. Separaciones mínimas para conductores de acometida aérea con respecto al centro de calle pública

Fuente: ARESEP, 2015



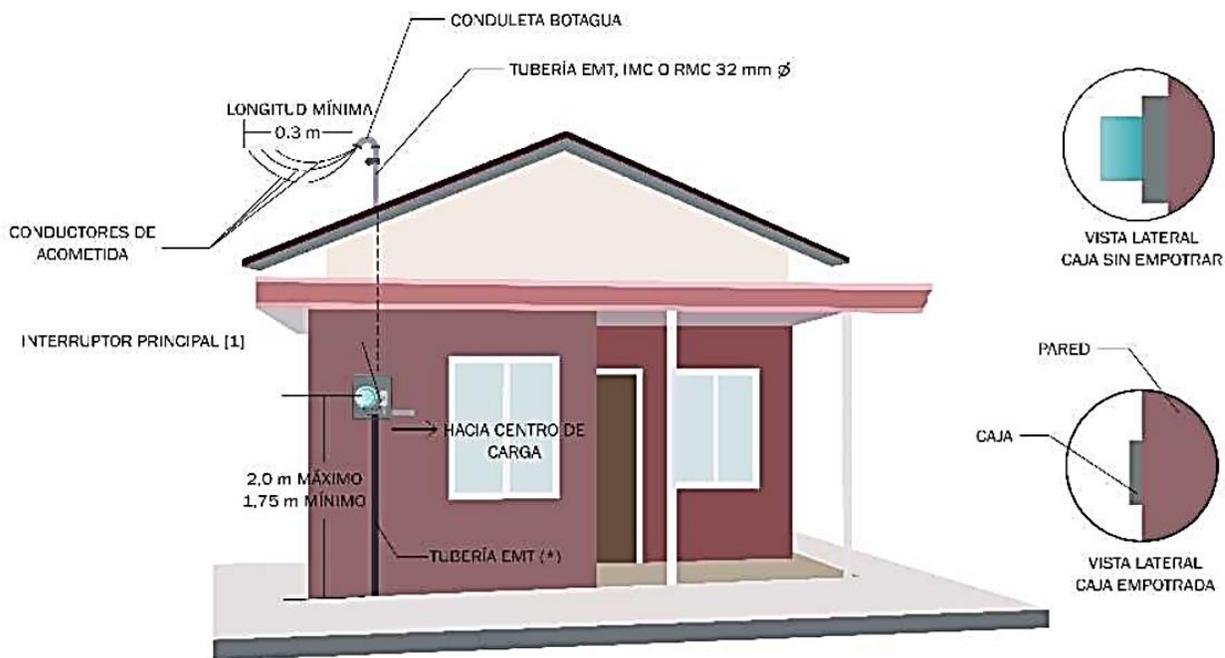
(*) DISTANCIA MEDIDA ENTRE EL PUNTO MÁS BAJO DE LOS CONDUCTORES DE LA ACOMETIDA Y EL MARCO SUPERIOR DE LA VENTANA

Figura 4. Separación de conductores de acometida de aberturas

Fuente: ARESEP, 2015

Un aspecto técnico importante indicado en el Código Eléctrico Nacional es que los conductores no puestos a tierra deben contar con un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Dicho dispositivo debe ser parte integral del medio de desconexión de la acometida o deberá estar ubicado al lado del mismo.

De acuerdo con la norma AR-NT-SUINAC, otro de los requisitos que debe cumplir este elemento del sistema eléctrico es que debe contar con una conduleta la cual es muy importante ya que protege la canalización de los conductores de la entrada de agua y de la humedad. Además, también se indica que los conductores deben tener un sobrante de longitud (también llamados colas) desde la conduleta a la entrada de la acometida de 0,3 metros como se puede apreciar en la Figura 5.



[1] PARA SU DISEÑO E INSTALACIÓN RIGE LO ESPECIFICADO EN EL CÓDIGO ELÉCTRICO

(*) NOTA: CONDICIÓN DE TUBERÍA EXPUESTA

Figura 5. Caso de instalación de medidor en caja sobre pared
Fuente: ARESEP, 2015

Otro aspecto establecido es que el material de las canalizaciones expuestas entre la conduleta y el medidor debe ser el adecuado y permitido por el Código Eléctrico de Costa Rica como por ejemplo tubo eléctrico metálico (EMT), tubo metálico intermedio (IMC), tubo metálico rígido (RMC), entre otros. También se debe verificar que, si el medidor y el medio de desconexión se instalan en una pared lateral, deben estar protegidos contra la intemperie. En cuanto a las distancias que se deben cumplir con relación a la conduleta de la acometida se puede observar en la Figura 6 las establecidas por la norma. Los casos B, C y E observados en dicha figura aplican cuando se requiere la fijación de los conductores de la acometida al edificio u otra estructura.

El documento de Figuras Ilustrativas para la Instalación de un Servicio Eléctrico Residencial y Comercial publicado por el ICE se basa en la norma AR-NT-SUINAC. En dicho documento se muestran las condiciones que se deben cumplir para el caso en el que la vivienda cuente con una columna en la que se instalan el medio de desconexión y el medidor correspondiente. Lo anterior se puede observar en la Figura 7.

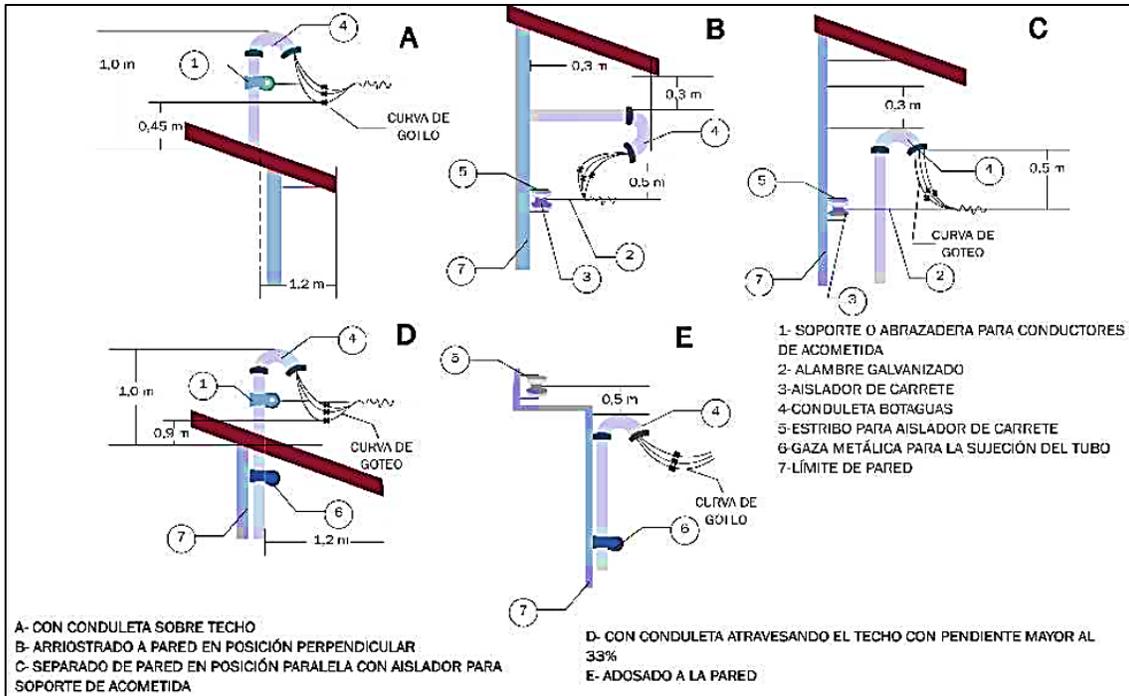


Figura 6. Separaciones mínimas según el caso de conduleta
 Fuente: ARESEP, 2015

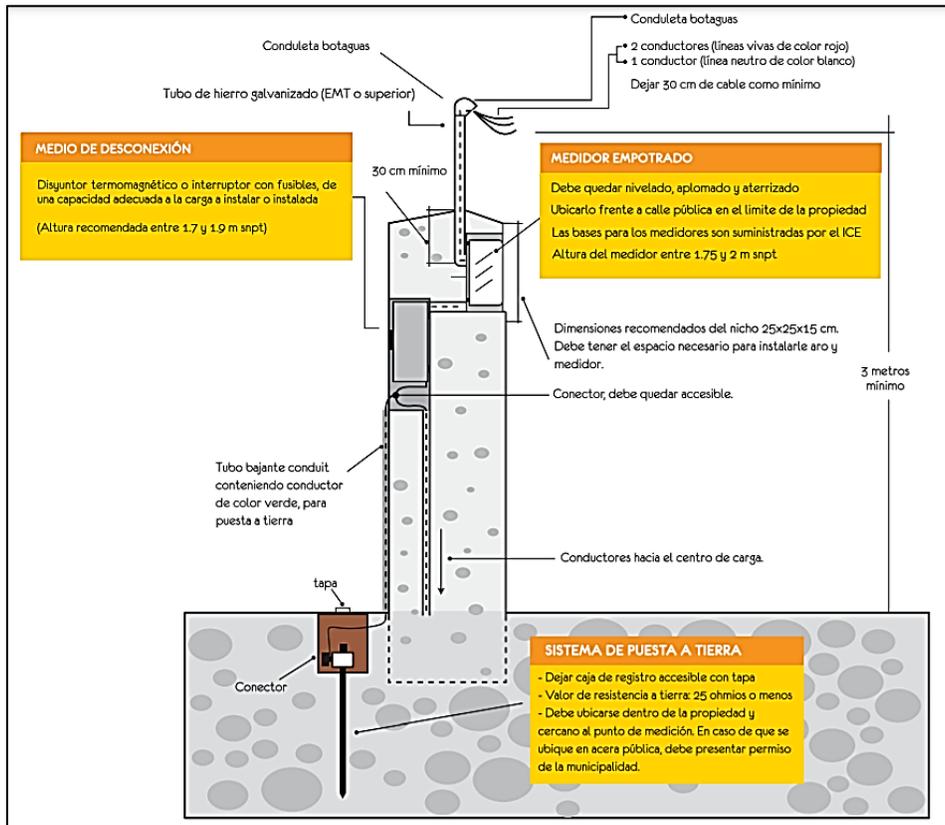


Figura 7. Columna con medio de desconexión y medidor empotrado
 Fuente: ICE, 2020

3.1.1.2 Medidor

Para el elemento del medidor se indica que la distancia entre el nivel terminado de suelo y el punto medio de dicho elemento debe estar entre 1,75 metros y 2 metros, con algunas excepciones según las consideraciones de diseño. La ubicación del medidor debe ser en el límite de la propiedad para que en caso de lectura, mantenimiento, reemplazo e inspección sea fácil su acceso y la superficie sobre la que se coloque debe ser firme y plana. También es importante que el medidor esté protegido de la intemperie y vandalismo y sus dimensiones y materiales correspondientes deberán ser los adecuados y establecidos en las normas. Lo mencionado en este párrafo se puede apreciar en la Figura 8 y en el Anexo 1.

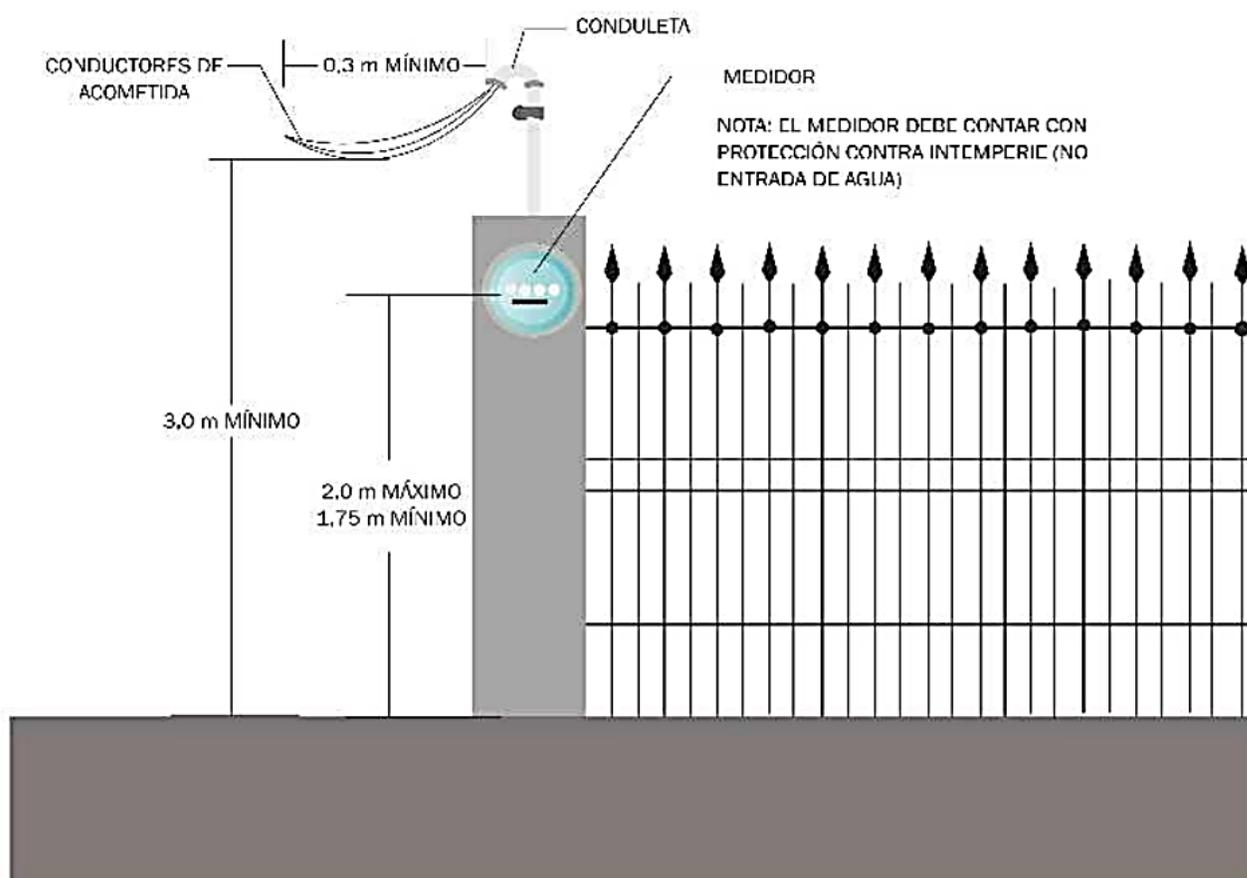


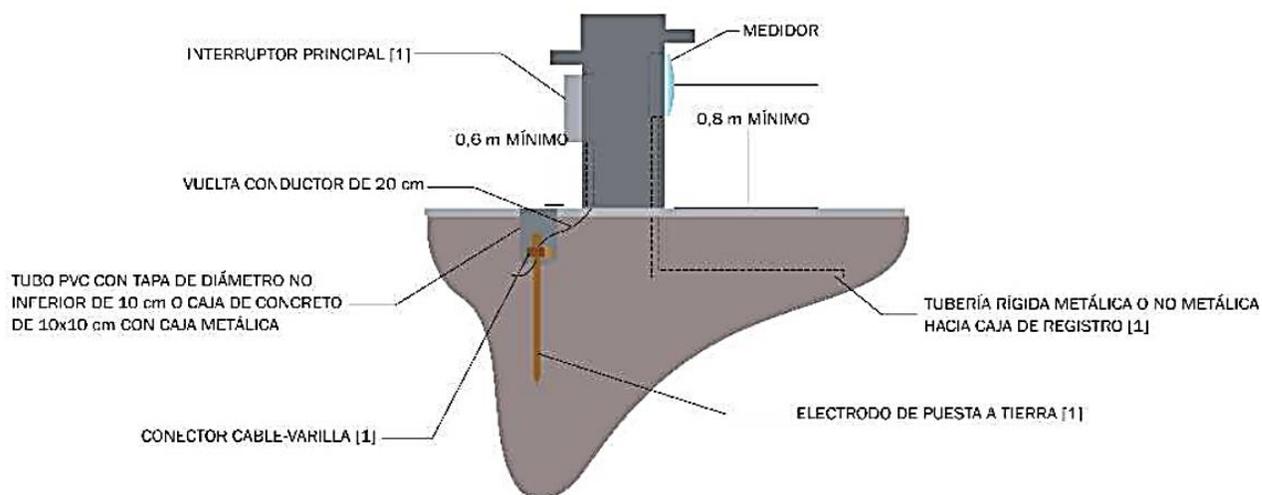
Figura 8. Medidor en el límite de la propiedad
Fuente: ARESEP, 2015

3.1.1.3 Acometida subterránea de baja tensión

En lo que respecta a las acometidas subterráneas de baja tensión, de acuerdo con la norma AR-NT-SUINAC las cajas de registro utilizadas para la colocación de los dispositivos de conexión

deberán cumplir con los requerimientos constructivos que establezca la empresa eléctrica. En el caso de que para la instalación de varios servicios eléctricos se utilice un mismo dispositivo de conexión, el mismo deberá ser el adecuado según la capacidad y deberá tener etiquetas impermeables que identifiquen los conductores. En la Figura 9 se puede observar los requisitos que debe cumplir el equipo de acometida subterránea con medidor ubicado hacia la calle de acceso público.

En el Código Eléctrico Nacional se establece que los conductores de este tipo de acometida también deben estar aislados y menciona los métodos de cableado permitidos para su instalación. De igual manera, indica que los conductores utilizados deben contar con la ampacidad suficiente correspondiente a la carga calculada y que para el caso de los conductores de cobre el calibre mínimo es 8 AWG y para los de aluminio o aluminio recubierto de cobre es de 6 AWG. En lo que respecta al caso de la acometida subterránea de baja tensión que cuente con una columna para el medidor se puede observar en la Figura 10 lo que establece la norma AR-NT-SUINAC que se debe cumplir.



[1] PARA SU DISEÑO E INSTALACIÓN RIGE LO ESPECIFICADO EN EL CÓDIGO ELÉCTRICO

Figura 9. Equipo de acometida subterránea con medidor ubicado hacia la calle de acceso público
Fuente: ARESEP, 2015

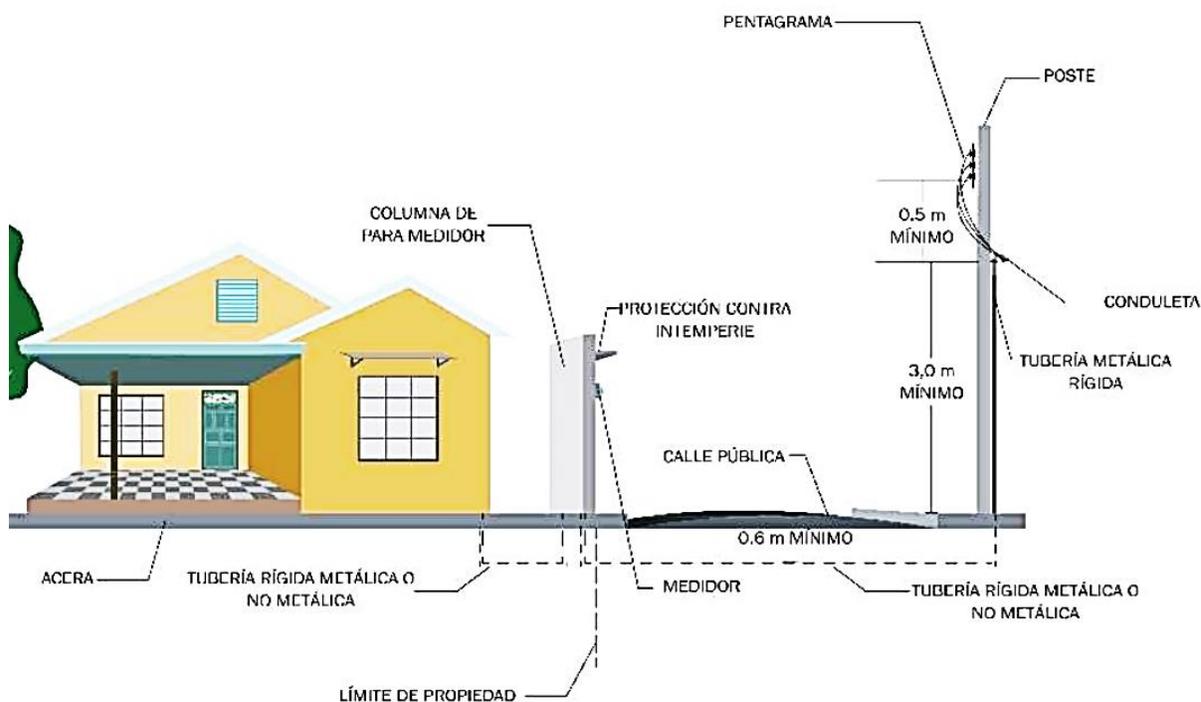


Figura 10. Acometida subterránea con columna de concreto para medidor
Fuente: ARESEP, 2015

El Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 13.3; 24.9 y 34.5 kV establece una serie de recomendaciones para las canalizaciones o excavaciones para conductos no metálicos donde se instalan los conductores de baja tensión. Para el caso de las viviendas, para el tipo de canalización de acometidas de baja tensión, el ancho de la zanja de acuerdo al manual mencionado debe ser de 0,30 m con una profundidad de 0,60 m. Dicho manual también indica que las tuberías donde se ubicarán los conductores no pueden tener características mecánicas menores a la tubería de PVC, SDR 41 y que el diámetro mínimo de dichas tuberías para el caso de acometidas de baja tensión es de 0,05 m (2"). De igual manera, se menciona que se deben utilizar separadores tipo yugo que pueden ser de madera, fibra de vidrio o plástico los cuales deberán colocarse a una distancia no mayor a 3 m entre ellos para mantener una distancia uniforme entre los conductos.

Según el mismo manual, las zanjas donde se ubicarán las tuberías de este sistema deben contar con una cinta de polietileno de mínimo 0,1 m de ancho y 0,0001 m de espesor la cual se recomienda sea de color amarilla y debe tener inscrita la leyenda "PELIGRO-ALTO VOLTAJE" o similar en letras negras. La leyenda mencionada de acuerdo con dicho manual debe estar inscrita como máximo cada 0,2 m a lo largo de la cinta. El manual mencionado establece que la cinta deberá ubicarse a una profundidad de 0,4 m de la superficie y tiene que

cubrir la tercera parte del ancho de la zanja. En lo referente al relleno de la zanja el mismo manual indica que se permite la utilización de arena de río o tajo a un 90% del Proctor modificado o también puede ser material del sitio compactado al 90% del Proctor Standard. En la Figura 11 se muestra lo mencionado en este párrafo.

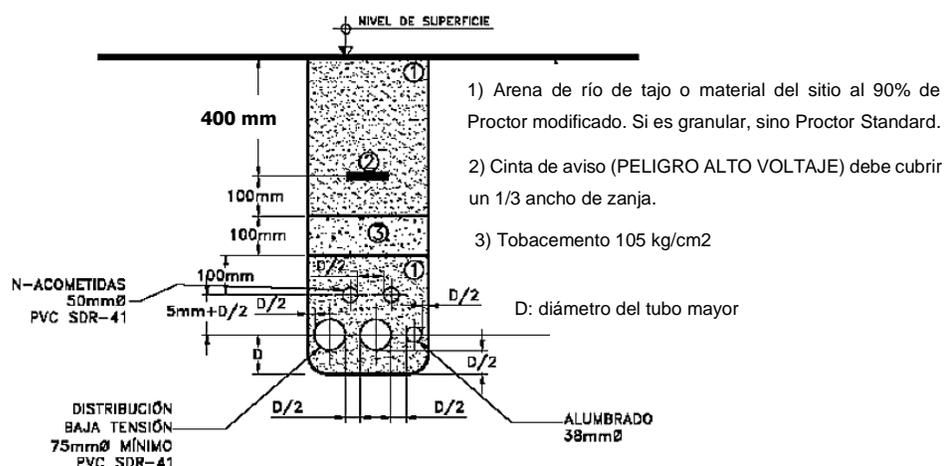


Figura 11. Esquema de acometida subterránea

Fuente: Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea, 2015

3.1.1.4 Medios de desconexión

La ubicación del medio de desconexión deberá ser la más cercana posible al sistema de medición y deberá estar protegido de la intemperie en caso de que esté ubicado en áreas externas. También, según el Código Eléctrico Nacional es importante que este elemento del sistema esté debidamente marcado e identificado. Dicho código también indica que estos elementos deberán tener como máximo 6 interruptores o grupos de desconectores por alimentación agrupados en un solo lugar y cada desconector deberá estar rotulado con la carga alimentada. Para el caso de viviendas unifamiliares se establece que el medio de desconexión de la acometida no podrá tener una capacidad inferior 100 amperes, trifilar.

3.1.1.5 Sistemas de puesta a tierra

Para el caso de los ductos, paneles y sistemas de puesta a tierra la norma establece que no deben quedar en áreas públicas. Además, solo deberá contar con un único sistema de puesta a tierra. Este sistema incluye un electrodo el cual se deberá localizar dentro de la propiedad del abonado en un punto accesible para mantenimiento, inspección y pruebas y lo más cercano posible al medio de desconexión el cual se puede observar en la Figura 7. También es importante que todas las partes del equipo de la acometida cuenten con una efectiva

conexión a tierra. La protección del equipo contra falla a tierra también es un aspecto muy importante

3.1.1.6 Tablero de distribución

El Código Eléctrico establece que los tableros de distribución que se utilicen como parte del equipo de la acometida deben contar con un puente de unión principal en una de las secciones del tablero. Lo anterior para la conexión del conductor de puesta a tierra de la acometida en el lado de alimentación a la estructura del tablero de distribución. En caso de que el tablero se ubique en un lugar propenso a la humedad, el código mencionado indica que se debe proteger de manera adecuada. De igual manera, se indica que su ubicación debe ser tal que se minimice la posibilidad del paso de fuego a materiales combustibles adyacentes.

3.1.2 Toma corrientes

De acuerdo con el reglamento para el trámite de planos y la conexión de los servicios eléctricos, una vivienda unifamiliar de contar con dos circuitos para carga de iluminación y tomacorrientes de uso general de 15 A o 20 A 120 VAC, dos circuitos de electrodomésticos pequeños bifilares de 20 A y 120 VAC cada uno con carga de 1500 VA, un circuito ramal para el baño o baños bifilar de 20 A y 120 VAC, un circuito ramal para una cocina eléctrica de una carga mayor a 8000 VA y 240 VAC y un circuito ramal para un calentador de agua de una carga mayor a 6000 VA y 240 VAC.

Un aspecto que deben de cumplir los tomacorrientes, según el Código Eléctrico Nacional, consiste en la identificación por medio de marcas con el nombre del fabricante y los valores nominales correspondientes a la corriente y tensión los cuales no deberán ser inferiores a 15 A y 125 V o 15 A y 250 V. Este código mencionado también indica que deben ser de tipo de puesta a tierra los tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 15 A y 20 A y se deben instalar únicamente en circuitos con la clase de tensión y corriente para las que sean aptos y estén certificados.

El Código Nacional Eléctrico establece en lo relacionado al montaje de los tomacorrientes o receptáculos, que los mismos deben ir montados en cajas o ensamblajes diseñados con ese propósito y su fijación deberá ser segura. Para lo mencionado, es importante que los tornillos con los que se vaya a fijar la caja o ensamblaje del tomacorriente sean los adecuados según lo indicado por los fabricantes o el diseño eléctrico. Otro aspecto que se debe revisar de acuerdo

a dicho código es que las partes frontales del tomacorriente deben sobresalir 0.0004 m como mínimo medidos desde las placas frontales metálicas y estar al mismo nivel o sobresalir desde las placas frontales de material aislante. En la Figura 12 se observan las partes de un toma corriente.

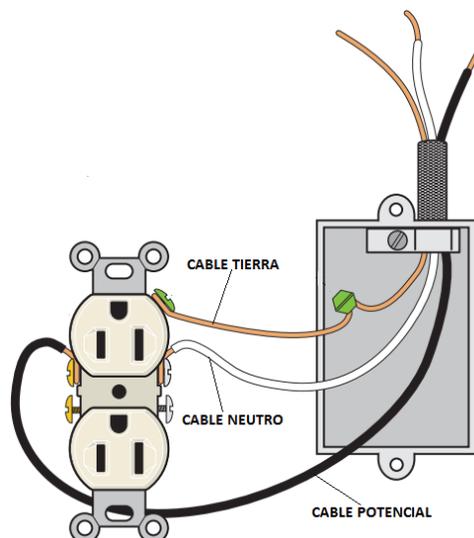


Figura 12. Partes de un tomacorriente
Fuente: Google, 2015

Según el Código Eléctrico Nacional, profundizando en el tema de las placas frontales, se establece que las mismas deben cubrir totalmente la abertura y se deben asentar contra la superficie de montaje. Para el caso de las placas frontales metálicas pueden ser de metal ferroso o metal no ferroso, para la primera el espesor de la misma no deberá ser menor a 0,00076 m y para la segunda su espesor no deberá ser menor a 0,00102 m. También se indica que estas placas metálicas se deben poner a tierra. Por otro lado, las placas frontales de material aislante deben tener un espesor mínimo de 0,00254 m y no pueden ser combustibles. El mismo también establece que deben contar con interruptor de circuito por falla a tierra aquellos tomacorrientes monofásicos de 125 V y de 15 A y 20 A instalados en cuartos de baño, garajes, áreas exteriores, espacios de poca altura, cocinas, tinas o duchas donde se instalen a una distancia dentro de 1.8 m del borde exterior de la tina o ducha y áreas de lavandería. Otro aspecto que se estipula es que se debe brindar protección con interruptores de circuito por falla de arco a todos los circuitos ramales monofásicos de 120 V de 15 A y 20 A.

En cuanto a las disposiciones generales que deben cumplir los tomacorrientes, el Código Eléctrico Nacional establece que la primera de ellas es la separación que debe haber entre dos de estos elementos la cual, medida horizontalmente a lo largo de la línea de piso en cualquier

espacio de la pared, no deberá ser mayor a 1,8 m como se observa en la Figura 13. En el caso de los tomacorrientes de piso, si se encuentran dentro de una distancia no mayor a 0,45 m de la pared, se deben contar como parte del número exigido de salidas de tomacorrientes, de lo contrario no.

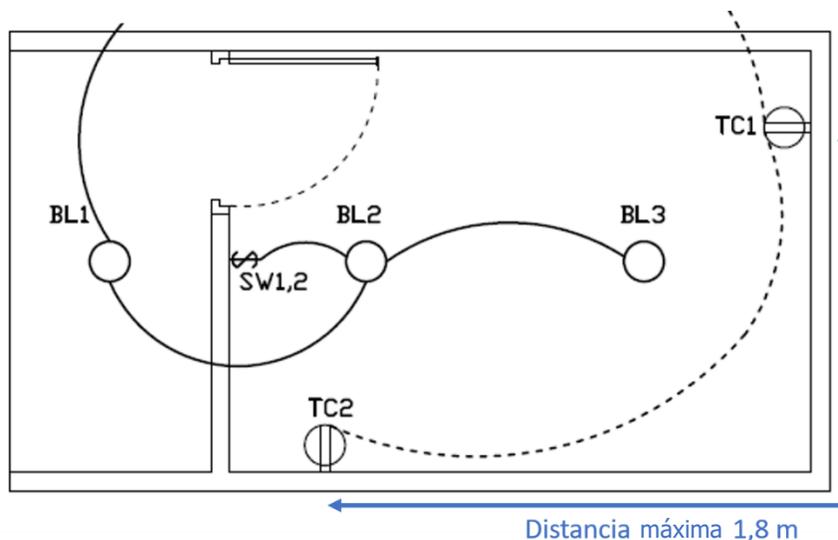


Figura 13. Distancia mínima horizontal para tomacorrientes
Fuente: Elaboración propia, 2021

Por otro lado, aquellos tomacorrientes ubicados sobre los mesones de cocinas, despensas, comedores, entre otros, deberán cumplir con las distancias mínimas en los espacios de pared establecidos en el diseño eléctrico. Generalmente, las distancias para el caso de la altura del tomacorriente respecto al mesón (o también conocido como mueble bajo de cocina) será de mínimo 0,3 m y máximo 0,5 m lo cual se puede apreciar en la Figura 14. En cuanto a la distancia horizontal en línea de pared entre un tomacorriente y otro en cada espacio de pared suele ser de 0,6 m máximo.



Figura 14. Altura de tomacorrientes sobre mesón de cocina
Fuente: Elaboración propia, 2021

En lo que respecta a los tomacorrientes de cuartos de baños, es importante que se cumpla con las distancias establecidas en el diseño eléctrico y permitidas por el Código Eléctrico Nacional. De igual manera, de acuerdo con el mismo, la vivienda debe contar con al menos 1 tomacorrientes en la parte frontal y posterior de la vivienda el cual debe estar a una altura máxima de 2 m medidos desde el nivel de suelo. También establece que aquellas viviendas que cuenten con pasillos de 3 m o más de largo deberán tener por lo menos un tomacorriente.



Figura 15. Tomacorriente externo
Fuente: Elaboración propia, 2021

Otro aspecto establecido en el Código Eléctrico a inspeccionar es que, en el caso de que los tomacorrientes se encuentren en lugares húmedos o mojados, los mismos deberán tener una envolvente que sea a prueba de la intemperie como el observado en la Figura 15. De acuerdo con el código mencionado, deberán ser del tipo resistente a la intemperie certificados todos aquellos tomacorrientes de 15 A y 20 A, de 125 V y 250 V sin bloqueo. El mismo indica que dichos tomacorrientes también deberán ser listados como resistentes a manipulaciones. De igual manera menciona que ni dentro ni directamente por encima del compartimento de la ducha o tina se deberá instalar ningún tomacorriente.

3.1.3 Iluminación

En cuanto al sistema de iluminación, el Código Eléctrico Nacional establece que en pasillos, escaleras y garajes deberá instalarse por lo menos una salida de iluminación controlada por un interruptor de pared. Dicho código también establece que la instalación de las luminarias debe ser de manera tal que se pueda inspeccionar las conexiones entre los conductores del circuito y los conductores de la luminaria sin tener que desconectar alguna parte del cableado. Lo

anterior no aplica si las luminarias están conectadas mediante clavijas de conexión y tomacorrientes.

El Código Eléctrico Nacional estipula que las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas y lámparas no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto. El mismo indica que, en caso que las luminarias se encuentren instaladas en lugares húmedos o mojados, se debe verificar que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos del cableado ni en partes eléctricas importantes. Si las luminarias se encuentran en áreas de la tina y la ducha, es importante que se cumpla con las distancias establecidas en el diseño eléctrico y adecuadas según el Código Eléctrico Nacional el cual establece que ninguna parte de las luminarias deberá estar ubicada dentro de la zona de 0,9 m medidos horizontalmente y de 2.5 m medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de la tina o de la parte superior del estanco de la ducha. Dichas distancias se pueden observar en la Figura 16.

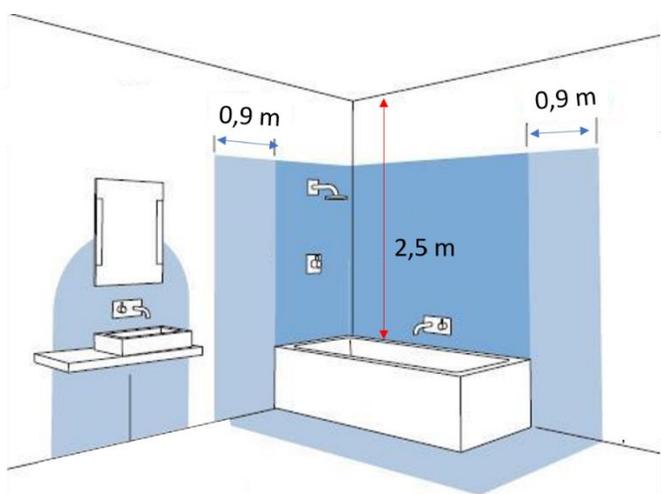


Figura 16. Distancias prohibidas para luminarias en baños
Fuente: Elaboración propia, 2021

En lo que respecta a las luminarias en armarios de ropa, el Código Eléctrico mencionado establece los tipos de luminarias permitidas y las distancias mínimas según el tipo entre las luminarias instaladas y el punto más cercano de un espacio de almacenamiento del armario. Por lo anterior, en la inspección se debe revisar que se cumpla con las distancias establecidas en planos. Otro aspecto establecido en dicho código es el espacio entre los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión. También el mismo menciona que las luminarias se instalen de manera que los conductores en las cajas de salida no presenten temperaturas superiores a las que son capaces de soportar según lo indican los fabricantes. De igual manera

el código mencionado establece que todas las cajas de salida deben tener cubierta, con algunas excepciones.

El Código Eléctrico Nacional NFPA 70E del 2014 establece para lo relacionado a los medios de soporte que para el caso de los cielos suspendidos que soportan las luminarias deben sujetarse de manera segura a la estructura del edificio y a su vez las luminarias se sujetarán de la misma manera a los elementos de armazón del cielo raso mediante elementos como los pernos, tornillos o remaches. Según dicho Código, deberán ser de acero, hierro maleable o el material adecuado que se indique en el diseño eléctrico aquellas luminarias que no formen parte de los adaptadores, trípodes, cajas de salida y patas de gallo. El mismo también indica que las juntas aislantes cuyo diseño no contemple un montaje mediante tornillos o pernos, llevarán una carcasa exterior metálica aislada de ambos tornillos de conexión. En la Figura 17 lo que se observa de color rojo corresponde a la junta aislante mencionada previamente y la carcasa metálica correspondiente. De igual manera, se establece que en caso de se utilicen como soportes de luminaria los accesorios de canalizaciones, los mismos deberán contar con la capacidad de soporte correspondiente al peso de la luminaria completa incluyendo sus lámparas.

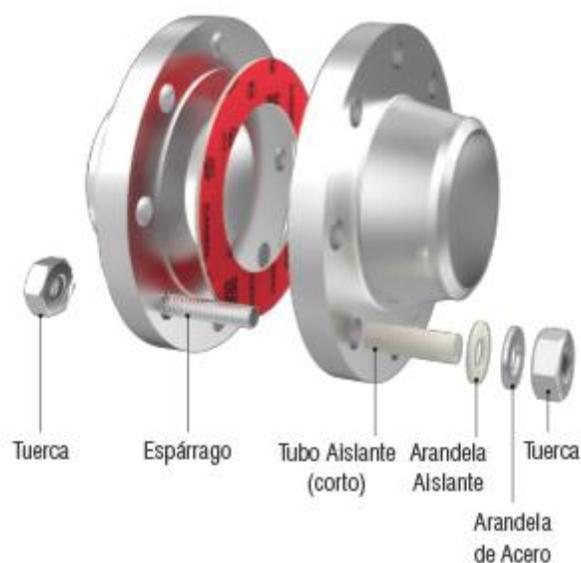


Figura 17. Kit de aislamiento simple para luminaria
Fuente: Google, 2021

Continuando con los soportes de luminarias, el Código Eléctrico Nacional mencionado previamente establece que "Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas

en o sobre una superficie vertical deben estar identificadas y marcadas en el interior de la caja para indicar el peso máximo de la luminaria que se permite sea soportado por la caja, si es diferente de 23 kg” (National Fire Protection Association, 2014). Igualmente, dicho código establece que en todas las salidas cuyo uso sea únicamente de iluminación se debe instalar la caja de manera tal que se permita adosar una luminaria o portalámpara y la caja debe soportar como mínimo una luminaria de 23 kg. En el caso de que la luminaria tengo un peso mayor a los 23 kg, el Código Eléctrico Nacional estipula que su soporte deberá ser independiente de la caja de salida, con excepción de si en el interior de la caja está listada y marcada indicando el peso máximo que es capaz de soportar la caja. Por lo mencionado, el soporte de las luminarias debe cumplir con lo estipulado en el diseño eléctrico, lo cual a su vez debe cumplir con lo establecido en el Código Eléctrico Nacional.

En cuanto a los aspectos de cableado de las luminarias, el código establece que debe estar dispuesto de forma ordenada, de manera tal que no esté expuesto a daños físicos, en la medida de lo posible evitar el cableado excesivo y que los conductores no estén sujetos a mayores temperaturas de las que son capaces de soportar. También es primordial verificar que los conductores sean del calibre indicado en los planos eléctricos y que los mismos deben contar con un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que estarán expuestos.

3.1.4 Voz y Datos

De acuerdo con el Extracto del Manual Interno de Telecomunicaciones para Desarrollos Multifuncionales, el Instituto Costarricense de Electricidad utiliza técnicas de línea digital de cliente o DSL como se conoce por sus siglas en inglés para transmitir datos. Se indica que para brindar servicios de banda ancha como el “triple play” utiliza las técnicas dentro de las que destacan ADSL, ADSL2+, VDSL y VDSL2. Este manual también establece que como equipo para viviendas se utiliza un terminal conocido generalmente como CPE el cual se muestra en la Figura 18 y cuenta con un puerto para el par de la línea DSL, uno o dos puertos RJ11 para el servicio convencional de telefonía y cuatro puertos RJ45 para servicios de banda ancha de Ethernet.



Figura 18. Equipo de terminal CPE
Fuente: Extracto del MITE, 2015

En caso de que para este sistema se vaya a utilizar fibra óptica, de acuerdo con el Extracto del MITE, se coloca el terminal denominado ONT en la vivienda el cual tiene un puerto óptico de 1 o 2 fibras ópticas dependiendo de la tecnología utilizada, uno o dos puertos RJ11 para el servicio convencional de telefonía y cuatro puertos RJ45 para servicio de banda ancha de Ethernet. Lo mencionado anteriormente se puede observar en la Figura 19. El manual mencionado también indica que al igual que sobre los puertos Ethernet se brindan los servicios de Internet, sobre el mismo puerto se brindan los servicios de televisión IP.



Figura 19. Equipo de terminal ONT
Fuente: Extracto del MITE, 2015

Dentro de los aspectos establecidos por el Extracto del MITE se incluye la categoría de cable UTP que se debe utilizar la cual debe ir indicada en planos. El mismo manual establece que las terminales RJ45 deberán estar debidamente conectorizadas. En la Figura 20 se muestra

el conector RJ45 mencionado, lo que se ve a la izquierda de la imagen es el conector hembra y a la derecha el receptáculo de pared para las terminales de dicho conductor.



Figura 20. Conector RJ45
Fuente: Extracto del MITE, 2015

En cuanto a la conexión telefónica, el Extracto del MITE establece que "A efectos de conectar la salida telefónica RJ11 del terminal instalado hasta el teléfono en la sala o cuarto determinado, se puede utilizar el terminal RJ11 al terminal RJ45 del cableo interno del apartamento o casa de habitación. Si el cliente desea que la señal telefónica pueda timbrar en varios teléfonos en forma simultánea, deberá preparar la red para dicha función, esto es, que dentro de la caja de comunicaciones realizar un paralelo de varios puertos para que la señal del RJ11 pueda distribuirse a varios puertos seleccionados para tal fin. A este efecto, el cliente puede realizar una distribución telefónica paralela a la Ethernet, directamente con conectores RJ11 y distribuir dentro de la casa los terminales en donde desde la presencia de la señal telefónica." (Instituto Costarricense de Electricidad Gerencia de Telecomunicaciones, 2014)

3.2 Sistema mecánico

En la presente sección se mencionarán los diferentes requerimientos establecidos en los reglamentos y normativa correspondientes al sistema mecánico de viviendas. Para el caso del presente trabajo dicho sistema se dividirá en agua potable, aguas sanitarias y aguas pluviales.

3.2.1 Agua potable

A continuación, se hablará sobre los aspectos con los que se debe cumplir para el caso del sistema de agua potable. Esta sección incluirá lo relativo tanto al sistema de agua potable de agua fría, como al de agua potable caliente.

3.2.1.1 Agua fría

Como parte de lo establecido en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del año 2017 publicado por el CFIA, se menciona que se debe cumplir con la colocación de válvulas requeridas en distintos puntos del sistema mecánico de las viviendas. Dicho código menciona que se deberá colocar una válvula en cada conexión al servicio público después del medidor y una en cada piso. De igual manera, el mismo establece que en caso de que se garantice un servicio continuo con un caudal y presión suficientes, se puede conectar el sistema directamente al abastecimiento de la red pública como se aprecia en la Figura 21. También se recomienda colocar una válvula de retención, después del medidor con el fin de evitar posibles reflujos.

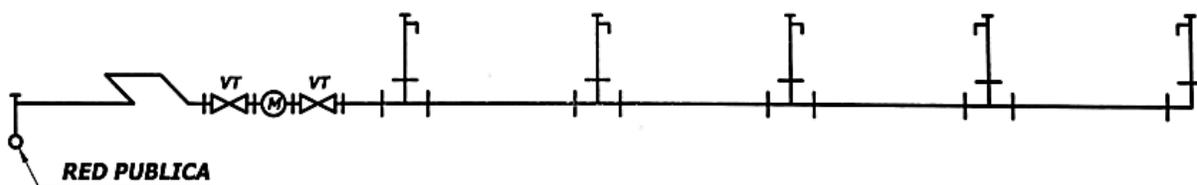


Figura 21. Esquema de alimentación de agua potable en sistema directo
Fuente: CIHSE, 2017

Otro aspecto a tener en cuenta es que, de acuerdo con el CIHSE, los materiales que se permite utilizar para las obras de abastecimiento y distribución de agua son PVC, CPVC, hierro galvanizado, cobre, polietileno de alta densidad, polipropileno y hierro negro. El mismo indica que el material de las válvulas dependerá del tamaño de las mismas por lo que se debe cumplir lo establecido en el diseño mecánico mostrado en planos. Además, este recomienda que las piezas de conexión del sistema sean del mismo material que las tuberías. Dicho código establece que se deben utilizar las piezas de conexión adecuadas y que las juntas correspondientes también se realicen según las indicaciones establecidos en el diseño mecánico. A manera general, los requisitos con los que deben cumplir las tuberías según el CIHSE son espesores de pared uniforme, material homogéneo, garantizar la potabilidad del agua, sección transversal circular de dimensiones normalizadas, dimensiones y pesos de acuerdo a lo especificado y carecer de defectos que puedan afectar su funcionamiento como lo son las grietas, abolladuras y deformaciones.

En lo que respecta a los requisitos constructivos en instalaciones de agua potable, el CIHSE indica que un aspecto a tener presente para la inspección de este sistema es la distancia entre las tuberías de agua caliente y agua fría que se encuentren en un mismo ducto la cual deberá ser de mínimo 0,10 m de borde a borde como se aprecia en la Figura 22, a menos de que las mismas estén protegidas con un adecuado material aislante. Dicho código también establece que la colocación de las tuberías de agua fría o caliente y bajantes de aguas pluviales en un mismo ducto vertical se permite únicamente si existe entre las mismas una separación mínima de 0,20 m de borde a borde. Como parte de las recomendaciones que se mencionan en el CIHSE se encuentra la colocación de válvulas de purga en los puntos bajos de las tuberías horizontales ubicados en la planta baja.

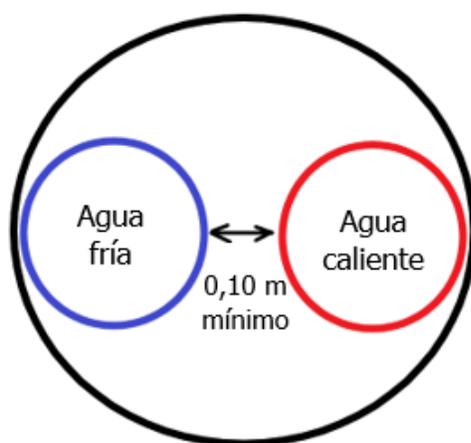


Figura 22. Distancia entre tubería de agua caliente y fría en un mismo ducto

Fuente: Elaboración propia, 2021

De igual manera el CIHSE recomienda que las tuberías horizontales de alimentación de agua fría y caliente se coloquen con pendiente hacia la tubería vertical de alimentación correspondiente. El mismo también establece que, en caso de que el sistema cuente con cámaras de aire para atenuar el golpe de ariete, se recomienda que la extensión de las mismas sea de 0,60 m y sus diámetros sean iguales o menores que los de las tuberías de alimentación. Las cámaras de aire, según el Código Hidráulico, son extensiones verticales de tubería con finales cerrados como se muestra en la Figura 23.

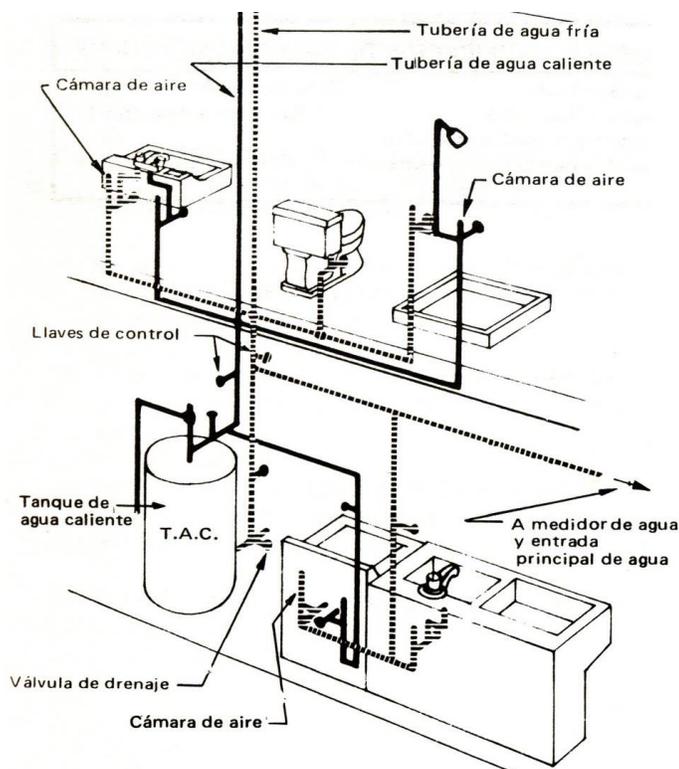


Figura 23. Cámaras de aire
Fuente: Google, 2021

El Código Hidráulico también establece, en lo relacionado al soporte de tuberías y elementos estructurales, que en caso de que las tuberías tengan que atravesar elementos estructurales se deben colocar manguitos o camisas. La longitud de dichos manguitos o camisas, de acuerdo con el código mencionado, debe ser igual al espesor del elemento estructural que es atravesado y el diámetro deberá ser adecuado para que pasen las tuberías y el aislamiento dejando un claro de al menos 0,012 m entre el manguito y las tuberías.

En el caso de las tuberías enterradas, según el CIHSE, un aspecto a tener presente es que aquellas que sean de distribución de agua potable deberán estar lo más lejos posible de los desagües de aguas residuales con una distancia mínima de 1 m en planta y 0,25 m por encima. Lo anterior se ilustra en la Figura 24. El mismo indica que las zanjas excavadas también deberán cumplir con la profundidad mínima la cual deberá ser tal que queden al menos 0,30 m entre el nivel del terreno y la corona del tubo y es importante que previo a la colocación de la tubería, se compacte el fondo de la zanja sobre el cual se colocará la misma. Dicho código establece que, una vez colocada la tubería, el relleno de la zanja se realizará en capas horizontales de máximo 0,15 m de espesor y deberá ser compactado adecuadamente.

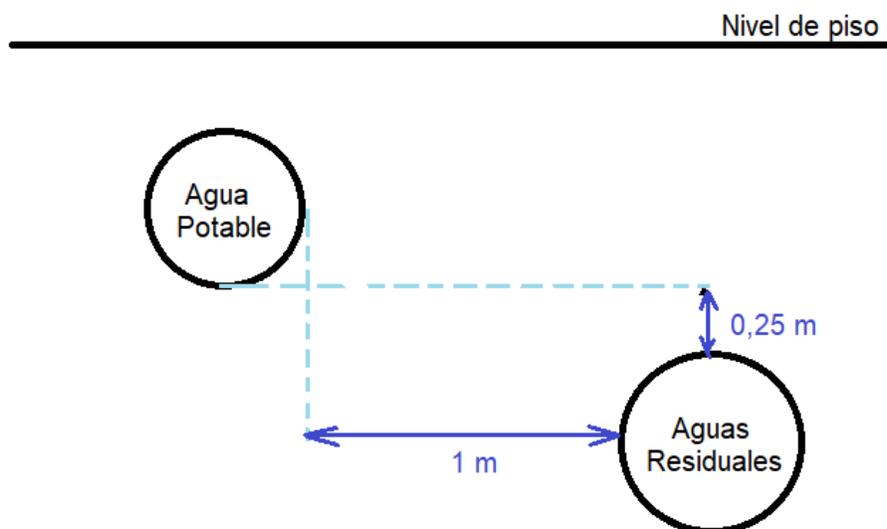


Figura 24. Distancia entre tuberías de agua potable y aguas residuales
Fuente: Elaboración propia, 2021

De acuerdo con el CIHSE, en caso de que existan válvulas enterradas en el sistema, las mismas deberán estar protegidas por una caja la cual deberá estar en un sitio accesible en caso de requerir reparación, remoción y operación. Otro aspecto a tener presente según dicho código es que las tuberías de este tipo deben estar alejadas de las cimentaciones de la vivienda y deberán ubicarse por encima de las mismas una proyección de 45°.

El CIHSE establece que los tanques de almacenamiento se suelen utilizar en caso de que el abastecimiento de agua no sea continuo o su presión no sea la adecuada. El mismo menciona que se podrán instalar en niveles inferiores los cuales se conocen como tanques de captación como el que se ilustra en la Figura 26, en pisos intermedios o sobre edificaciones en cuyo caso se conocen como tanques elevados el cual se puede observar en la Figura 25. Este código establece que un aspecto que se debe tener presente es que estos tanques deberán garantizar en todo momento la potabilidad del agua y no permitan el ingreso de agua de lluvia u otros agentes contaminantes. En lo que respecta a los materiales que se permiten para los tanques el código mencionado indica que deben ser impermeables, inodoros y que no den sabor al agua como por ejemplo los plásticos, metales, fibrocemento, fibra de vidrio, concreto armado, entre otros.

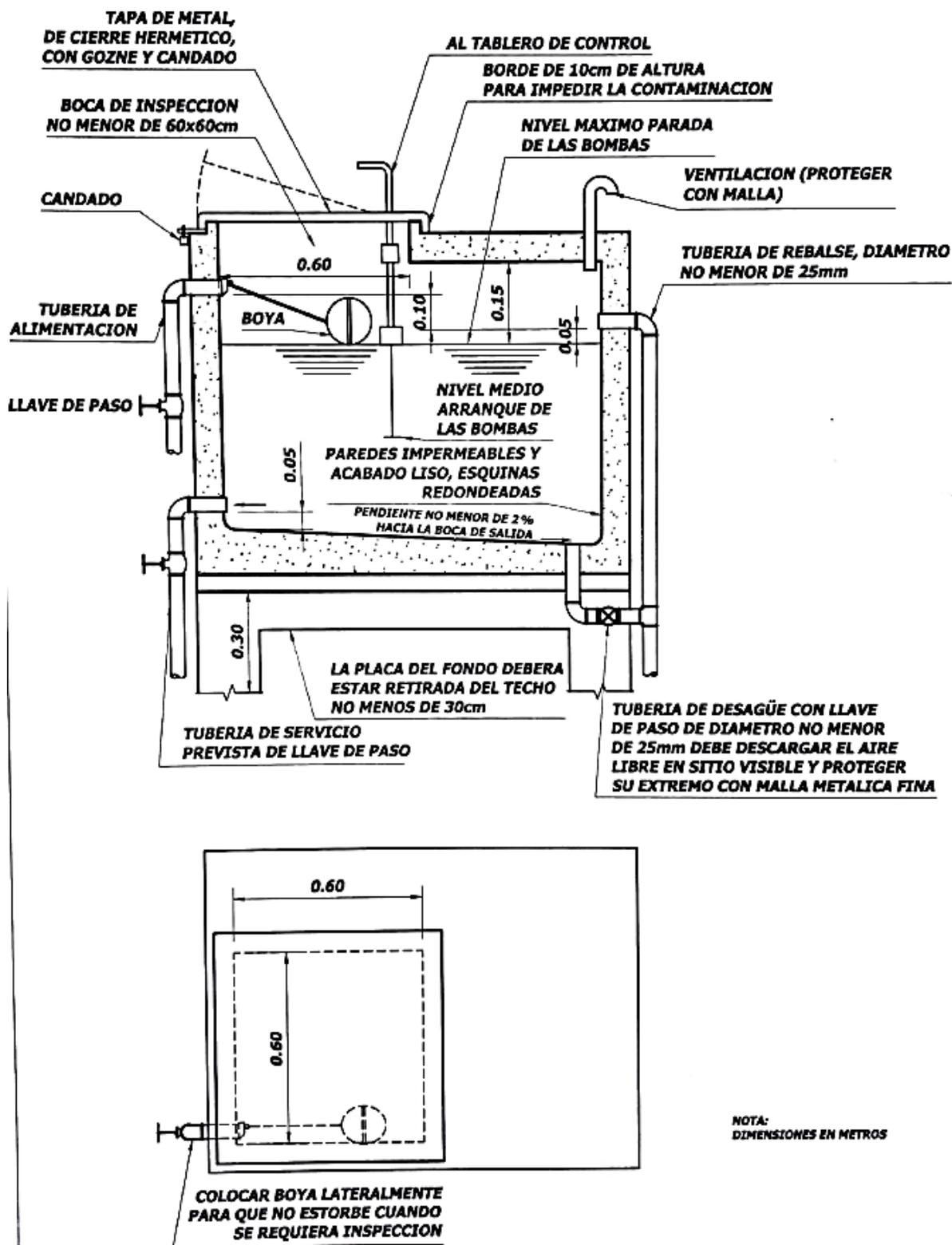


Figura 25. Tanque elevado de almacenamiento de agua
Fuente: CIHSE, 2017

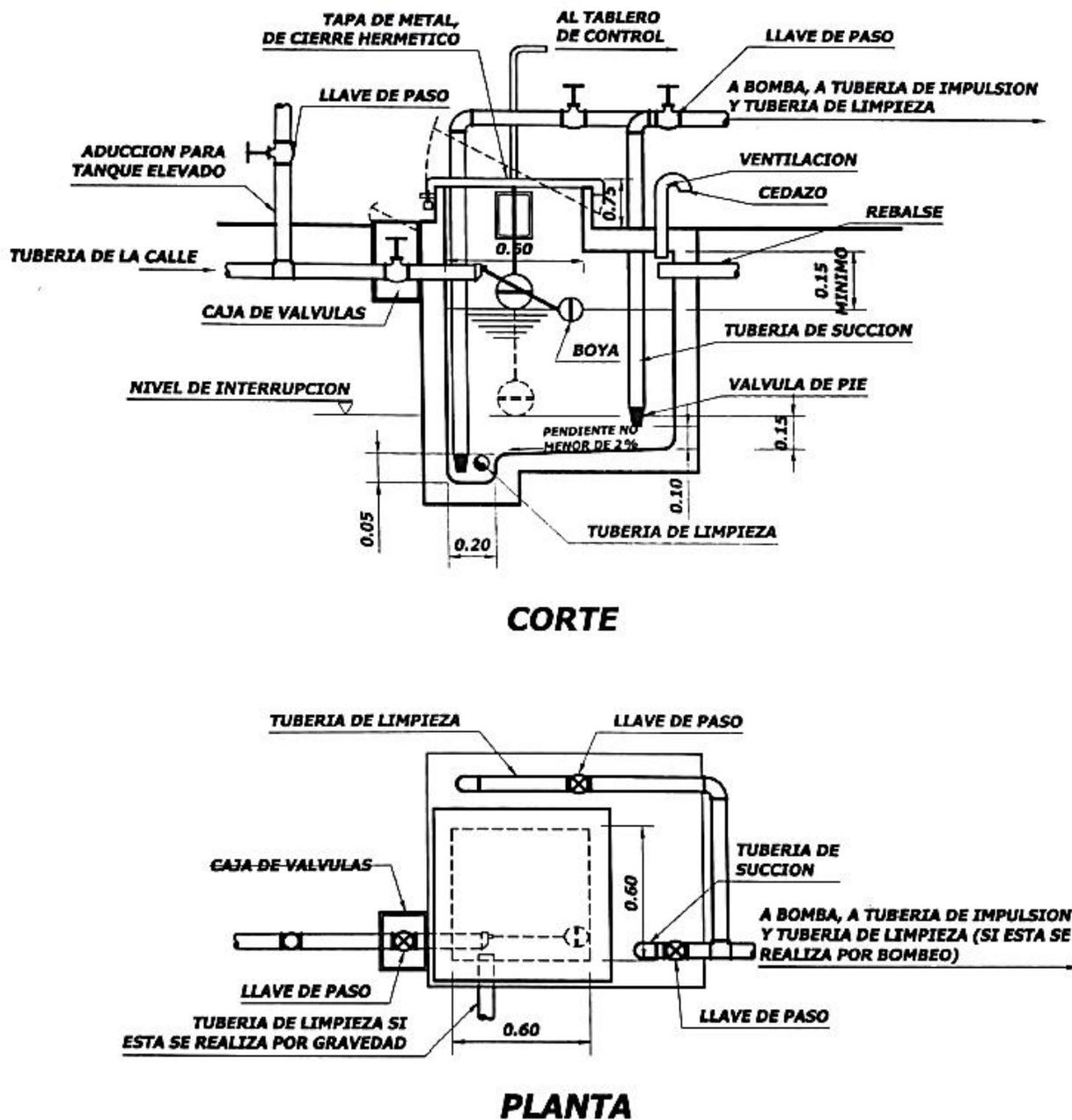


Figura 26. Tanque subterráneo de almacenamiento de agua
Fuente: CIHSE, 2017

De acuerdo con el CIHSE, los tanques deberán contar con dispositivos que contribuyen con su adecuado funcionamiento, mantenimiento y limpieza como lo son la tubería de entrada con válvula de boya, el registro, la tubería de salida con válvula de compuerta o de paso, la

tubería de rebalse, la tubería de ventilación y la tubería de limpieza, las cuales se pueden observar en las imágenes anteriores. El CIHSE indica que se debe respetar una distancia vertical entre el techo de un tanque y el eje del tubo de entrada del agua de 0,15 m como mínimo. Dicha distancia se puede disminuir a 0,10 m en caso de que el tanque tenga una tapa que cubra toda su superficie y exista acceso directo a los dispositivos de entrada. En el código también se establece que el tubo de rebalse tendrá un diámetro de 0,025 m como mínimo y este diámetro tiene que ser mayor que el del tubo de entrada. Todas las condiciones con las que deben cumplir los tanques según el CIHSE se observan en la Figura 25. De igual forma, se debe verificar que la posición del tubo de rebalse sea como se indica en el código ya que el mismo menciona que la corona del tubo debe quedar al mismo nivel del fondo del tubo de entrada, así como la distancia entre el fondo del tubo de rebalse y el nivel máximo del agua que debe cumplir con lo establecido en el diseño mecánico. La ubicación y el diámetro de la tubería de desagüe o de limpieza también deberá cumplir con lo establecido en planos y lo estipulado en el código. Igualmente, se debe cumplir con las especificaciones técnicas de la tubería de aducción como el diámetro, la longitud y la llave de paso correspondiente.

Un aspecto que se debe tener presente, según el CIHSE es que las conexiones del tanque a las tuberías se deben hacer de manera que no provoquen rotura en sus paredes y conserven las condiciones iniciales del tanque. El mismo establece que en el caso de las conexiones de tanques metálicos, las mismas deberán ser tales que eviten la corrosión electrolítica. Otro aspecto a tomar en cuenta indicado en el mismo código es que todos los accesorios que puedan requerir reparación o cambio se deben ubicar en lugares de fácil acceso como por ejemplo los tanques bajo tierra deberán contar con una caja para las válvulas. En el código mencionado también se indica que los tanques deben estar provistos de dispositivos automáticos que controlen el nivel de agua, los cuales tendrán como función detener el flujo, arrancar la bomba y detener la bomba.

En lo que respecta a los tanques enterrados, el CIHSE establece que los materiales que se utilicen para su construcción deberán ser apropiados, duraderos y resistentes a las cargas a las que serán sometidos. Además, se menciona que todos los tanques deben estar provistos de un registro que permita la limpieza, inspección y reparación en caso de necesitarlo como se ilustra en la Figura 27. Dicho registro debe estar levantado 0,15 m como mínimo sobre el nivel del piso y su ubicación será tal que no pueda provocar una inundación o sufrir contaminación.



Figura 27. Registro de tanque subterráneo
Fuente: Google, 2021

Otro aspecto que deben cumplir los tanques de captación según el CIHSE es la distancia de los mismos a muros medianeros y alcantarillados de aguas residuales o pluviales, la cual es de mínimo 2 m y se debe indicar en el diseño o especificaciones técnicas del sistema mecánico. El mismo también establece la prohibición de ubicar un tanque de captación en un lugar propenso a inundaciones o filtraciones de aguas de lluvia o residuales.

Según el CIHSE, en aquellos lugares que no cuenten con la suficiente presión para el abastecimiento de agua potable se permite la instalación de equipos hidroneumáticos. Todos los tanques que no sean elevados requieren del sistema de bombeo. Para lo anterior dicho código indica que se debe disponer de un tanque bajo cuya capacidad sea suficiente para el consumo requerido. De igual manera, el código mencionado indica que las bombas que complementen este sistema deben ser tales que satisfagan las presiones requeridas por el sistema. Dentro de los aspectos que deben cumplir las bombas de acuerdo con el CIHSE está el hecho de que las bombas únicamente se pueden conectar a través de un tanque de captación a la red pública y nunca de forma directa a la misma.

El mismo indica que, en lo que respecta al lugar donde se ubicará la bomba, este deberá ser adecuado y cumplir con los requerimientos de espacio libre mínimo alrededor de la bomba para posibles reparaciones, remoción o imprevistos y si la bomba está en el exterior deberá estar protegida contra la intemperie. Además, también se establece que para absorber las vibraciones de las bombas las mismas deberán colocarse sobre una fundación de concreto y fijarla mediante pernos según lo indique el fabricante. El CIHSE también incluye una serie de

requisitos para las conexiones de la bomba a las tuberías de succión e impulsión que deberán ser cumplidas en el diseño mecánico de este sistema. Para el tanque hidroneumático el CIHSE establece que los tanques hidroneumáticos se deben apoyar sobre los soportes adecuados y en el caso de los tanques horizontales deberán colocarse sobre láminas de material aislante y con una pendiente hacia el drenaje de 1% mínimo. En la Figura 28 se ilustra el esquema correspondiente al sistema indirecto con bomba y tanque hidroneumático

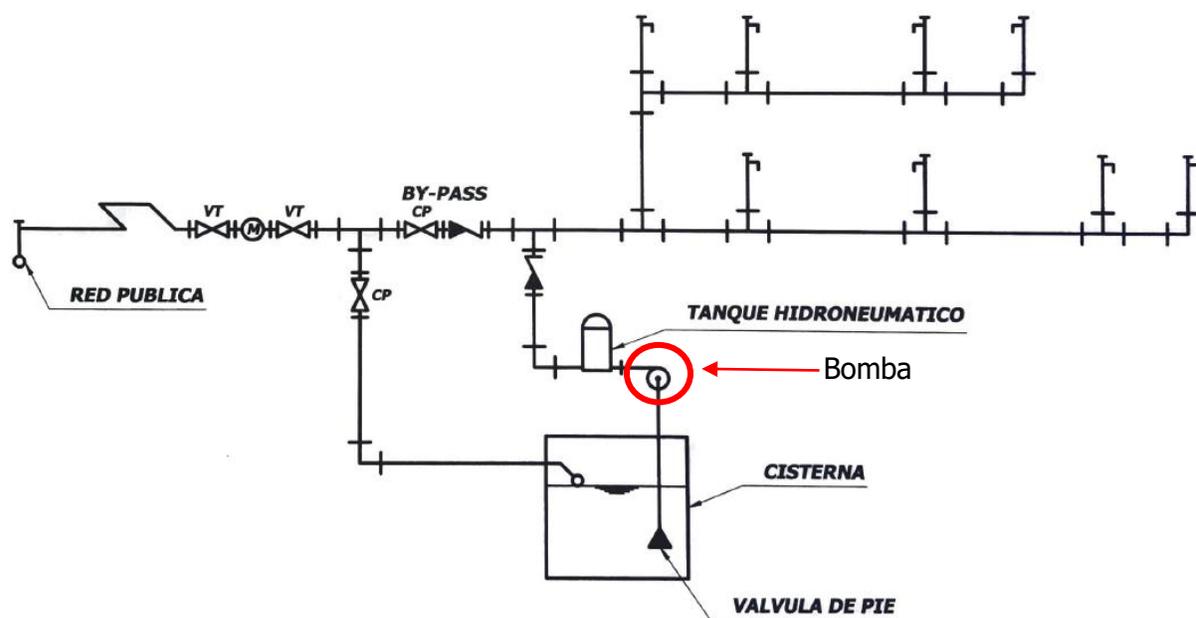


Figura 28. Esquema de sistema indirecto con bomba y tanque hidroneumático

Fuente: CIHSE, 2017

Modificado por: Barboza, 2021

3.2.1.2 Agua Caliente

De acuerdo con el CIHSE, un aspecto importante para aquellas piezas sanitarias que cuenten con suministro tanto de agua fría como caliente, es que el agua caliente deberá entregarse por la izquierda y la fría por la derecha, mirando la pieza de frente. De igual manera, si la pieza es de girar el giro a la izquierda será para el agua caliente y a la derecha para la fría. En lo que respecta a los materiales de este sistema, para agua caliente se podrá utilizar hierro galvanizado, cobre o CPVC.

El CIHSE también menciona que aquellos equipos que se utilicen para generación de agua caliente deberán ser tales que resistan las presiones y temperaturas máximas que se puedan presentar en el sistema. Dentro de las características que estos equipos deben de cumplir

según el mismo código, se menciona que deben ser resistentes a la corrosión y contar con los dispositivos de seguridad y limpieza según lo requiere la normativa vigente. Este también indica que los dispositivos de control de temperatura y corte de la fuente de energía con los que cuentan estos equipos deberán ser instalados de manera tal que antes de que la temperatura del agua alcance los 60 °C se corte el suministro de energía y el sensor de temperatura se deberá localizar en la zona de máxima temperatura del agua. Dicho código menciona que la presión de estos equipos también se controlará mediante válvulas de seguridad las cuales entrarán en operación cuando la presión sea un 10% mayor a la presión regular del sistema y la ubicación de las mismas debe cumplir lo establecido en el diseño mecánico. Se recomienda que las válvulas de alivio se conecten a tuberías de desagüe adecuadas para evitar inundaciones cuando se activan las mismas.

En lo relacionado a la distribución y almacenamiento de agua caliente, el CIHSE establece que los calentadores de agua que se permite utilizar pueden ser de gas, de energía solar, eléctricos, con alimentación directa o con tanque. El mismo indica que estos podrán ser abastecidos directamente de la red pública, de un tanque de captación de agua fría o un tanque hidroneumático.

En lo que respecta a la instalación de los calentadores de agua como el ilustrado en la Figura 29, el CIHSE establece que la misma deberá realizarse en un lugar accesible para la inspección, mantenimiento y reemplazo en caso de requerirse. También establece que se debe tener en cuenta que no se permite que se ubiquen en espacios habitables de la casa a menos que sean calentadores de agua instantáneos eléctricos o ventilados directamente. De acuerdo a las condiciones presentadas y el diseño realizado el sistema debe contar con válvulas de retención y de control, por lo que se debe cumplir con lo establecido en el diseño y especificaciones técnicas correspondientes a estos dispositivos. En caso de que el calentador de agua sea a gas debe cumplir con lo establecido en el Código Eléctrico de Costa Rica y la norma NFPA 70 Código Eléctrico Nacional. Para los calentadores de agua que funcionen mediante combustibles el código establece que su instalación deberá ser en un lugar con buena ventilación para contribuir con a adecuada combustión del mismo y la evacuación de los gases de escape.

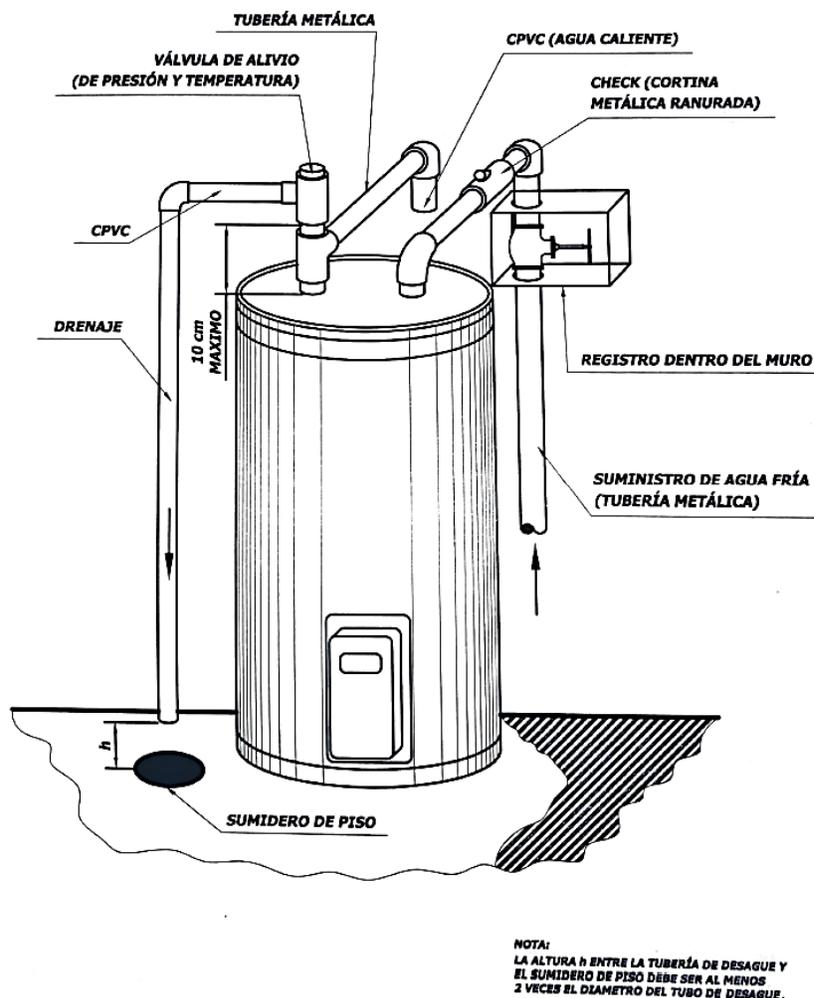


Figura 29. Esquema de calentador de agua
Fuente: CIHSE, 2017

En cuanto a las tuberías de este sistema, según el CIHSE, las mismas se deberán instalar de manera que las juntas de dilatación sean suficientes para evitar la rotura, pandeo o desplazamiento excesivo de las tuberías. La distancia entre cualquier muro lateral o trasero y los calentadores de agua deberá ser de al menos 0,30 m o lo que indique el fabricante. En el caso de que los calentadores sean a base de gas también deben cumplir con distancias mínimas según el código por lo que se debe instalar según lo indicado en el diseño mecánico, en caso de que no sea posible, dicho código también establece ciertas condiciones que se deben cumplir y ser tomadas en cuenta para el diseño del sistema mecánico en relación a esto. Por lo anterior es importante verificar que se cumpla con todo lo establecido en dicho diseño y con las especificaciones técnicas. Para la distribución de agua caliente el CIHSE indica que el método

que se permite utilizar para esto en el caso de las viviendas unifamiliares es el sistema sin recirculación.

3.2.2 Aguas sanitarias

De acuerdo con el CIHSE, un aspecto a tener presente es que las piezas sanitarias se deben instalar de manera que no se presenten conexiones cruzadas debido al problema de contaminación que estas representan para el agua potable. Para evitar lo anterior el mismo código establece unos espacios libres mínimos entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en las piezas sanitarias los cuales se observan en la Figura 30. Dicho espacio entre la boca del grifo y el nivel de rebose de las piezas sanitarias para el caso de un lavatorio se puede observar en la Figura 31 el cual se señala mediante la flecha roja.

Pieza	Espacio libre (mm)
Lavatorio	25
Pila	35
Tina	50
Fregadero	35

Figura 30. Espacio libre mínimo para impedir una conexión cruzada
Fuente: CIHSE, 2017



Figura 31. Espacio libre entre la boca del grifo y en nivel de rebose de la pieza sanitaria
Fuente: Elaboración propia, 2021

Otro aspecto a tener en cuenta según CIHSE es que en el caso de los accesorios que están conectados mediante tope deberán tener al menos 0,30 m en su menor dimensión como

espacio útil. El mismo establece que todas las piezas sanitarias deberán contar con sifones cuyo sello de agua deberá tener una altura entre 0,05 m y 0,10 m a menos que su diseño indique algo diferente. En el Anexo 2 se observan las unidades de descarga y diámetros mínimos de sifones y conductos de descarga de aparatos sanitarios establecidos por el CIHSE. Dicho sello de agua se puede observar en la Figura 32. También este código menciona que es importante que los sifones se coloquen lo más cerca posible de los orificios de descarga de las piezas sanitarias con una distancia como máximo de 0,60 m entre el orificio de descarga y el vertedero del sifón. El diámetro del sifón deberá cumplir con lo estipulado en el CIHSE por lo que es importante verificar que se instale según lo indicado planos.

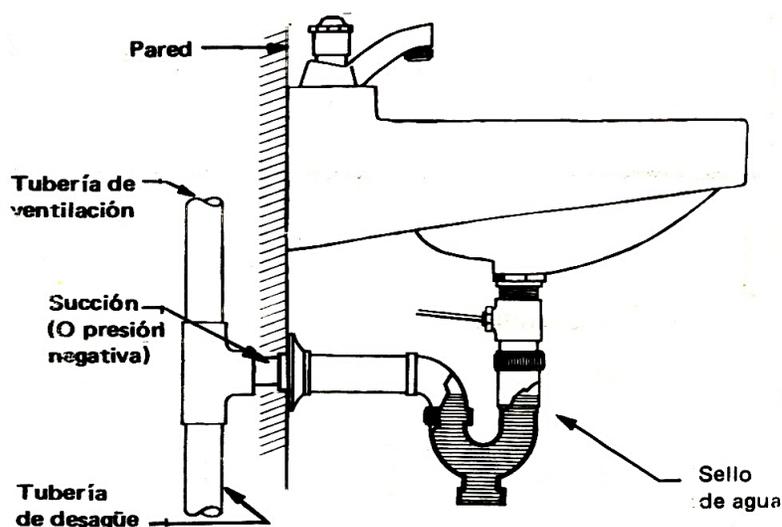


Figura 32. Sello de agua de lavatorio
Fuente: Google, 2021

En lo que respecta a la instalación de las piezas sanitarias, el CIHSE indica que su fijación al piso deberá ser mediante tornillos, pernos o algún otro sistema que permita el desmontaje de dicha pieza. Es importante mencionar que dichos tornillos o pernos, según dicho código, deberán ser de cobre, latón o algún material que sea resistente a la corrosión. En cuanto a las piezas sanitarias de pared, la fijación de las mismas será mediante soportes metálicos cuyos esfuerzos no pueden ser transmitidos a las tuberías y conexiones.

Por otro lado, en el caso de los inodoros con tanque, como el que se aprecia en la Figura 33, el CIHSE establece una serie de requisitos que deben cumplir dentro de los cuales se

menciona que en el tubo de entrada de agua al tanque habrá una válvula de paso. Otro requisito es que la capacidad de los tanques deberá ser suficiente para la limpieza completa del inodoro. De igual manera, como parte de los requisitos se menciona que para evitar la pérdida o desperdicio de agua el mecanismo de accionamiento deberá funcionar adecuadamente y reponer el sello de agua de la pieza. El último requisito establecido en dicho código para estas piezas sanitarias es que, si se produce algún desbordamiento dentro él mismo, el inodoro deberá contar con la capacidad de descargar.



Figura 33. Inodoro con tanque
Fuente: Google, 2021

Los inodoros con válvula semiautomática como el que se muestra en la Figura 34 también deben cumplir con las características establecidas en el CIHSE. La primera de estas, es que la pieza deberá tener una válvula de paso cuya instalación se ubique cerca del inodoro y de fácil acceso en caso de requerir reparación. Otra característica establecida es que para descargar, lavar el inodoro y reponer el sello de agua en cada operación, la válvula semiautomática tiene que permitir el paso del agua con una presión y caudal adecuados. El tercer requisito establecido en dicho código es que la instalación de estas piezas se permite únicamente si se está seguro de que la presión y el caudal serán suficientes para el sistema de alimentación. También se indica que para poder regular el gasto de descarga y la presión de trabajo la válvula semiautomática tiene que ser ajustable. La última característica que establece el CIHSE que

debe cumplir es la tubería ramal de alimentación de varios inodoros de este tipo tiene que contar con un amortiguador para controlar los efectos del golpe de ariete.



Figura 34. Inodoro con válvula semiautomática
Fuente: Google, 2021

El CIHSE también menciona que los inodoros tienen que tener una tubería de ventilación de mínimo 0,038 m de diámetro ($1\frac{1}{2}$ "") que contribuye con la descarga libre de los desechos. Esta tubería de ventilación se debe ubicar al menos a 0,33 m de la salida del inodoro o en caso de que no se pueda ubicar tan cerca se debe ubicar a una distancia máxima de 3 m de la salida del inodoro como se observa en la Figura 35. Dicho código también establece que, si el inodoro descarga al piso, con el fin de evitar la turbulencia cuando se realiza la descarga y que la velocidad de descarga sea la adecuada, se debe tener una altura adecuada entre la salida del inodoro y la tubería de descarga.

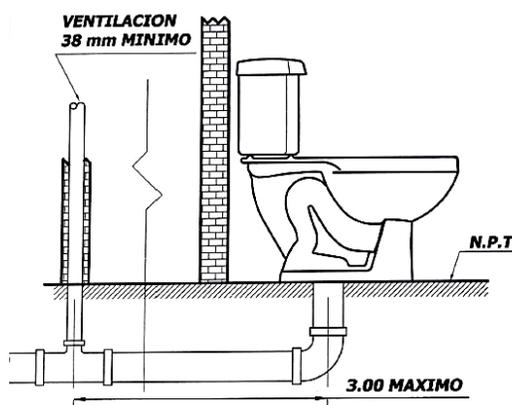


Figura 35. Distancia máxima entre la tubería de ventilación y la salida del inodoro
Fuente: CIHSE, 2017

En adición a lo anterior, el CIHSE menciona que entre el codo sanitario y el nivel de piso terminado deberá existir una distancia entre 0,25 m y 0,60 m. De igual forma, indica que, con el propósito de lograr un acarreo de sólidos adecuado, la tubería de descarga deberá tener una pendiente de 1,5% cuya variación máxima podrá ser de $\pm 0,5\%$. Lo mencionado se puede observar en la Figura 36. Otro aspecto a tomar en cuenta de acuerdo con el CIHSE es la correcta ubicación del tubo de desagüe con respecto al nivel de pared terminada ya que debe existir un espacio mínimo de 0,01 m entre el tanque del inodoro y la pared, según lo que se indica en planos y en las especificaciones de los fabricantes.

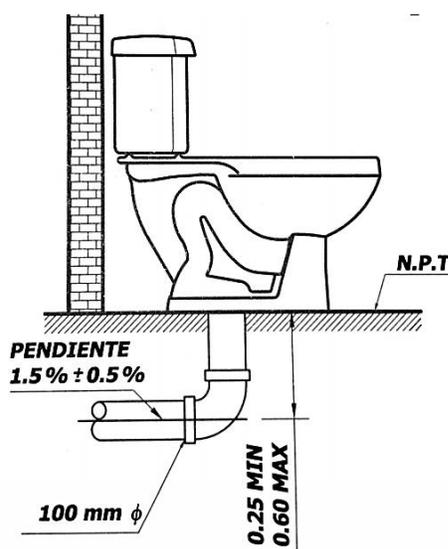


Figura 36. Distancia entre el codo sanitario y el nivel del piso
Fuente: CIHSE, 2017

Para el caso de las duchas, el CIHSE establece que el piso de la misma deberá tener una pendiente entre el 2% y el 4% hacia el desagüe y en caso de que se coloque un muro pequeño o grada, el dique o grada deberá ser como mínimo 0,05 m y máximo 0,23 m. Lo anterior se muestra en la Figura 37. El desagüe mencionado deberá contar con una rejilla removible de material inoxidable, cuyos orificios sean tales que permitan la evacuación del caudal de servicio de la ducha y además deberá contar con un sifón. Otro aspecto que se establece en dicho código es que las esquinas de muros y las aristas en el piso deberán ser redondeadas. De igual manera, se menciona que el acabado de los muros tiene que ser con material impermeable desde el piso hasta una altura mínima de 1,5 m. En el caso de que existan bañeras del tipo empotradas o semiempotradas, el código menciona que las mismas deberán tener una junta impermeable entre la pared y la pieza sanitaria.

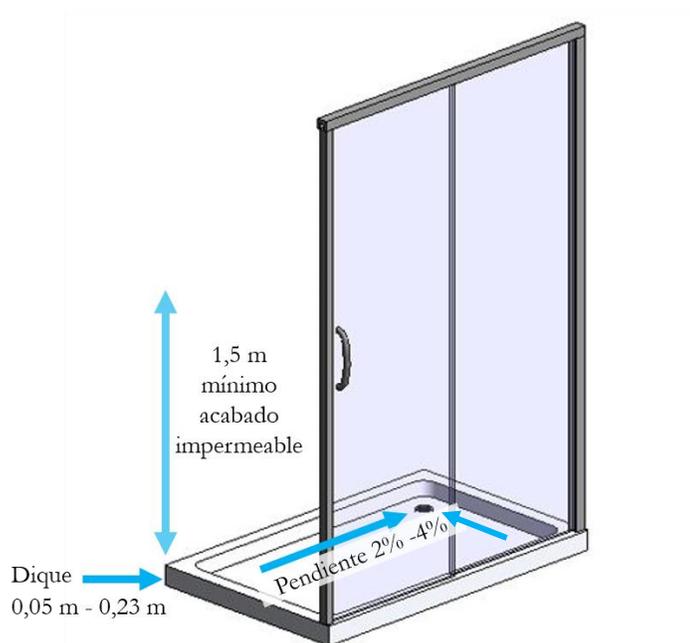


Figura 37. Requisitos para las duchas
Fuente: Elaboración propia, 2021

En lo que respecta al caso de los fregaderos, el CIHSE establece que, tanto para pilas para lavar ropa como para los fregaderos y lavamanos, los mismos deberán estar provistos de dispositivos que impidan el paso de sólidos al sistema de desagüe y el sifón con el que cuenten deberá ser registrable para limpieza fácilmente. También en dicho código se establecen las dimensiones mínimas del lavamanos las cuales son de 0,33 m de largo, 0,23 m de ancho y 0,13 m de profundidad.

El CIHSE también establece distancias mínimas que se deben cumplir entre los muebles sanitarios y sus accesorios. Las distancias mencionadas se muestran en la Figura 38. También se establecen las dimensiones mínimas para un cuarto de baño las cuales son 2,5 m de largo y 1 m de ancho lo que resulta en un área de $2,5 \text{ m}^2$. Por otro lado, la altura mínima del cuarto de baño según el CIHSE y el Reglamento de Construcciones deberá ser de 2,40 m en el caso de que exista cubierta de techo o cielo raso de material aislante o reflectivo del calor. En caso de que dichos elementos no sean de material aislante la altura deberá ser de 2,60 m, a menos que el área de ventilación se aumente un 15% en cuyo caso la altura mínima podrá ser de 2,25 m.

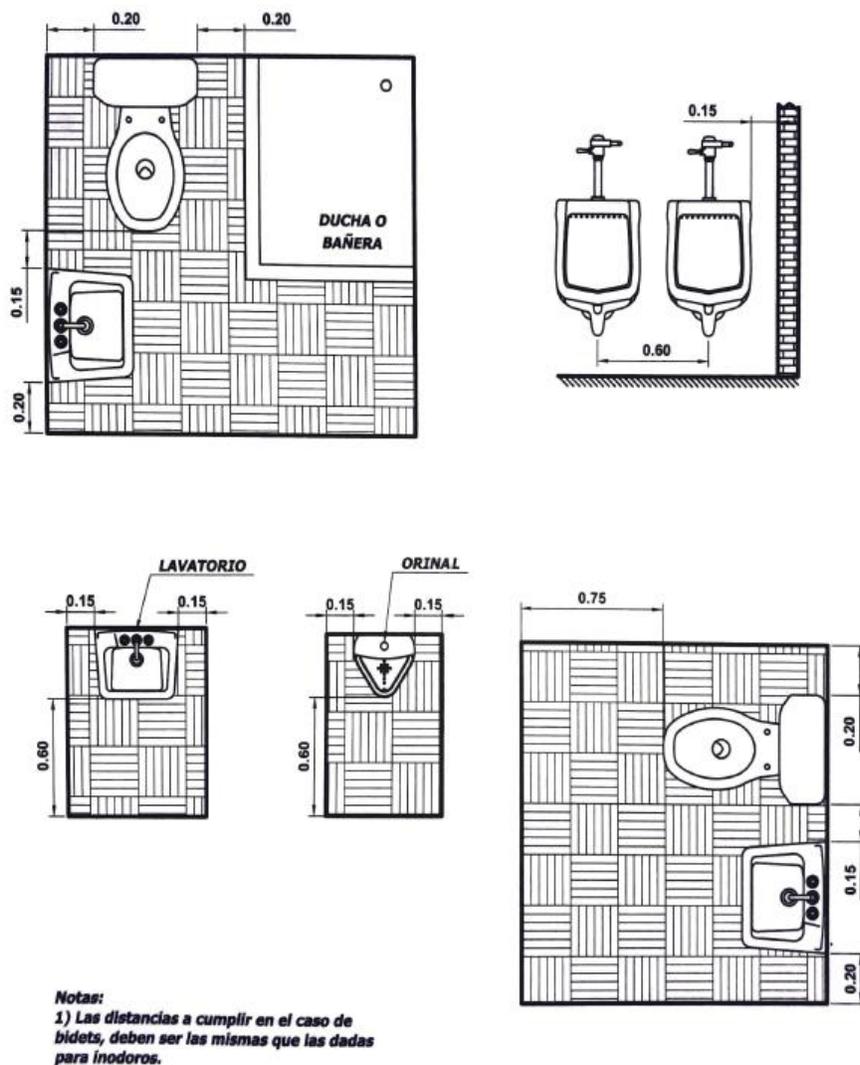


Figura 38. Dimensiones mínimas para la instalación de piezas sanitarias
Fuente: CIHSE, 2017

Para el caso en el que se tenga que aplicar la Ley 7600, la misma establece que en lo referente a lavaderos y fregaderos los mismos deberán tener un espacio inferior libre de 0,68 m para rodillas y piernas y su altura debe ser tal que permita el alcance cómodo al usuario en posición sentada, la cual tiene como límite máximo 0,85 m. La distancia de los controles del fregadero no puede ser mayor de 0,6 m según la misma ley. Esta también menciona que la profundidad del fregadero no puede ser mayor a 0,125 m. Como último requisito para los fregaderos dicha ley indica que deben contar con un área lisa de mostrador para apoyo y soporte de brazos la cual debe medir 0,075 m al frente. La altura máxima para los lavatorios es de 0,80 m.

De igual manera, las duchas también presentan condiciones particulares en caso de que se tenga que aplicar la Ley 7600 ya que la misma también indica que el tamaño mínimo es de 1,20 m de largo y 1,20 m de ancho para la ducha para silla de ruedas y que su piso deberá ser de material antiderrapante. En lo que respecta a los inodoros los deben instalarse centrados en la pared de fondo.

Los cuartos de baño también deben cumplir con aspectos de iluminación establecidos tanto en el CIHSE como en el Reglamento de Construcciones. Este último menciona que el porcentaje de área mínimo de ventanas correspondiente a los cuartos de baño es de un 10% del área de piso destinado para esta sección de la vivienda. También se debe tener en cuenta que, según dicho código, los cuartos de baño deberán contar con iluminación y ventilación ya sea de forma natural o artificial. El mismo indica que en caso de que la iluminación sea natural, las ventanas o tragaluces deberán dar directamente a patios o espacio público. Por otro lado, también se establece que, si la ventilación es artificial, la velocidad del aire introducido tendrá algunos límites según la altura de las rejillas sobre el nivel del piso por lo que es importante revisar lo indicado en planos y verificar que cumpla con las especificaciones. Otro aspecto importante para este último tipo de ventilación es que la puerta del cuarto de baño deberá contar con una abertura o algún sistema que permita el paso de aire fresco y el área de dichas aberturas se deberá especificar en planos por lo que es importante verificar que cumpla lo establecido en los mismos.

De acuerdo con el CIHSE, el sistema de aguas residuales sanitarias se debe diseñar y construir de manera que los desechos sean evacuados rápidamente sin obstrucciones ni escapes de olores, líquidos ni formación de depósitos en el interior de las tuberías. Dicho código también tiene como parte de sus normas generales para este sistema que el mismo deberá contar con suficientes cajas de registro e inspección para el correspondiente mantenimiento y limpieza. También un elemento importante para este sistema son las tuberías de ventilación las cuales permiten la adecuada aireación.

Dentro de las condiciones inadmisibles que establece el CIHSE para el sistema de aguas residuales se encuentra que las descargas de una edificación ingresen a las tuberías de otra edificación, que las tuberías de desagüe crucen el interior de tanques de almacenamiento de agua potable ni el techo o losa de cobertura de los mismos, cajas de registro en habitaciones o lugares cerrados y conexiones cruzadas con otros sistemas. También es importante tener

presente que en la entrada de la tubería de drenaje se debe instalar un dispositivo o tapa perforada cuya altura no debe ser mayor a 0,012 m.

En lo relacionado a los materiales para tuberías de desagües, tubos de ventilación, sus uniones y conexiones el CIHSE indica que se puede utilizar hierro fundido, PVC, acero galvanizado, polietileno, concreto y polipropileno. En el caso de que se utilice acero galvanizado, se deberá mantener a una altura mínima de 0,15 m sobre el suelo. Según el material utilizado, se deberá cumplir con las especificaciones más recientes de las entidades calificadas correspondientes como por ejemplo la ASTM, AWWA, DWV, ISO, entre otras.

El CIHSE indica que, si la vivienda se encuentra ubicada en un área servida por alcantarillado sanitario, la misma deberá realizar las descargas de aguas residuales sanitarias en dicho sistema. También es importante tener presente que la autoridad administrativa de este servicio será la encargada de realizar la interconexión domiciliaria con el alcantarillado sanitario. En caso de que no se ubique en una zona con accesibilidad a alcantarillado sanitario, dicho código indica que se permite el uso de sistemas individuales para el tratamiento y desecho de las aguas residuales siempre y cuando cumplan con lo establecido por la autoridad sanitaria.

En cuanto a la instalación de estas tuberías, el CIHSE establece que la profundidad de la zanja donde se colocará la tubería dependerá del diámetro de la misma ya que la distancia entre la corona del tubo y la superficie del terreno debe ser de 0,30 m mínimo como se muestra en la Figura 39. Para este sistema se establece que previo a la colocación de la tubería, se compacte adecuadamente el fondo de la zanja para evitar posibles asentamientos ya que la tubería debe estar en contacto con el terreno en toda su longitud. Después de la compactación se puede colocar las tuberías y se procederá con el relleno y la compactación del resto de la zanja.

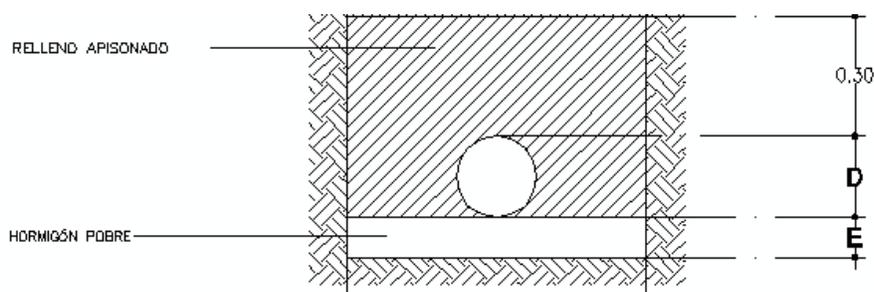


Figura 39. Zanja para tubería sanitaria
Fuente: Google, 2021

De acuerdo con el CIHSE se debe realizar la inspección adecuada y las pruebas correspondientes a este sistema las cuales se detallan en la Sección 5.2.2. Este código también establece las distancias que hay que guardar por los colectores de aguas residuales las cuales se pueden observar en la Figura 40.

Distancia horizontal mínima requerida desde el colector de aguas residuales	
Lindero de propiedad o muros medianeros	1 m
Pozos de agua	15 m
Alimentación agua pública	3 m
Acometida residencial	0,3 m

Figura 40. Distancias mínimas desde el colector de aguas residuales
Fuente: CIHSE, 2017

El CIHSE también menciona que los empalmes entre bajantes, colectores y conductores de desagüe se deben realizar a un ángulo máximo de 45° a menos de que dicho empalme se realice mediante cajas de registro. Para el caso de los cambios de dirección horizontales de las tuberías de desagüe de aguas residuales se deben hacer mediante uniones en Y de 45°, codos de curva abierta o con combinaciones apropiadas de los aditamentos. También dicho código establece la manera correcta de realizar los cambios de dirección del flujo horizontal a vertical y los accesorios cuyo uso es prohibido. Por lo que es importante que se construya según se indica en el diseño hidráulico.

De acuerdo con el CIHSE, los sistemas de desagüe deberán contar con bocas de limpieza y cajas de registro. En el caso de las bocas de limpieza como la que se muestra en la Figura 41, dicho código establece que las mismas se deberán ubicarse en lugares fácilmente accesibles y menciona las condiciones de diseño para las mismas. El mismo establece que las bocas de limpieza se permiten que sean de hierro fundido, PVC o cualquier material aceptable y se indica que deben contar con un tapón en uno de sus extremos. Otro aspecto indicado para las bocas de limpieza según este código es que su instalación se hará de manera tal que abran en dirección opuesta a la del flujo formando un ángulo de 45° con la tubería de desagüe como se observa en la Figura 41. También, según el mismo código, deberán cumplir con distancias mínimas entre la boca y las paredes, techos o elementos que obstaculicen su acceso, las cuales se indican en el Cuadro 1. En el caso de los registros de piso, el mismo código indica que la

tapa y el borde superior del cuerpo deben quedar a ras con el piso terminado y deberán estar a una distancia mínima de 6 m de cualquier puerta de acceso.

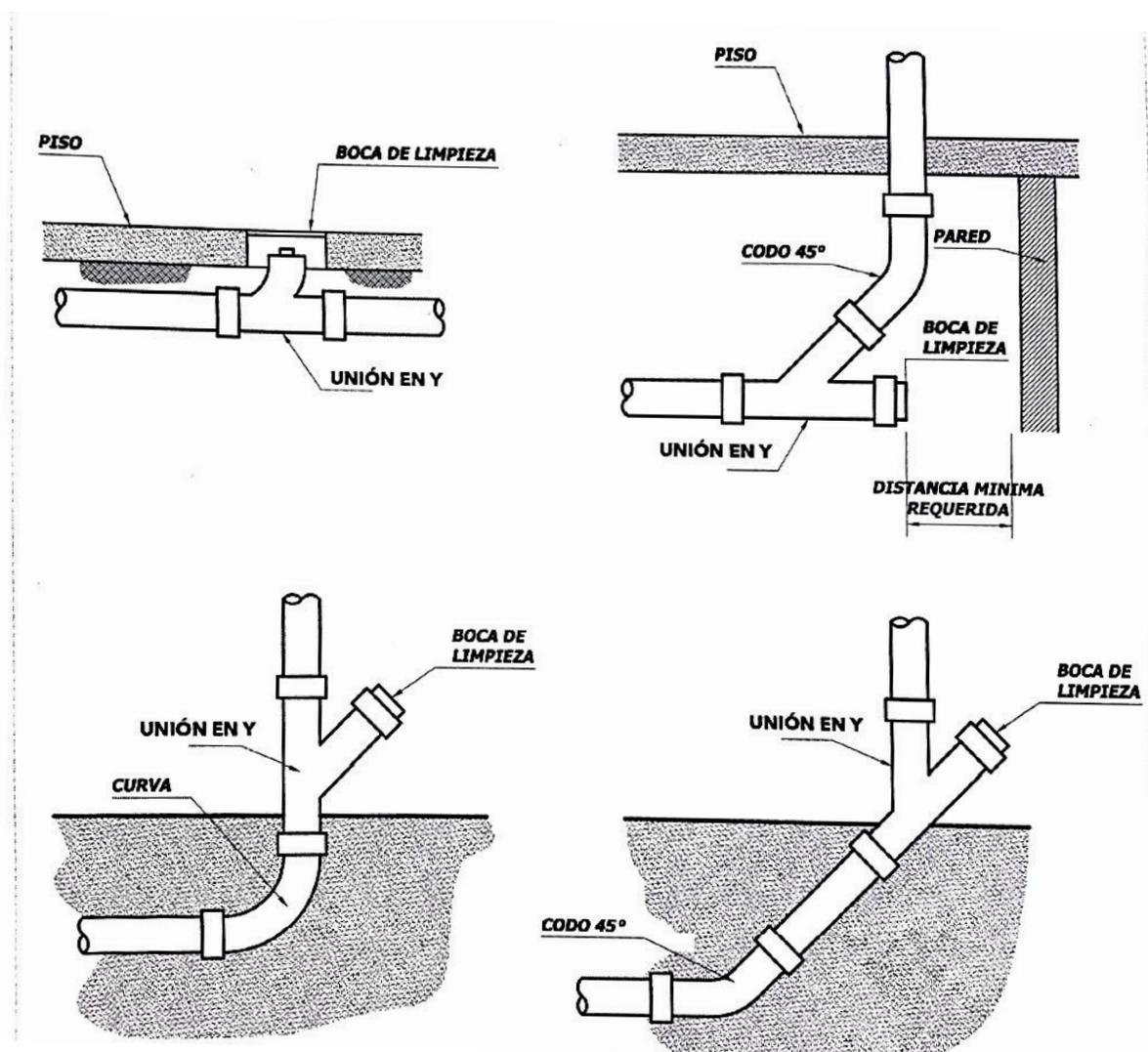


Figura 41. Bocas de limpieza
Fuente: CIHSE, 2017

Cuadro 1. Distancia mínima entre el tapón de la boca de limpieza y elemento que obstaculiza

Diámetro de tuberías (m)	Distancia mínima (m)
0,100	0,450
0,075	0,300

Por otro lado, con lo relacionado a las cajas de registro, el CIHSE recomienda colocar una con sifón de edificio en la conexión del desagüe de aguas residuales a la red pública. El sifón mencionado debe contar con dos bocas de limpieza del mismo diámetro del sifón, que tendrá como mínimo 0,10 m y deben estar ubicadas en un lugar accesible en caso de que se requiera limpiar el interior del sifón y limpiar aguas arriba y aguas abajo. También un aspecto que se menciona en el mismo código es la ventilación que se le debe dar al sifón la cual deberá ubicarse a una distancia de 1,20 m máximo y un diámetro de mínimo 0,05 m por lo que se debe verificar que se cumpla lo establecido en planos. En la Figura 42 se puede observar la vista superior correspondiente a una caja de registro domiciliar con sifón y las condiciones que esta debe cumplir según el CIHSE. Seguidamente en la Figura 43 se observa la sección A-A de dicha caja de registro y en la Figura 44 se muestra la Sección B-B de la misma.

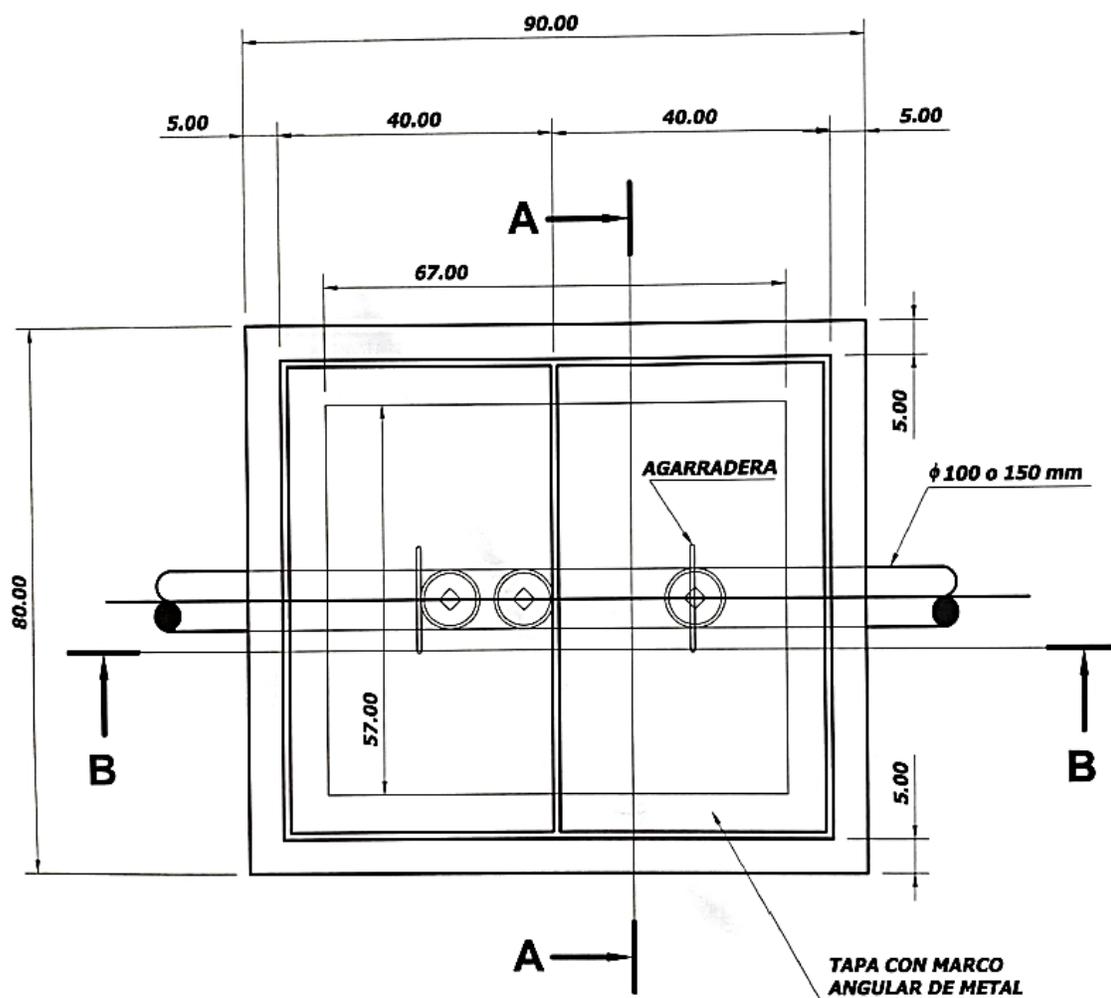


Figura 42. Vista superior de caja de registro domiciliar con sifón
Fuente: CIHSE, 2017

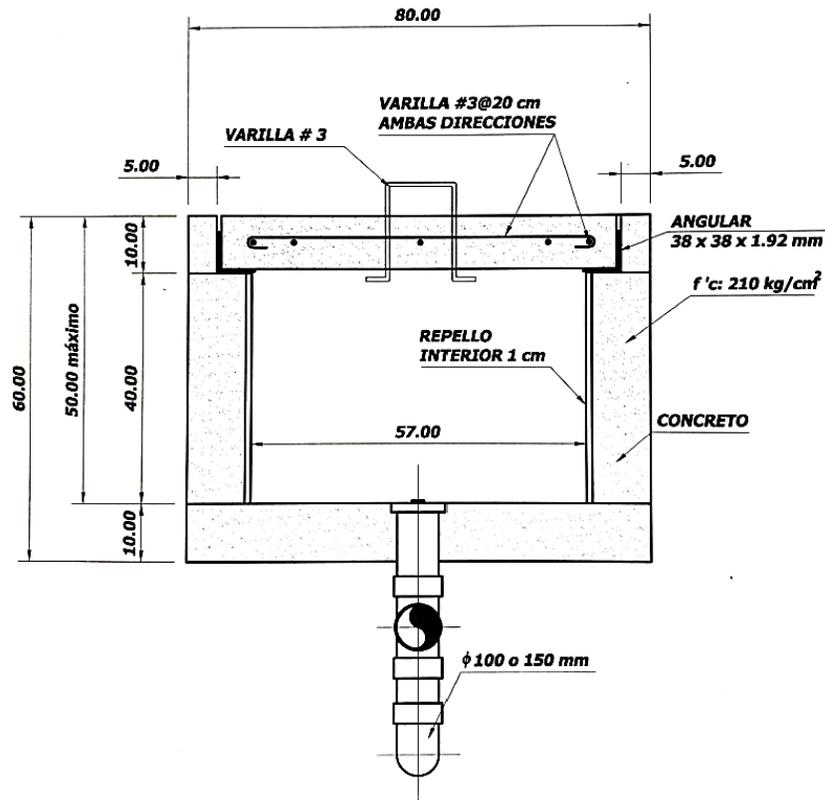


Figura 43. Sección A-A de caja de registro domiciliario con sifón
Fuente: CIHSE, 2017

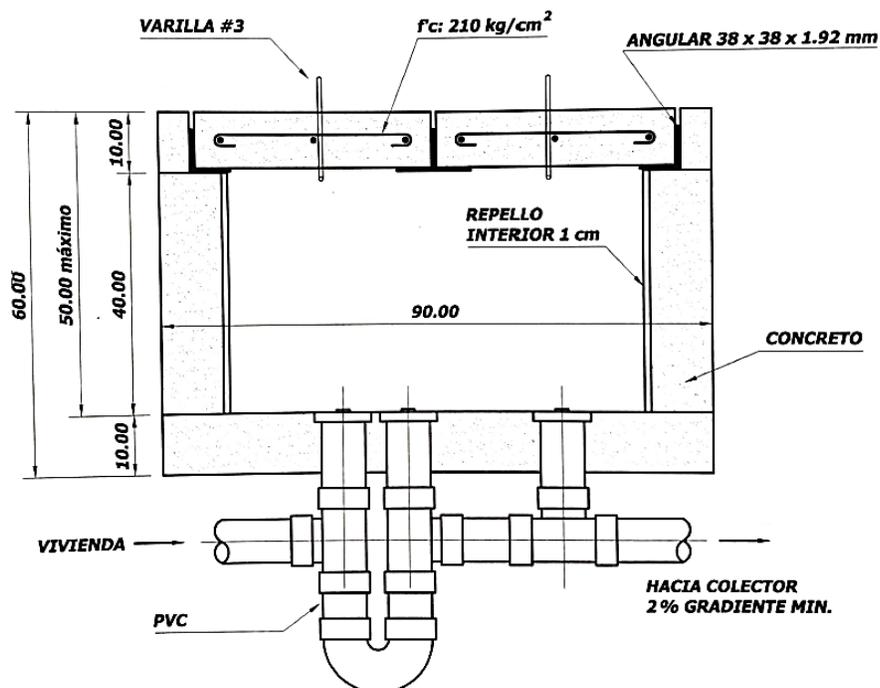


Figura 44. Sección B-B de caja de registro domiciliario con sifón
Fuente: CIHSE, 2017

El CIHSE añade que las cajas de registro se deben instalar en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro, en cada conexión con ramal y cada 10 m en tramos rectos. El mismo indica que en lo que se refiere a los materiales, dichas cajas se deberán construir con materiales impermeables como el concreto o mampostería con tapa y marco de hierro fundido, concreto o bronce, según sea lo diseñado. Además, se establece que se le debe dar el acabado adecuado al interior de las cajas ya que no se recomienda que las mismas queden con superficies rugosas o ásperas y en el caso de las cajas de mampostería el repello deberá ser de 0,01 m de espesor mínimo. Otro aspecto establecido en dicho código en relación a las cajas de registro, es que las mismas deben quedar selladas adecuadamente de manera que no haya escapes de gases y malos olores por lo que en caso de que la tapa no sea suficiente para garantizar dicho sello, se deberá utilizar doble tapa o contratapa. El CIHSE también establece las dimensiones mínimas que debe tener una caja de registro lo cual deberá ser contemplado para el diseño de las mismas.

En cuanto a las trampas de grasa, el CIHSE establece en el Artículo 7.8.1-1 que no es necesario que se instalen las mismas en las viviendas unifamiliares. Sin embargo, debido a que se siguen diseñando casas con estas, a continuación, se mencionarán las condiciones indicadas en dicho código para este elemento del sistema mecánico. El mismo código establece que la ubicación de estas deberá ser en un sitio de fácil acceso para su limpieza o reparación en caso de requerirse. De igual manera, se indica que el tamaño debe ser el adecuado para lograr el funcionamiento esperado por lo que en el diseño esto se debe considerar y construirlo de acuerdo al mismo. Como parte de sus características también menciona que la tapa de registro debe estar sellada. Los demás requisitos de distancias mínimas y máximas indicados en dicho código se pueden observar en la Figura 45.

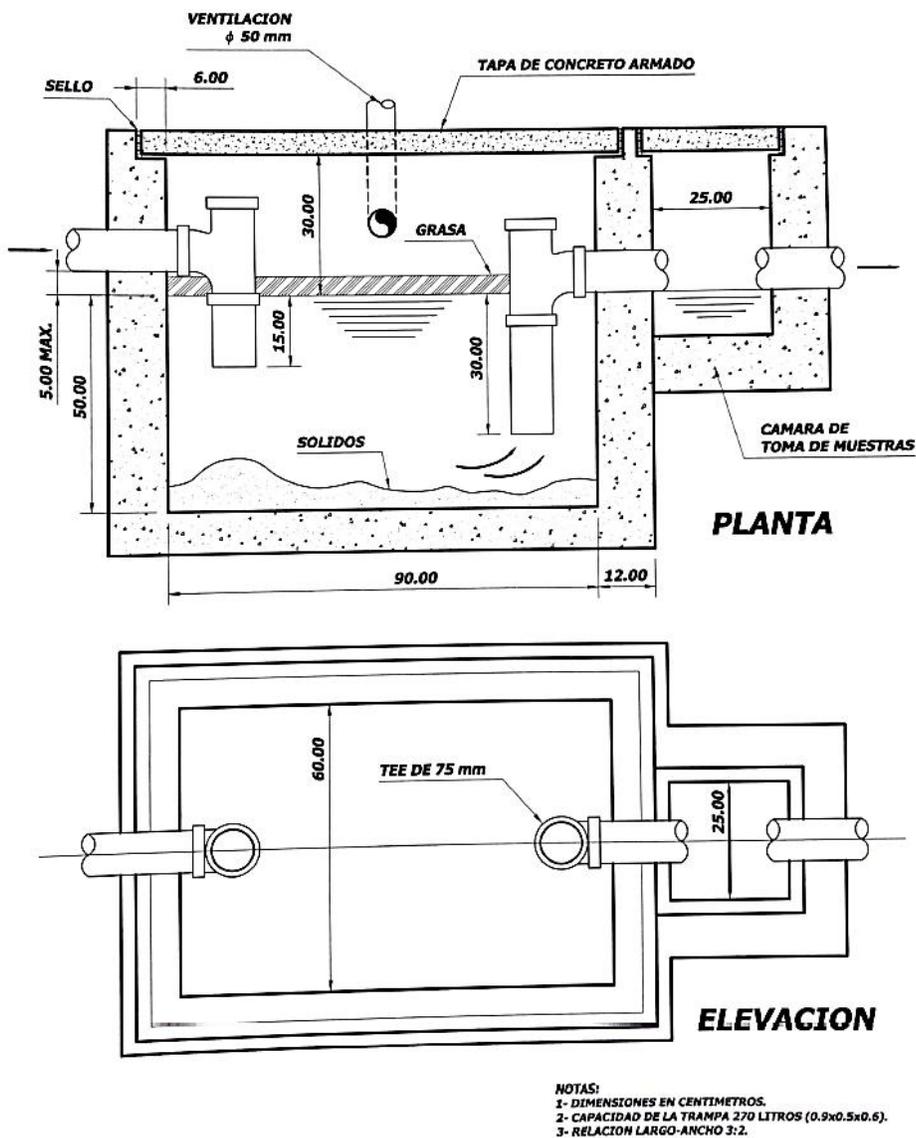


Figura 45. Trampa de grasa
 Fuente: CIHSE, 2017

En el caso de que la vivienda cuente con un tanque séptico, de acuerdo con el COHSE, las especificaciones deberán incluir características como las dimensiones del tanque de las cuales entre el ancho y el largo deberá existir una relación de 1:3, una profundidad útil de líquidos entre 1,0 m y 2,5 m, un tiempo de retención hidráulica de 24 horas como mínimo, un tiempo de retención por biodigestión y un tiempo de almacenamiento de lodos. Además, dicho código establece que el tanque debe contar con varias capas de las cuales de abajo hacia arriba la primera es la zona de almacenamiento de materia, la zona de biodigestión, la zona de sedimentación y la zona para grasas o natas. Otros aspectos que se deben tener presentes

según el mismo código en lo relacionado al tanque séptico son las dimensiones de las zanjas para drenaje, distancias entre pozos de absorción o infiltración y los elementos que complementan al mismo según se indique en el diseño. Un ejemplo de planta de tanque séptico se puede observar en la Figura 46 cuyo diseño es realizado según el documento Especificaciones Técnicas para el Diseño de Tanques Sépticos el cual tiene como autores a la OPS, CEPIS y UNATSABAR.

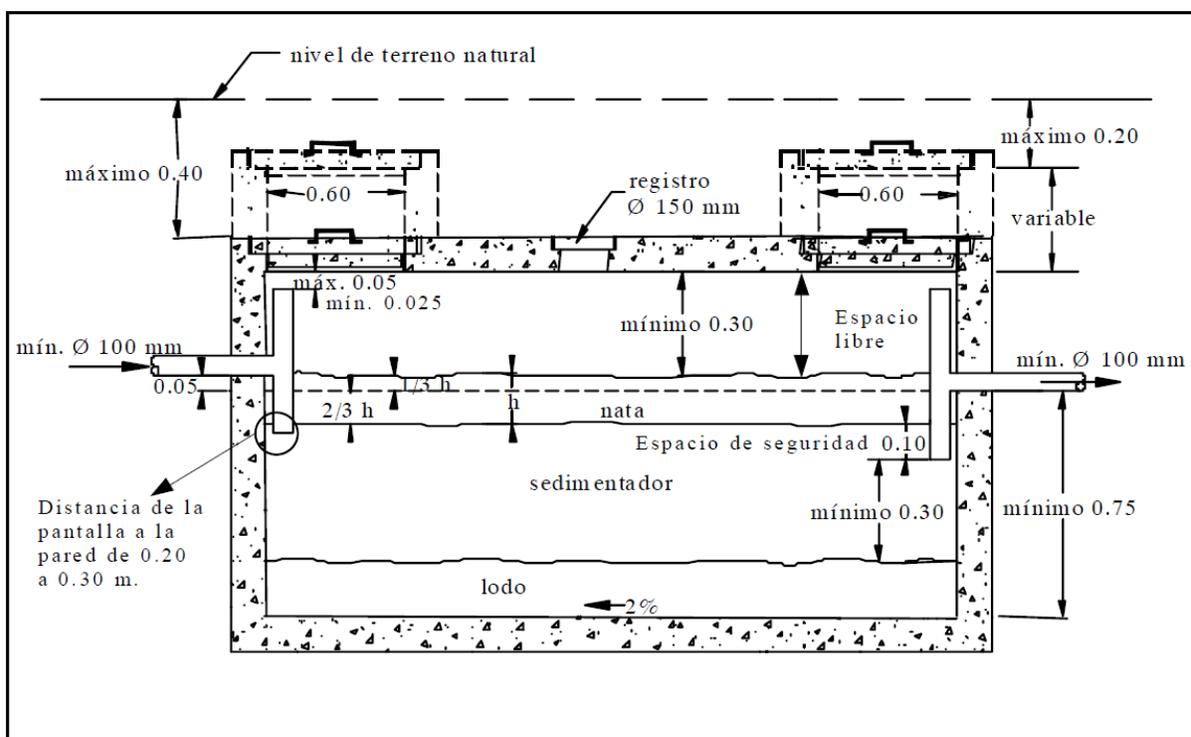


Figura 46. Ejemplo de tanque séptico
Fuente: OPS, CEPIS y UNATSABAR

El CIHSE estipula todo lo relacionado al diseño de los tanques sépticos como el dimensionamiento del tanque sedimentador/biodigestor, los elementos de entrada y salida del mismo, la calidad de los materiales para un tanque, el ancho mínimo en caso de tanques de concreto, los elementos que complementan un tanque séptico, la evacuación de gases y el manejo y ubicación de lodos. Todos estos aspectos deben ser la base del diseño del tanque séptico y se deben establecer en las especificaciones técnicas por lo que es importante inspeccionar el cumplimiento de los mismos.

Según el CIHSE un requisito para aceptar o rechazar el lugar donde se ubica el tanque séptico y la zona de drenaje son las pruebas de infiltración. La prueba mencionada consiste en una serie de mediciones y lecturas que de acuerdo con el CIHSE se deben realizar directamente

en el lugar en el que se va a colocar el tanque y la zona de drenaje y en condiciones de saturación total del terreno. Este código indica que la prueba consta de dos partes de las cuales la primera consiste en la apertura, preparación y saturación del suelo durante 24 horas. La segunda etapa es la toma de datos de campo y lecturas para los agujeros de prueba correspondientes las cuales se realizan en intervalos de 30 minutos durante un periodo de 4 horas.

De igual manera, el CIHSE establece las características con las que deben contar las zanjas de drenaje dentro de las cuales se menciona que el relleno del tanque hacia abajo debe ser con piedra entre 0,07 y 0,10 m. Otra de las características mencionadas es que se prohíbe la colocación de materiales impermeables para no obstaculizar la evapotranspiración y salida de gases. También forma parte de dichas características los diferentes estratos y elementos establecidos en el CIHSE. El mismo código indica que si se cubre la superficie del terreno sobre la zanja se desaprovechan otras etapas de biodegradación. Como última característica dicho código menciona que en caso de que el terreno tenga pendiente, las zanjas de drenaje se deberán construir de manera paralela a las curvas de nivel.

De acuerdo con el CIHSE, en toda edificación el sistema de desagüe de aguas residuales debe estar complementado por un sistema auxiliar de tuberías de ventilación para que los gases y olores de este sistema circulen hacia arriba y salgan de la edificación. Para las tuberías de ventilación dicho código establece que los diámetros deberán ser tales que limiten la variación de la presión en el sistema de desagüe de aguas residuales a un máximo de 245 Pa por encima o por debajo de la presión atmosférica. El mismo código menciona que los métodos de protección contra la rotura del sello de agua de los aparatos sanitarios puede ser ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en circuito, ventilación húmeda o una combinación de los dichos métodos. De igual forma, se indica en el mismo código que el diámetro de las tuberías de ventilación sea constante hasta conectarse con la extensión de ventilación a través del techo.

Según el CIHSE Para el caso de las tuberías de ventilación horizontales, con el propósito de que lo que se condense se vaya la desagüe, las mismas deben tener una pendiente no menor al 1%. El mismo código indica que los tubos de ventilación que se conecten a tramos horizontales del sistema de desagüe deben elevarse de manera vertical a un ángulo no menor a 45° y la altura de dicha elevación no puede ser menor a 0,15 m por encima del nivel del

rebose de la pieza sanitaria más alta en relación a las piezas que sirve previo al inicio de su trayectoria horizontal. Por lo anterior el sistema de ventilación debe cumplir con las especificaciones técnicas tales como los diámetros, las longitudes, alturas, ángulos de conexión y distancias según lo indicado en planos.

Por otro lado, con lo relacionado a las terminales de ventilación las mismas se deben extender, según el CIHSE, a una distancia por encima del techo de 0,15 m mínimo y a 0,30 m mínimo de cualquier superficie vertical. Con el fin de impedir la entrada de animales o elementos que puedan obstaculizar la tubería, las terminales de ventilación se cubrirán con una coladera. Si la terminal de ventilación termina en una terraza dentro de un radio de 3 m de la misma, su altura deberá ser de 2,5 m mínimo. De igual forma si las bocas de dichas terminales se ubican sobre ventanas, puertas o cualquier entrada de aire entonces la distancia vertical mínima entre dichas entradas y la boca deberá ser de 0,9 m.

De acuerdo con el CIHSE, deberán contar con un tubo principal de ventilación las edificaciones de dos o más pisos con bajantes de aguas residuales que reciba la descarga de ramales de desagüe y que requieran de ventilación en circuito, ventilación individual o ventilación por medio de tubos auxiliares. Dicho código establece que la tubería principal de ventilación no debe tener disminuciones de diámetro y su instalación se realizará lo más recta posible. Otro aspecto que menciona el código es la conexión del extremo inferior de la tubería mencionada con el bajante de aguas residuales, la cual debe ser por debajo de la conexión del ramal de desagüe del nivel más bajo como se observa en la Figura 47.

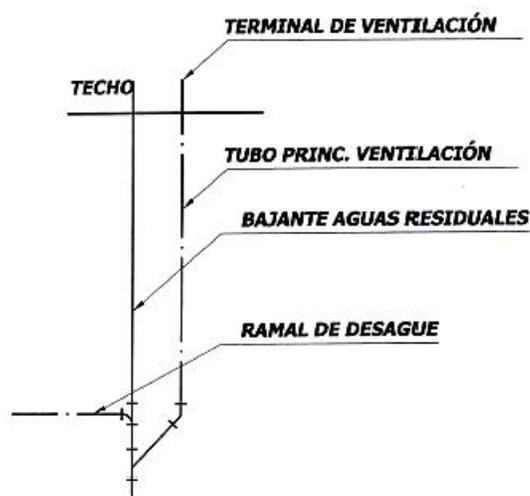


Figura 47. Conexión de la tubería principal de ventilación con el bajante de aguas residuales
Fuente: CIHSE, 2017

El CIHSE establece que el extremo superior se debe conectar al bajante de aguas residuales que corresponda a una altura de 0,15 m como mínimo por encima de la línea de rebalse de la pieza sanitaria más alta como se muestra en la Figura 48. También se menciona como alternativa a lo anterior la conexión de varias tuberías de ventilación a un colector de ventilación del que saldrá un solo tubo de ventilación hacia el techo o al exterior de la edificación por medio de una terminal de ventilación según se observa en la Figura 49.

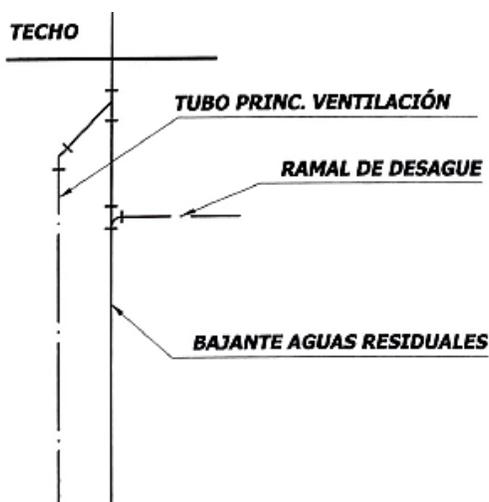


Figura 48. Conexión del extremo superior al bajante de aguas residuales
Fuente: CIHSE, 2017

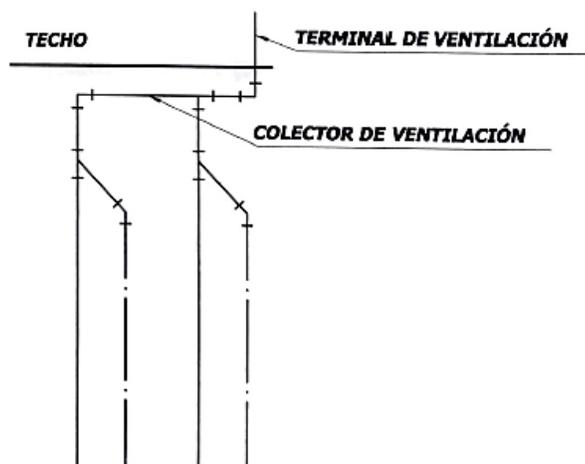


Figura 49. Conexión de varias tuberías de ventilación a colector
Fuente: CIHSE, 2017

Por otro lado, con relación a la ventilación individual de los accesorios el cual se ilustra en la Figura 50, el CIHSE menciona que todos los sifones y sellos de agua de las piezas sanitarias deben tener este tipo de elementos a menos de que usen los métodos de ventilación bajante,

ventilación en circuito, ventilación húmeda o ventilación única. De igual manera este código menciona que debe tener ventilación individual toda pieza sanitaria que se encuentre conectada a un ramal de desagüe de aguas debajo de un inodoro. Una excepción a lo anterior se presenta cuando la una ventilación común se puede utilizar como ventilación individual para máximo dos sifones de accesorios según el código. El mismo código establece que la conexión de la ventilación común debe ser en la unión de los dos desagües de los accesorios y subir verticalmente desde la conexión antes de salir horizontalmente. También se establecen los parámetros de diseño para la distancia entre el sello de agua y la conexión de ventilación correspondiente, el nivel de altura de la conexión de ventilación para el desagüe del accesorio y la ubicación de la conexión de ventilación con un tubo horizontal de aguas residuales. Todo lo anterior se debe verificar que cumpla con lo indicado en las especificaciones técnicas.

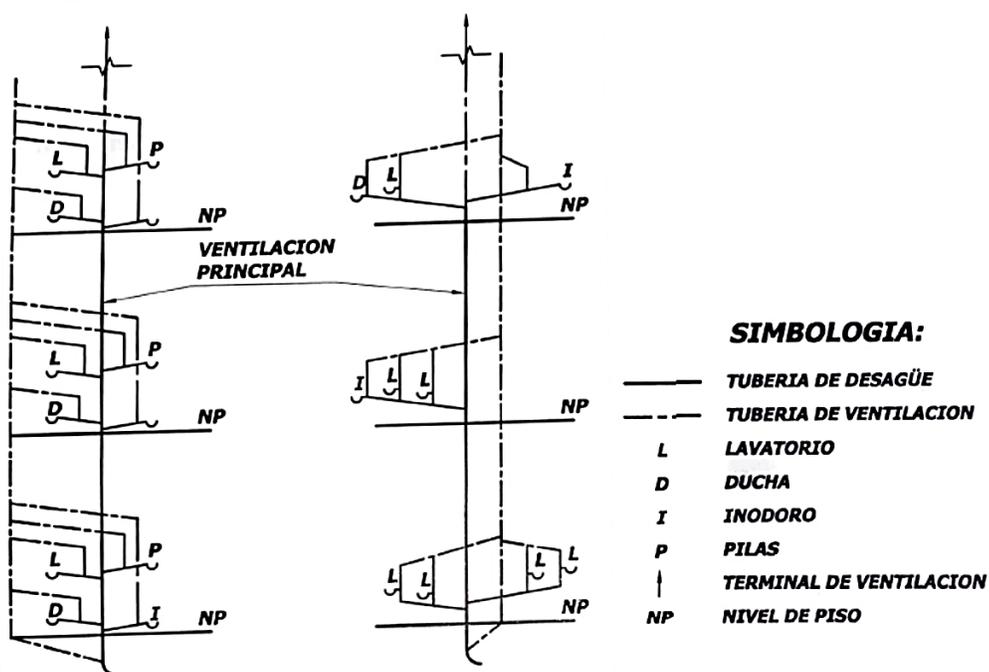


Figura 50. Sistema de ventilación individual
Fuente: CIHSE, 2017

El otro tipo de ventilación es la bajante la cual se muestra en la Figura 51 y según el CIHSE se presenta donde un accesorio descargue de manera directa en un bajante y la extensión de este puede funcionar como ventilación para el sifón del accesorio. Dicho código establece que este tipo de ventilación debe cumplir con varios aspectos, de los cuales algunos se pueden observar en la Figura 51. Estos aspectos consisten en el nivel de la conexión del desagüe del accesorio al bajante, la distancia entre el sifón del accesorio y la conexión con el bajante y los

requerimientos para que se utilice este método para ventilación de inodoros. De igual manera, el código indica las condiciones que se deben cumplir para el caso en el que los sifones de dos accesorios colocados al mismo nivel y que descarguen directo en un bajante de aguas residuales a un nivel establecido. Con excepción de lo mencionado en el párrafo anterior, el CIHSE estipula que en el caso de un edificio de un solo piso se permite instalar las piezas sanitarias como baño, lavatorio, ducha y un fregadero de cocina sin ventilación individual para los sifones de estos accesorios si se cumplen una serie de condiciones.

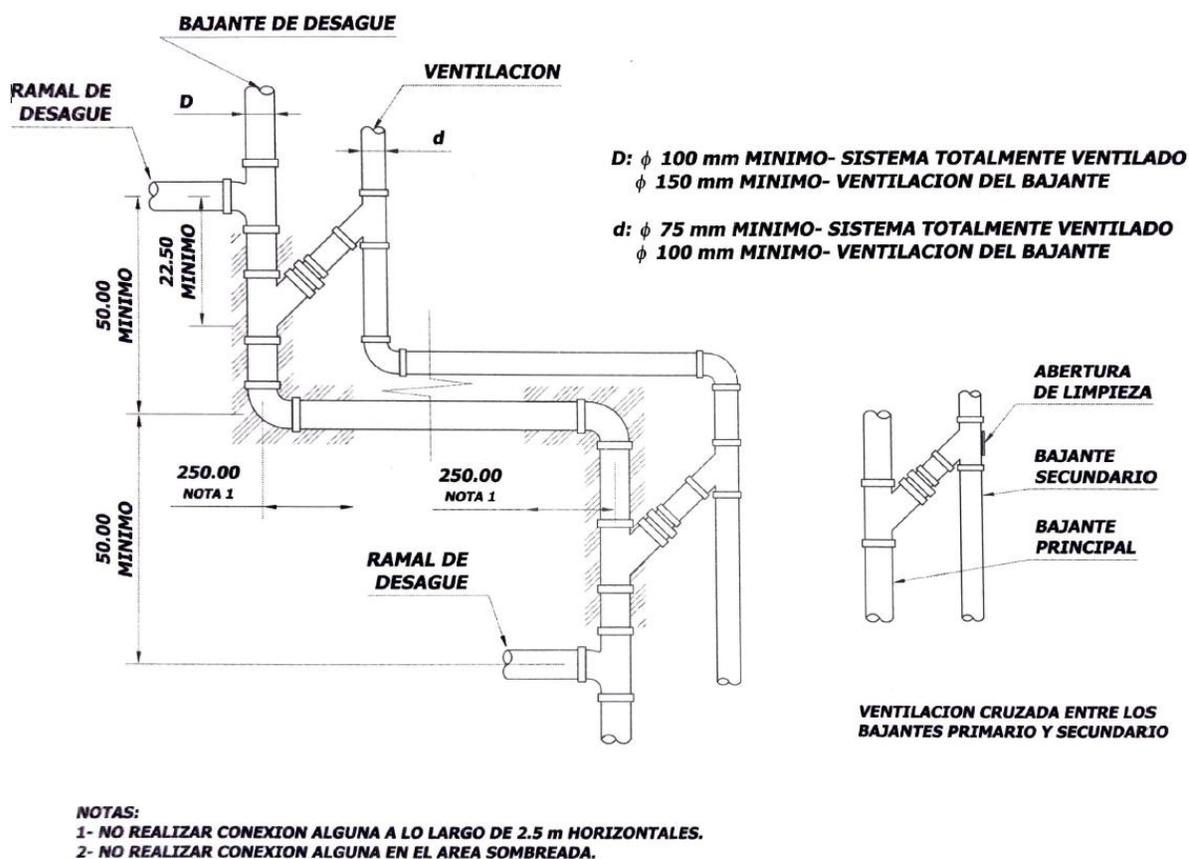


Figura 51. Ventilación del bajante de aguas residuales
 Fuente: CIHSE, 2017

Con relación a la ventilación mediante bajante único, el CIHSE establece los requerimientos para que se emplee el bajante de desagüe de aguas residuales como único tubo de ventilación por lo que los mismos deberán tomarse en cuenta en el diseño mecánico de la obra. Dicho sistema se ilustra en la Figura 52. El primero de los requerimientos mencionados consiste en que cada ramal de desagüe se conectará de forma directa e individual al bajante y las piezas sanitarias deberán estar cerca entre sí. Otro requerimiento para utilizar dicho tipo de ventilación

es que los accesorios sanitarios deben contar con trampas con sello de agua de 0,075 m como se muestra en la Figura 53 y en el caso del inodoro el sello puede ser de 0,05 m.

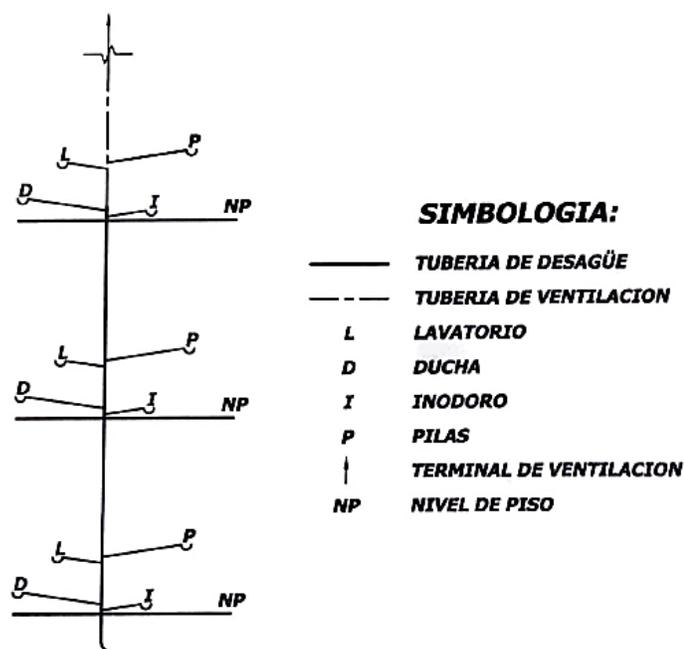


Figura 52. Sistema de ventilación de bajante único

Fuente: CIHSE, 2017

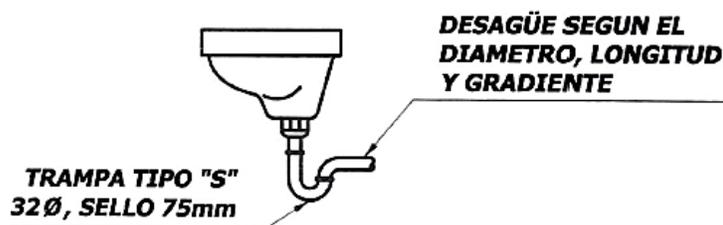


Figura 53. Sello de agua de ventilación de bajante único

Fuente: CIHSE, 2017

También se establece en el CIHSE la ubicación de la descarga a un bajante de aguas residuales, así como las longitudes, diámetros y pendientes máximas de los desagües de los accesorios sanitarios, así como se observa en la Figura 54 y en la Figura 55 según la pieza sanitaria que corresponda. De igual manera se establece en el mismo las condiciones para la unión entre el bajante y la tubería horizontal del desagüe la cual deberá ser mediante codos de radio largo y la distancia que debe haber entre la tubería horizontal del desagüe y la última pieza sanitaria. Como parte de las características establecidas en dicho código está la extensión de ventilación del bajante de desagüe y las ventilaciones auxiliares.

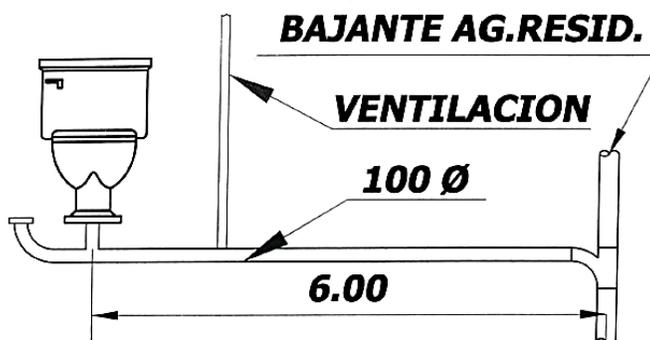


Figura 54. Inodoros con sistema de bajante único
Fuente: CIHSE, 2017

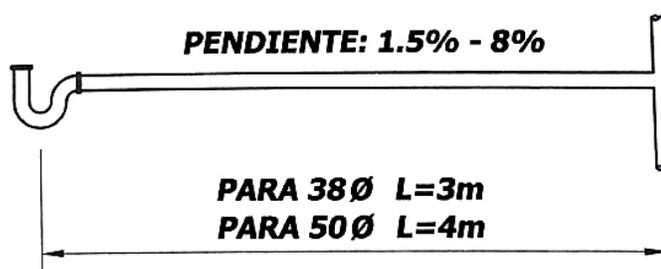


Figura 55. Sistemas de bajante único para pilas, tinajas, duchas y fregaderos
Fuente: CIHSE, 2017

3.2.3 Aguas pluviales

Uno de los aspectos a tener presente en cuanto al sistema mecánico de aguas pluviales es que, de acuerdo con CIHSE, no está permitido que las mismas se descarguen a la red pública de alcantarillado sanitario ni a la red de evacuación de aguas residuales de la edificación. Sin embargo, el sistema de desagüe sanitario y el sistema pluvial podrán ubicarse juntos en una misma trinchera.

En cuanto a los requisitos constructivos, este código indica que son los mismos que los mencionados anteriormente para el sistema sanitario dentro de los que se encuentra el tema de la profundidad de las zanjas, el relleno de la misma con su compactación y las pruebas correspondientes. Los requisitos mencionados también indican que se debe cumplir con lo estipulado en las secciones anteriores referente a la instalación de los conductos de desagüe y ventilación. De igual manera, el CIHSE establece que la instalación de los conductos y ramales de desagüe debe ser en alineamientos rectos y con pendiente uniforme. Se recomienda que para el caso del sistema de aguas pluviales la pendiente utilizada esté entre 2% y 5%. En el

Anexo 3 se pueden observar las pendientes mínimas de los conductos de descarga y colectores establecidas por el CIHSE para el sistema sanitario y el sistema pluvial. Según el CIHSE otro aspecto que deben cumplir tanto las tuberías de desagüe residual y pluvial es que, en caso de que estas estén ubicadas a un nivel inferior y paralelas a las cimentaciones, se deben retirar de las mismas formando un plano del borde inferior de la fundación al eje de la tubería no mayor a 45° con la horizontal. También, dicho código estipula que los empalmes entre colectores, bajantes y los conductos de desagüe se pueden hacer mediante cajas de registro o en ángulos no mayores a 45° . Asimismo, se debe tomar en cuenta lo establecido en el CIHSE correspondiente a los cambios de dirección de las tuberías y los accesorios prohibidos.

En lo que respecta a los materiales para tuberías y accesorios para desagüe pluvial, el CIHSE establece que aquellos ductos que se encuentren ubicados dentro de las viviendas pueden ser de hierro dúctil, PVC u algún material resistente a la corrosión y debe ser aprobado por la autoridad sanitaria. En caso de los bajantes de agua de lluvia que se ubiquen en el exterior de las paredes pueden ser de hierro dúctil, láminas de hierro galvanizado y PVC protegido con pintura en caso de que esté directamente expuestas al sol. Para las canoas o canales colectores el código indica que pueden ser de láminas de hierro galvanizado, PVC o el material que se establezca en el diseño y sea adecuado para dicho fin. Solamente se permite la utilización de canales de concreto o mampostería en zonas exteriores a la edificación como patios y jardines.

El CIHSE también recomienda que los sumideros, registros o receptores de agua de lluvia que se encuentren en patios o terrazas cuenten con trampa de arena y tengan rejillas de protección para evitar la obstrucción por el arrastre de hojas, papeles o basura. En lo relacionado a las rejillas, se indica que el área total libre de las mismas deberá ser como mínimo dos veces el área del orificio de desagüe. Además, en caso de que se requiera un tanque colector, el mismo deberá cumplir con las medidas indicadas en el diseño mecánico para que sea capaz de almacenar el volumen requerido. Igualmente, el CIHSE establece que en caso de que las aguas residuales o pluviales no se puedan descargar a la red pública correspondiente por medio de la gravedad, se debe utilizar un sistema de bombeo como el observado en la Figura 56, y deberá cumplir con lo mencionado en la Sección 3.2.2. Este sistema mecánico también deberá contar con bocas de limpieza y cajas de registro las cuales deberán cumplir con lo mismo que se mencionó para el sistema de aguas residuales sanitarias en la sección indicada anteriormente.

ESQUEMA DE POZO DE BOMBEO

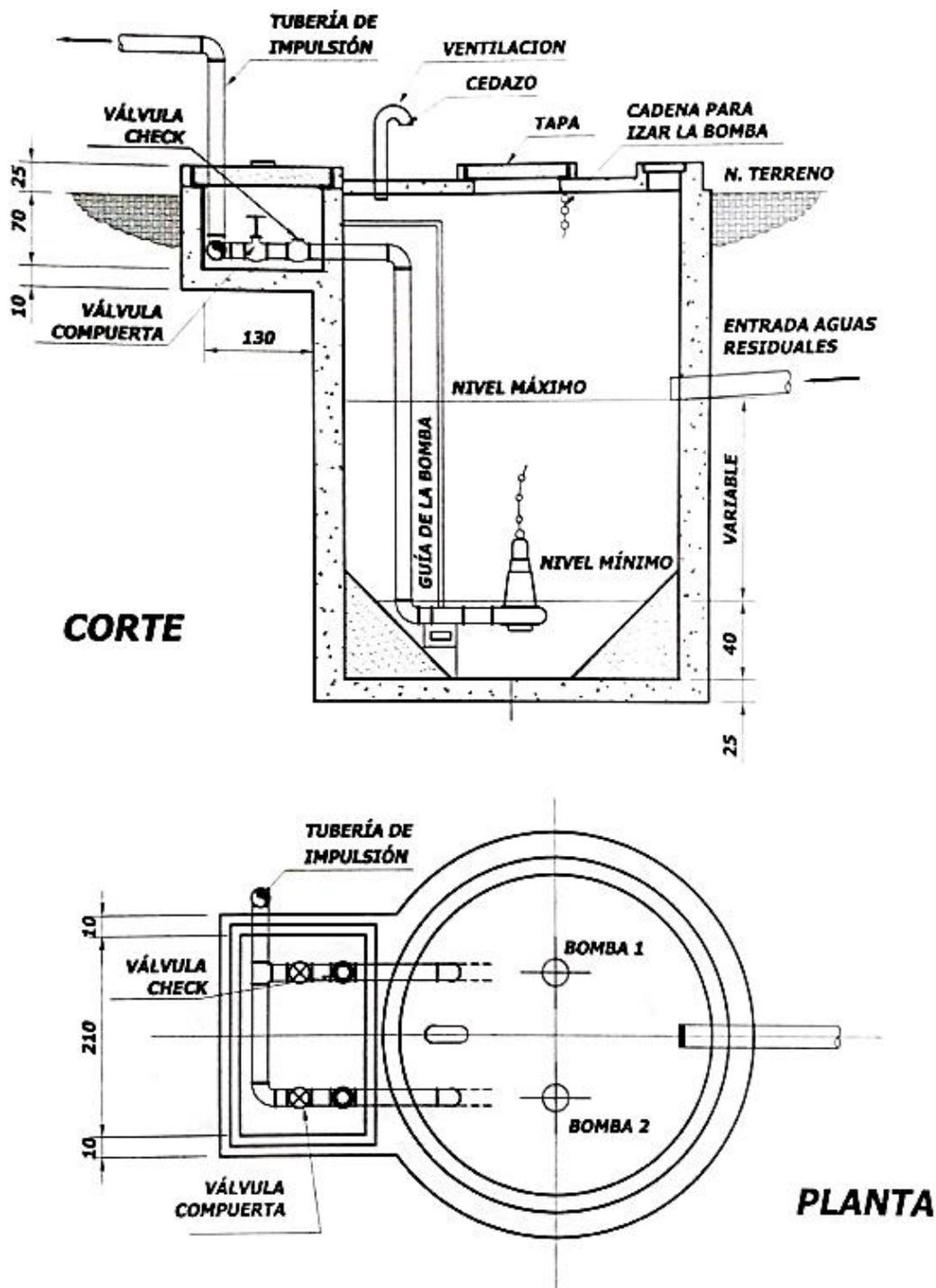


Figura 56. Esquema de pozo de bombeo
Fuente: CIHSE, 2017

4 Guía de interpretación de planos

La presente sección tiene como objetivo mencionar aspectos que contribuyan con la clara comprensión de los planos de los sistemas electromecánicos para realizar una correcta lectura de los mismos. Lo anterior con el fin de brindar una herramienta para la adecuada inspección tanto del sistema eléctrico como del mecánico.

4.1 Sistema eléctrico

De momento no existe un reglamento que establezca la simbología que se debe utilizar para los planos eléctricos, pero a continuación, en la Figura 57 y en la Figura 58 se muestra un ejemplo de la misma que se utiliza comúnmente. Esta se debe incluir en los planos ya que esto se indica en el Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos, el cual menciona que se deben indicar las respectivas características eléctricas y alturas de montaje de todos los elementos considerados en el diseño eléctrico.

	LÁMPARA INCANDESCENTE PARA CIELO RASO Y PARED 75 W. MAX 120 V
	APAGADOR SENCILLO, DOBLE Y TRES VIAS 15A.120 V, A 1.10 MTS. DEL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA. UBICACION GENERAL.
	APAGADOR SENCILLO EN BAÑOS 15A.120 V, A 1.30 MTS DEL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.
	CENTRO DE DISTRIBUCION DE CARGA A 1.70 MTS S.N.P.T.
	MEDIDOR DE ENERGIA A 2.00 MTS S.N.P.T.
	INTERRUPTOR PRINCIPAL A 1.70 MTS. S.N.P.T.
	SALIDA PARA FIN INDICADO
	SALIDA TELEFONICA MODUS 1183 MM. A 0.30 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.
	SALIDA TELEFONICA MODUS 1183 MM. A 1.20 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.
	BOTON PULSADOR CON PORTAFUSIBLE DE 5 A, UBICADO A 1.20 MTS. S.N.P.T.
	PREVISTA PARA CAMPANA DE TIMBRE.
	CALENTADOR DE PASO 12.000 W DE PARCHE EN LA PARED A 1.00mts A CENTRO DEL TANQUE
	INDICACION DE PLACA PARA SALIDA DE INTERCOMUNICADOR Y SALIDA TELEFONICA INTEGRADA A 1.20 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.

Figura 57. Simbología eléctrica parte 1

Fuente: CIHSE, 2017

	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO PARA MICROONDAS A 1.30 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA. / 15 A. 120 V.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 15A. 120 V, A 0.30 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA. DEBERA SER TAMPER RESISTANT.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 15A. 120 V, A 1.30 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA. PARA BAÑOS. DEBERA SER TAMPER RESISTANT.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 15A. 120 V, A 1.10 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA. PARA COCINA Y PILAS.
	SALIDA EN PARED PARA ANTENA DE TV / A 0.30 MTS. SOBRE EL NIVEL PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.
	SALIDA PARA EXTRACTOR DE GRASAS 20A. 120 V. A 1.70 MTS SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 15A. 120 V, A 1.10 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA. PARA PREVISTA DE ALARMA
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN PARA CIRCUITOS DE TELEVISIÓN DE 20x20 CMS DE PARCHE A 1.30 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA
	CABLE COAXIAL POR CIELO. SIN TUBERÍA, CON SOPORTERIA, NO DEBE IR APOYADO SOBRE ESTRUCTURA DE CIELO.
	CAJA DE REGISTRO DE 25 x 25 cms EN ACERA. SISTEMA DE INTERCOMUNICACIÓN
	SALIDA PARA INTERCOMUNICADOR A 1.20 MTS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO A CENTRO DE CAJA.
	TUBERÍA PARA INTERCOMUNICADOR POR PISO / PVC 13 mm Ø / 1 PAR TELEFÓNICO.
	CABLE UTP. SISTEMA TELEFÓNICO.

Figura 58. Simbología eléctrica parte 2

Fuente: CIHSE, 2017

El Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos también indica que debe incluirse, como parte de la información mínima de planos eléctricos, el diagrama unifilar eléctrico como el que se muestra en la Figura 59. El diagrama mencionado deberá incluir, como mínimo, varios aspectos dentro de los cuales el primero es el calibre de la acometida y el material de los conductores, elementos de medición, elementos de protección, alimentadores principales, subalimentadores, puesta a tierra, centros de control de motores, identificación de tableros de distribución, grupos electrógenos, centros de carga, bancos de capacitores, unidades de potencia interrumpida conocidas como UPS, entre otros. Lo segundo que se indica en el reglamento que se debe incluir en el diagrama es el tipo y las dimensiones de las canalizaciones y la distancia en metros de cada alimentador mostrado en el diagrama unifilar. También establece que en caso de que se requiera un transformador o banco de transformadores, debe incluirse en el diagrama los tipos de conexión, la capacidad instalada en kilovatios-amperios y los voltajes de operación.

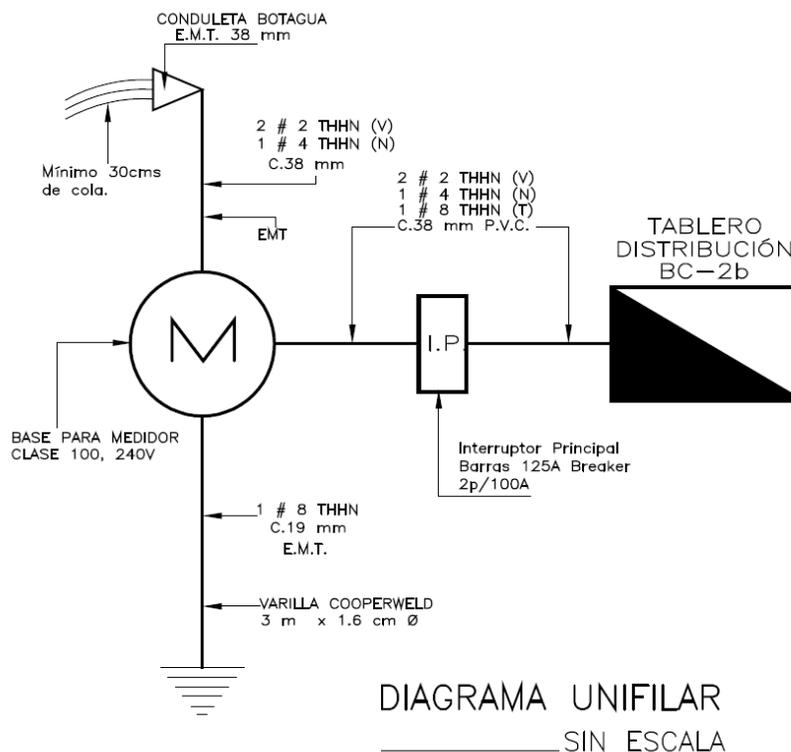


Figura 59. Ejemplo de diagrama unifilar
Fuente: Google, 2021

En lo referente a los tableros de distribución, el Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos indica que el detalle de dicho elemento del sistema eléctrico debe incluir cierta información mínima, como la que se puede observar en la Figura 60, en la que se incluyen las características físicas y eléctricas de cada tablero, el factor de potencia, el factor de demanda, la carga eléctrica conectada y demandada, la corriente total por fase y en caso de que se cuente con un transformador se indicará el valor calculado de corriente de corto circuito de cada tablero. También, para cada circuito eléctrico conectado al tablero de distribución se debe incluir la siguiente información:

- Calibre y aislamiento de los conductores
- Posición en el tablero (posición del circuito en directorio general del tablero)
- Amperaje nominal
- Tipo y tamaño de la canalización
- Número de polos y característica de la protección

- Detalle de la carga en VA

TABLERO " BC-2c" (GARBI c) CARACTERÍSTICAS : MONOFASICO 120/240 V , BARRAS 125 A. NEUTRO SOLIDO. BARRA DE TIERRA 24 ESPACIOS FACTOR DE POTENCIA 0.98													
#	DESCRIPCION	SALIDAS	CARGA	CABLEADO	BREAKER	TIPO BREAKER	VOLT.	AMP	CAIDA VOLTAJE	POSICION EN TABLERO	TUBERIA	FASE A	FASE B
1	ILUMINACION 1er NIVEL	12	900	2#12,1#12 T	1P/20	AFCI	120	7.50	1.48 %	1	13	7.5	
2	TOMAS GEN 1er Nivel	6	1080	2#12,1#12 T	1P/20	AFCI	120	9.00	1.89 %	2	13		9.00
3	TOMAS DE BAÑOS	3	540	2#12,1#12 T	1P/20	GFCI	120	4.50	0.98 %	3	13	4.5	
4	TOMAS DE COCINA	2	1500	2#12,1#12 T	1P/20	GFCI	120	12.50	2.19 %	4	13		12.5
5	COCINA	1	8000	2#8,1#8 T	2P/40	NORMAL	240	33.33	1.78 %	6/8	25	33.3	33.3
6	MICROONDAS	1	1200	2#12,1#12 T	1P/20	GFCI	120	10.00	1.64 %	5	13	10.0	
7	TOMAS DE PILAS	2	1500	2#12,1#12 T	1P/20	GFCI	120	12.50	2.60 %	7	13		12.5
8	SECADORA	1	5000	2#10,1#10 T	2P/30	NORMAL	240	20.83	1.71 %	10/12	19	20.8	20.8
9	CALENTADOR DE PASO	1	12000	2#6,1#8 T	2P/60	NORMAL	240	50.00	2.67 %	14/16	25	50.0	50.0
10	REFRIGERADORA	1	1200	2#12,1#12 T	1P/20	NORMAL	120	10.00	1.64 %	9	13	10.0	
11	PREVISTA LAVAPLATOS	1	1200	2#12,1#12 T	1P/20	NORMAL	120	10.00	1.75 %	11	13		10.0
12	EXTRACTOR – TOMA	2	1500	2#12,1#12 T	1P/20	GFCI	120	12.50	2.52 %	13	13	12,5	
13	TOMAS GEN 2do Nivel	6	1080	2#12,1#12 T	1P/20	AFCI	120	9.00	1.89 %	15	13		9.00
14	ILUMINACION 2do NIVEL	10	750	2#12,1#12 T	1P/20	AFCI	120	6.25	1.11 %	17	13	6.25	
15	TOMAS GEN 2do Nivel	5	900	2#12,1#12 T	1P/20	AFCI	120	7.50	1.89 %	15	13		7.50
CARGA CONECTADA:		38.350 WATTS						CORRIENTE POR FASE		154.85A 164.6A			
FACTOR DE DEMANDA:		0.54											
CARGA DEMANDADA:		20.761 WATTS											
CORRIENTE DEMANDADA:		86.50 A.											
ALIMENTADORES:		2#2 THHN, 1#4 THHN, 1#8 T c.38 mmØ PVC											

Figura 60. Ejemplo de tablero en planos

Fuente: Google, 2021

El Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos también establece que se debe incluir en los planos una Tabla Resumen como la que se muestra en la Figura 61 para todo proyecto. Dicha tabla, según el reglamento mencionado, se debe ubicar en la esquina superior derecha de la primera lámina eléctrica.

TABLA B Proyecto sin transformador TABLA RESUMEN DEL PROYECTO	
	BC-2b (GARBI-b)
KVA totales	38,3
KVA demandados	20.7
Factor de demanda	0,54
Factor de potencia	0,98
Acometida	
Líneas vivas	2#2
Neutro	1#4
Tierra	1#8
Longitud	15
Voltaje nominal	240
Votaje calculado	238,10
% Caída de voltaje	0,79%

Figura 61. Ejemplo de tabla resumen del proyecto

Fuente: Google, 2021

4.2 Sistema mecánico

Con relación a los planos mecánicos, le CIHSE establece la simbología que se debe utilizar en los mismos la cual se muestra en la Figura 62, la Figura 63 y la Figura 64. Dicho código también establece que se debe indicar el diámetro, material y clase de tubo para cada línea de tubería, la clase de servicio que prestan las tuberías y en las tuberías de desagüe se debe incluir todo lo anterior más la pendiente.

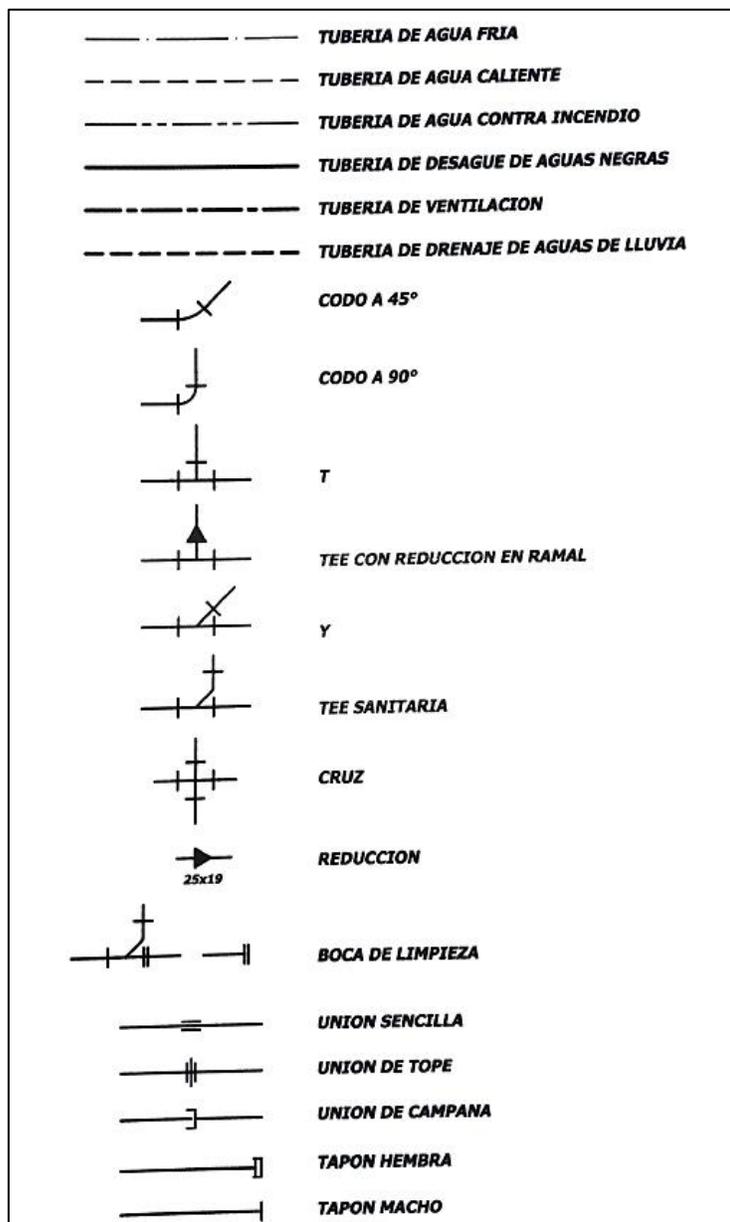


Figura 62. Primera parte de símbolos gráficos de instalaciones sanitarias
Fuente: CIHSE, 2017

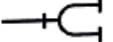
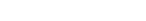
	UNION CON BRIDAS
	UNION FLEXIBLE
	CONEXION SIAMESA
	CODO A 90° SUBIENDO
	CODO A 90° BAJANDO
	T SUBIENDO
	T BAJANDO
	SIFON TIPO "P"
	SIFON TIPO "U"
	SIFON TIPO "U" CON REGISTRO
	CENICERO
	CAJA DE REGISTRO
<p>(LARGOxANCHOxPROFUNDIDAD)</p>	
	SUMIDERO DE PISO
<p>(INICIALES)</p>	
	VALVULAS VG= GLOBO
	VC= COMPUERTA
	RP= REGULADORA DE PRESION
	VT= DETENSION
	VALVULA DE RETENCION (CHECK)
	LLAVE O GRIFO
	VALVULA ANGULAR
	VALVULA FLOTADOR (BOYA)
	MEDIDOR DE AGUA
	BOMBA

Figura 63. Segunda parte de símbolos gráficos de instalaciones sanitarias
Fuente: CIHSE, 2017



Figura 64. Tercera parte símbolos gráficos de instalaciones sanitarias
Fuente: CIHSE, 2017

5 Protocolo de revisión del buen funcionamiento y conexión de servicios

5.1 Sistema eléctrico

De acuerdo con lo establecido por el Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos, el procedimiento para la conexión de servicios eléctricos se basa en la emisión, bajo juramento, del profesional responsable de la inspección del proyecto eléctrico y el profesional a cargo de la construcción de la instalación eléctrica indicando que la obra cumple con lo indicado en el Código.

Como protocolo general de revisión del buen funcionamiento se puede mencionar lo establecido en el Código Eléctrico Nacional, el cual indica que la resistencia mecánica, la durabilidad y la calidad de protección suministrada de las partes diseñadas para la protección y encierro de otros equipos debe ser evaluada. De igual manera establece que se debe evaluar el espacio de doblez de alambres, el aislamiento eléctrico, los efectos de calentamiento tanto en condiciones normales de uso como en las anormales, los efectos de arcos eléctricos y la clasificación por tipo, tensión, tamaño, uso específico y capacidad de corriente. El mismo código también menciona que, cuando están terminadas las instalaciones de cableado, deben quedar libres de fallas a tierra, cortos circuitos, o cualquier conexión a tierra que no esté contemplada en el diseño eléctrico o permitida por el código.

Dicho código también establece el examen de las condiciones de seguridad de los equipos, el cual brinda la base para la aprobación de elementos específicos de los equipos y materiales. En cuanto al montaje, el Código Eléctrico Nacional establece que se deben fijar firmemente los equipos electrónicos a la superficie en la que se colocarán. Igualmente, el mismo indica que no deben ser dañadas o contaminadas por materiales ajenos las partes internas de los equipos eléctricos como terminales de cableado, aisladores, entre otros. En el caso de los conductores 10 AWG o menores, de acuerdo con el código mencionado, se permite la conexión mediante tuercas con lengüetas dobladas hacia arriba o equivalentes y tornillos o pernos de sujeción de cables. También, según el mismo código, se debe verificar que la conexión de los conductores a los terminales sea la adecuada, que no dañe los conductores y que se realice por medio de conectores a presión como el tipo tornillo prisionero, lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Se recomienda verificar que la polaridad de los toma y el aterrizaje de elementos metálicos se realice según se indicó en planos.

5.2 Sistema mecánico

En lo que respecta a aplicación del Protocolo de Inspección de obras primarias y/o proyectos urbanísticos, el Reglamento de Prestación de Servicios establece que el profesional responsable de la obra es el encargado de notificar al AyA la terminación de la obra para programar la inspección técnica correspondiente. En un plazo de 8 días el AyA programará la visita y realizará la aplicación del protocolo mencionado previamente. Cuando el resultado de la inspección esté listo, el mismo se enviará al profesional responsable de la obra y en caso de que haya condiciones que se deban subsanar el mismo tendrá 15 días hábiles para corregir lo que corresponda. Por otro lado, si no hay nada que se deba corregirla interconexión de la obra se programará en 10 días hábiles y el desarrollador tendrá la misma cantidad de días para su ejecución. Si todo cumple con lo establecido en dicho reglamento, en un tiempo de máximo 8 días hábiles se emitirá la resolución de recepción de obras.

De igual manera es importante tener presente que de acuerdo con el reglamento mencionado previamente, los servicios de agua potable y saneamiento los otorga el AyA sobre vía o calle pública. En caso de que la red pública no alcance el punto de conexión, dicha institución le propondrá al propietario en un plazo máximo de 15 días la construcción de una extensión para lograr la conexión.

5.2.1 Agua potable

Durante la obra, según el Código Hidráulico, el servicio de agua potable deberá someterse a una serie de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de dicho sistema. Dicho código la llama la prueba de ensayo hidrostático y se debe realizar antes de instalar las piezas sanitarias, colocando tapones en donde corresponde y las tuberías deberán estar libres de materiales ajenos o residuos. Esta prueba consiste en la inyección de agua por medio de una bomba hasta obtener una presión de 700 kPa, la cual se deberá mantener constante al menos durante 15 minutos y no podrá disminuir más de 15 kPa sin la acción de la bomba durante el periodo de prueba. En caso de que el manómetro indique una disminución en la presión, se deben buscar los puntos de posibles fugas y arreglarlos.

El siguiente paso luego de la revisión de fugas en el sistema es la desinfección. El Código Hidráulico establece el procedimiento para la desafección en cual inicia por llenar el sistema de tuberías con el agua potable hasta rebosar los accesorios y verificar que dichas tuberías estén libres de materiales ajenos o residuos. El llenado del sistema debe contar con una solución de

al menos 50 mg/L de cloro y se debe dejar actuar la misma durante un lapso de al menos 3 horas. Es importante que, a lo largo de este proceso, sean operados varias veces los accesorios como las válvulas. Lo anterior con el propósito de que la solución de cloro entre en contacto con las mismas. El siguiente paso es expulsar del sistema toda el agua con cloro y llenarla con agua dedicada al consumo. Si los exámenes bacteriológicos arrojan resultados de persistencia de elementos contaminantes o altas concentraciones de cloro el proceso de desinfección se deberá repetir.

5.2.2 Aguas sanitarias

El sistema de aguas residuales sanitarias también debe ser inspeccionado y puesto a prueba para verificar su adecuado funcionamiento. De acuerdo con lo establecido en el Código Hidráulico los elementos como los bajantes, colectores de aguas residuales y ramales de desagüe se pondrán a prueba mediante la prueba de agua o la de aire, las cuales se podrán realizar ya sea por secciones o para todo el sistema.

Según el CIHSE, cuando se realice la prueba de agua ninguna pieza sanitaria debe estar instalada y las tuberías deben estar libres de materiales ajenos y residuos. A excepción del punto más alto, se deben tapar los orificios de la tubería por probar. Una vez tapados los orificios, se procede a llenar la tubería en el punto más alto hasta rebozar con una presión no menor a 29,4 kPa y mantenerlo así durante un tiempo prudente para evaluar si hay pérdidas de agua. Se considera que han aprobado la prueba aquellas secciones de tubería que logren mantener el volumen de agua constante durante 15 minutos, en caso contrario se deberán hacer las reparaciones necesarias y repetir la prueba hasta obtener el resultado esperado.

En el caso de la prueba de aire, el Código Hidráulico establece que se deben cerrar todos los orificios de la sección a prueba menos aquel que será utilizado para conectar el compresor. La sección o sistema se ve sometido a una presión uniforme de 35 kPa y si logra mantenerse constante durante al menos 15 minutos se considera que pasó la prueba. Al igual que en el método anterior, en caso de que la sección o sistema no pase la prueba se deberá reparar y repetir el procedimiento.

5.2.3 Aguas pluviales

Las pruebas para el sistema de aguas pluviales siguen el mismo procedimiento mencionado en la Sección 5.2.2 correspondiente a aguas sanitarias.

6 Elaboración de la guía de inspección electromecánica

6.1 Elaboración de la guía

Una vez recopilada la información de las normas y leyes aplicables al sistema electromecánico de viviendas entre 80 m² y los 200 m², se procedió con la elaboración de las listas de verificación. Dichas listas se adjuntan como anexos al presente trabajo.

A partir de la información contenida en el Capítulo 3 se crearon los ítems de las listas de verificación tanto del sistema eléctrico como del mecánico y las subdivisiones correspondientes. Concretamente, se crearon cuatro listas del sistema eléctrico, una de la acometida, otra para el sistema de iluminación, la tercera para los tomacorrientes y la cuarta del sistema de voz y datos. En el caso del sistema mecánico, se elaboraron tres listas de las cuales la primera es la de agua potable, la segunda corresponde a las aguas residuales sanitarias y la tercera para el sistema de aguas pluviales. Un aspecto que se debe tener presente es que estas listas contienen ítems para las diferentes etapas constructivas por lo que se recomienda utilizarlas a lo largo de dicho proceso. Los ítems consisten tanto en requisitos que se deben cumplir según la normativa, como en la verificación de que los aspectos se cumplen según lo indicado en el diseño de ambos sistemas.

En la Figura 65 se puede observar un ejemplo de la lista de verificación del sistema eléctrico correspondiente al elemento de la acometida. En la misma se puede apreciar que se indica el número de ítem, el aspecto a evaluar, las columnas en las que se indica si el aspecto cumple, la columna con la letra C para identificar cuando ha sido corregido un aspecto que inicialmente no cumplía y finalmente el espacio para observaciones.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	El calibre de los conductores es el indicado en el diseño eléctrico					
2	Los colores de los conductores son los indicados en especificaciones técnicas					
3	La cantidad de conductores es la indicada en planos					

Figura 65. Ejemplo de la lista de verificación del sistema eléctrico del elemento de acometida
Fuente: CIHSE, 2017

6.2 Validación de la guía en campo

La validación de la guía se realizó en una vivienda cuya área cumple con los límites para los que fue creado el protocolo. Dicha vivienda estaba en un estado de construcción finalizado por lo que los ítems validados fueron aquellos que correspondían a esa etapa de construcción y los que aplicaban de acuerdo con el diseño eléctrico y mecánico de la vivienda.

A raíz de la validación se determinaron aspectos a mejorar dentro de los cuales se encuentra la longitud de la lista de verificación ya que la misma era muy extensa. Inicialmente dicha lista se dividía únicamente en sistema mecánico y sistema eléctrico, pero se tomó la decisión de dividirla en acometida, tomacorrientes, iluminación y voz y datos para el sistema eléctrico y para el mecánico se dividió en agua potable, aguas sanitarias y aguas pluviales. Lo anterior con el propósito de facilitar el uso de la misma.

De igual manera, se detectaron algunos ítems repetidos y otros que estaban más orientados hacia el diseño, por lo que se eliminaron. Lo anterior contribuyó con el propósito de acortar la lista de verificación.

7 Conclusiones

- Tras un exhaustivo proceso de recopilación de información basada en la normativa y legislación vigente se elabora el protocolo para la inspección de la obra electromecánica de viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 . También se incluyen recomendaciones establecidas en algunos manuales y documentos complementarios.
- De acuerdo a lo establecido en la normativa y legislación vigente se logró elaborar un protocolo de pruebas para la revisión del buen funcionamiento del sistema electromecánico de viviendas entre los 80 m^2 y los 200 m^2 . En el caso del sistema eléctrico se establecen una serie de aspectos a revisar de manera general y el trámite solicitado por las entidades a las que les corresponda la conexión de dicho servicio. En cuanto al sistema mecánico, se indican las pruebas establecidas en el CIHSE que se deben realizar como una etapa de dicho sistema.
- A raíz de la recopilación realizada se crean las listas de verificación tanto del sistema eléctrico como del mecánico. Para el caso del sistema eléctrico se crea la lista de acometida, la de iluminación, la de tomacorrientes y la de voz y datos. Por otro lado, en cuando al sistema mecánico, se elaboran la lista de agua potable, la de aguas sanitarias y la de aguas pluviales. Dichas listas contienen los aspectos que deben cumplir ambos sistemas de acuerdo a la recopilación de normativa y legislación vigente realizada.
- Se realizó la validación de la guía a partir de la cual se detectaron los aspectos por mejorar de la misma. Las mejoras realizadas se dirigieron en la línea de la extensión de las listas y la eliminación de ítems que se orientaban más hacia el diseño.

8 Recomendaciones

- Se recomienda la evaluación y actualización en caso de que corresponda de la normativa y legislación vigente ya que algunos de estos documentos, sobre todo los del sistema eléctrico, tienen fechas de expedición de hace muchos años mientras que en la actualidad se han desarrollado nuevos conocimientos para el diseño, instalación y mantenimiento de ambos sistemas.
- En relación al tema de voz y datos, se recomienda la creación o publicación de normas y leyes aplicables a las viviendas unifamiliares y accesibles para todos aquellos interesados. Lo anterior debido a la dificultad presentada para acceder a la información requerida para elaborar el protocolo correspondiente.
- En cuanto al uso de las listas de verificación, se recomienda que el mismo se de a lo largo de todo el proceso constructivo ya que los ítems abarcan varias etapas de dicho proceso. De igual manera, el uso ordenado y planificado de las mismas dará los mejores resultados.

9 Bibliografía

- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2015). *Supervisión de la instalación y equipamiento de acometidas eléctricas (norma técnica regulatoria AR-NT-SUINAC)*. San José.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2018). *Análisis e Investigación de Incendios Enero - Diciembre 2018*. San José.
- Bosque, D. (20 de octubre de 2021). *La Nación*. Obtenido de La Nación: <https://www.nacion.com/el-pais/servicios/medidores-inteligentes-podrian-ayudarle-a/6KNBPXOMYVDHZPRLHJ5PRZUE3E/story/>
- CEPIS, OPS y UNATSABAR. (2003). *Especificaciones técnicas para el Diseño de Tanque Sépticos*. Lima.
- Chow, V. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Bogotá: McGraw Hill.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2017). *Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones*. San José.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2015). *Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 13.8; 24.9 y 34,5 kV*. Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales.
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. (2012). *Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos, Telecomunicaciones y de Otros en Edificios*. San José.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2017). *Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial*. San José.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (6 de setiembre de 2021). *Grupo ICE*. Obtenido de https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/351f7687-6980-4942-ac1b-b699c01f5f55/Residencial_2020.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n9.IhKT&CVID=IK1Y6Lp

Instituto Costarricense de Electricidad Gerencia de Telecomunicaciones. (2014). *Extracto del Documento Normativo GT-MAN-005-2014 Manual Interno de Telecomunicaciones para Desarrollos Multifuncionales*.

La Gaceta. (2011). *Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad*. San José.

Monge Delgado, A. R. (2015). *Guía de Diseño e Inspección del Sistema Electromecánico en Viviendas de hasta 80 m²*. San José.

National Fire Protection Association. (2014). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014*. San José.

Servicio Nacional de Electricidad. (1986). *Reglamento de Instalaciones Telefónicas en Edificios*.

ANEXOS

Anexo 1. Medidores inteligentes colocados por la CNFL y el ICE



Fuente: Bosque, 2018

Anexo 2. Unidades de descarga y diámetros mínimos de sifones y conductos de descarga de aparatos sanitarios

Accesorio	Diámetro mínimo sifón y conducto de descarga ⁽¹⁾ (mm)	Unidades de descarga (u.d.)	
		Uso Privado	Uso Público
Tina	38	2	4
Bidé	38	1	2
Ducha	50	2	4
Fregadero doméstico	38	2	4
Fregadero Comercial	50	-	1
Inodoro con tanque	100 ⁽²⁾	3	5
Inodoro con válvula semiautomática	75	6	10
Lavatorio (uso residencial)	31	1	2
Lavatorio (uso colectivo)	38	4	-
Lavadora ⁽³⁾	50	2	2
Mingitorio corrido (por metro)	50	0.5	-
Mingitorio con válvula semiautomática de 19 mm	50	3	
Pileta de lavar	38	4 a 5	5 a 6
Lavaplatos doméstico	12	1.5	-
Fregadero (clínicas)	12	8	-
Pileta de lavar	12	2	4

Notas:

1. Diámetro interior mínimo
2. Se permitirá el uso de tuberías de setenta y cinco milímetros (0,075 m) para inodoros de seis litros (6,0 l) por descarga. También, en edificaciones en donde las dimensiones entre la loza de concreto y el cielo raso sean reducidas.
3. Para edificios donde existan áreas de lavado comunes, con baterías de tres o más lavadoras, se deberán considerar al menos seis u.d. por cada una, para el dimensionamiento de los drenajes comunes, tanto los horizontales como verticales.
5. En el caso de artefactos o equipos con flujo continuo o semicontinuo, tales como el resultado de bombas de agua residuales, lavaderos automáticos, equipos de aire acondicionado y similares, el número de unidades de descarga correspondiente se calculará a razón de una unidad de descarga por cada 0,06 litros por segundo del gasto. En caso de descarga de dichos artefactos o equipos cuyo drenaje se efectúe por bombeo, el diámetro mínimo del conducto o del ramal de desagüe que reciba tal descarga será 7,62 cm (3").
3. El receptor del drenaje indirecto deberá ser dimensionado basado en el total de la descarga del drenaje que le llega, de acuerdo con la tabla 7.4.

Fuente: CIHSE, 2017

Anexo 3. Pendiente mínima de los conductos de descarga y colectores

Diámetro (mm)	Pendiente mínima (%)
50	2,0
75	2,0
100	1,5
150	1,0
200	1,0

Fuente: CIHSE, 2017

Anexo 4. Listas de verificación

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN ELÉCTRICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m²

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	El calibre de los conductores es el indicado en el diseño eléctrico					
2	Los colores de los conductores son los indicados en especificaciones técnicas					
3	La cantidad de conductores es la indicada en planos					
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA AÉREA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
4	La distancia entre las redes aéreas y las edificaciones es la indicada en las especificaciones técnicas					
5	La distancia entre las redes aéreas y las edificaciones es mayor a 0,9 m					
6	La separación vertical de los conductores al techo es la indicada en el diseño					
7	La separación vertical de los conductores con respecto al suelo o superficie terminada es la establecida en el diseño					
8	La separación vertical de los conductores con respecto al suelo o superficie terminada es mayor a 3 m					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA AÉREA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
9	En caso de estar sobre calle pública la separación vertical de los conductores con respecto a la superficie terminada es mayor a 5,5 m					
10	La separación entre los conductores y las aberturas de edificios (ventanas, puertas, balcones, etc) es la indicada en el diseño					
11	La separación entre los conductores y las aberturas de edificios (ventanas, puertas, balcones, etc) es mayor a 0,9 m					
12	La longitud de los conductores de acometida sobre el techo desde el borde del techo a la ubicación de la canalización es menor a 1,2 m					
13	Los conductores no puestos a tierra cuentan con un dispositivo de protección contra sobrecorriente					
14	Cuenta con una conduleta que protege la canalización de los conductores					
15	Los conductores tienen el sobrante de longitud desde la conduleta a la entrada de la acometida de 0,3 m					
16	EL material de las canalizaciones expuestas entre la conduleta y el medidor es el indicado en el diseño					
Caso A: Conduleta sobre techo						
17	Distancia de 1 m mínimo entre curva de goteo y parte superior de la conduleta					
18	Distancia de 0,45 m mínimo entre curva de goteo y el techo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA AÉREA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
Caso A: Conduleta sobre techo						
19	Distancia de 1,2 m mínimo entre la conduleta y el borde del techo					
Caso B: Arriostrado a pared en posición perpendicular						
20	Distancia de 0,3 m mínimo horizontal entre pared y extremo de la conduleta					
21	Distancia de 0,3 m mínimo vertical entre borde del techo y conduleta					
22	Distancia de 0,5 m mínimo entre estribo para aislador de carrete y soporte de la conduleta					
Caso C: Separado de pared en posición paralela con aislador para soporte de acometida						
23	Distancia de 0,3 m mínimo entre parte más baja del techo y parte más alta de la conduleta					
24	Distancias de 0,5 m mínimo entre la entrada de la conduleta y el estribo para aislador de carrete					
Caso D: Con conduleta atravesando el techo con pendiente mayor al 33%						
25	Distancia de 1,0 m mínimo entre límite de pared y parte alta de la conduleta					
26	Distancia de 0,9 m mínimo entre límite de pared y curva de goteo					
27	Distancias de 1,2 m entre el borde del techo y el soporte de la conduleta					
Caso E: Adosado a la pared						
28	Distancia de 0,5 m entre parte alta de la conduleta y el estribo para aislador de carrete					
Caso: Columna con interruptor y medidor						
29	La distancia entre la curva de goteo y el nivel de piso terminado es de 3 m mínimo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA AÉREA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
Caso: Columna con interruptor y medidor						
30	El medidor está aplomado y aterrizado					
31	El medio de desconexión está a una altura entre 1,7 m y 1,9 m					
32	El tubo de hierro galvanizado que baja de la condeleta está empotrado en la columna a una profundidad mínima de 0,3 m					
33	Cuenta con sistema de puesta a tierra					
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		MEDIDOR				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
34	Distancia entre el nivel terminado de suelo y el punto medio del medidor es la indicada en planos					
35	Distancia entre el nivel terminado de suelo y el punto medio del medidor está entre 1,75 m y 2 m					
36	La ubicación del medidor es en el límite de la propiedad y es de fácil acceso					
37	Está colocado sobre una superficie firme y plana					
38	Está protegido de la intemperie y el vandalismo					
39	Es del material establecido en el diseño					
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA SUBTERRÁNEA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
40	El dispositivo de conexión es de la capacidad establecida en el diseño					
41	El dispositivo de conexión cuenta con etiquetas impermeables que identifican los conductores					
42	Los conductores son del calibre indicado en planos					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ACOMETIDA				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		MEDIOS DE DESCONEXIÓN				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
43	Su ubicación es la indicada en el diseño eléctrico					
44	Está protegido de la intemperie					
45	Está debidamente marcado e identificado					
46	Cumple con el máximo de 6 interruptores o grupos de desconectores por alimentación agrupados en un solo lugar					
47	Cada desconectador está rotulado con la carga alimentada					
48	Es de una capacidad superior a 100 amperes, trifilar					
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
49	Cuenta con un único sistema de puesta a tierra					
50	El electrodo se localiza dentro de la propiedad del abonado					
51	El electrodo se ubica en un lugar accesible					
52	Todas las partes del equipo de la acometida cuentan con una efectiva conexión a tierra					
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
54	La ubicación es la indicada en planos					
55	En caso de estar ubicado en un lugar propenso a la humedad, está protegido contra la intemperie					

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN ELÉCTRICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m²

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		TOMACORRIENTES				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	Los tomacorrientes están identificados por medio de marcas con el nombre del fabricante					
2	Los tomacorrientes están identificados por medio de marcas con el valor nominal correspondiente a la corriente					
3	Los tomacorrientes están identificados por medio de marcas con el valor nominal correspondiente a la tensión					
4	Los tomacorrientes que indica el diseño son del tipo puesta a tierra					
5	Los tomacorrientes están montados en cajas o ensambles establecidos en el diseño					
6	Las cajas o ensambles de los tomacorrientes se fijaron de manera segura					
7	Los tornillos de fijación de la caja o ensamble son los indicados en el diseño					
8	El tomacorriente sobresale 0,4 mm como mínimo desde las placas frontales metálicas					
9	El tomacorriente sobresale o está al mismo nivel de las placas frontales aislantes					
10	Las placas frontales cubren totalmente la abertura y se asientan contra la superficie de montaje					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		TOMACORRIENTES				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
11	Las placas frontales de metal ferroso cumplen con el espesor de 0,00076 m mínimo					
12	Las placas frontales cumplen con el espesor de 0,00102 m mínimo					
13	Las placas frontales metálicas están puestas a tierra					
14	Las placas frontales aislantes tienen un espesor mínimo de 0,00254 m					
15	Las placas frontales aislantes no son combustibles					
16	Los tomacorrientes monofásicos de 125 V y de 15 A y 20 A instalados cerca de lugares húmedos a una distancia dentro de 1,8 m de los mismos, cuentan con interruptor de circuito por falla a tierra					
17	Los circuitos ramales monofásicos de 120 V de 15 A y 20 A cuentan con interruptores de circuito por falla de arco					
18	Los tomacorrientes ubicados sobre muebles bajos de cocina, despensas y comedores cumplen con las distancias mínimas en los espacios de pared establecidos en el diseño					
19	Los tomacorrientes de cuartos de baños cumplen con las distancias establecidas en planos					
20	Los tomacorrientes ubicados en lugares húmedos cuentan con una envolvente a prueba de la intemperie					
21	Los tomacorrientes de 15 A y 20 A de 125 V y 250 V sin bloqueo son de tipo resistente a la intemperie certificados					
22	Ni dentro ni directamente por encima del compartimento de la ducha o tina se instaló un tomacorriente					

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN ELÉCTRICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m²

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ILUMINACIÓN				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	La instalación es de manera tal que se puede inspeccionar las conexiones entre los conductores del circuito y los conductores de la luminaria sin tener que desconectar alguna parte del cableado					
2	Las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas y lámparas no tienen partes vivas expuestas al contacto					
3	No se acumula ni entra agua en las luminarias instaladas en lugares húmedos o mojados ni en partes eléctricas importantes					
4	En caso de las luminarias instaladas en áreas de la tina y la ducha cumplen con las distancias establecidas en las especificaciones técnicas					
5	No hay luminarias ubicadas dentro de la zona de 0,9 m medidos horizontalmente desde el borde de la tina o ducha					
6	No hay luminarias ubicadas dentro de la zona de 2,5 m medidos verticalmente desde la parte superior del borde de la tina o ducha					
7	Las luminarias en armarios de ropa cumplen con los tipos y las distancias indicadas en las especificaciones técnicas					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ILUMINACIÓN				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
8	El espacio entre los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión es la indicada en planos					
9	Las luminarias están instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no presenten temperaturas superiores a las que son capaces de soportar según las indicaciones de los fabricantes					
10	Las cajas de salida cuentan con una cubierta					
11	En el caso de cielos suspendidos, los soportes de las luminarias están sujetos de manera segura a la estructura del edificio					
12	En el caso de cielos suspendidos, las luminarias se sujetan de manera segura a los elementos de armazón del cielo raso					
13	Las luminarias son del material indicado en las especificaciones técnicas					
14	Las juntas aislantes cuyo diseño no contempla una un montaje mediante tornillos o pernos lleva una carcasa exterior metálica aislada de ambos tornillos de conexión					
15	En caso de que se utilicen los accesorios de canalizaciones como soportes de luminaria, los mismos cuentan con la capacidad de soporte necesaria					
16	Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas en o sobre una superficie vertical están identificadas y marcadas en el interior de la caja indicando el peso máximo de la luminaria que se permite sea soportado por la caja, si es diferente de 23 kg					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		ILUMINACIÓN				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
17	En las salidas cuyo uso es únicamente de iluminación se instala la caja de manera tal que se permita adosar una luminaria o portalámpara y la caja debe soportar como mínimo una luminaria de 23 kg					
18	Si la luminaria tiene un peso superior a 23 kg, su soporte es independiente de la caja de salda					
19	El cableado de las luminarias está dispuesto de forma ordenada					
20	El cableado de las luminarias no está expuesto a daños físicos					
21	Los conductores de las luminarias no están sujetos a mayores temperaturas de las que son capaces de soportar					
22	Los conductores de las luminarias son del calibre indicado en planos					
23	Los conductores de las luminarias están aislados					

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN ELÉCTRICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m2

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		VOZ Y DATOS				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
En caso de utilizar terminal CPE						
101	El terminal CPE cuenta con un puerto para el par de la línea DSL					
102	El terminal CPE cuenta con uno o dos puertos RJ11 para el servicio convencional de telefonía					
103	El terminal CPE cuenta con cuatro puertos RJ45 para servicio de banda ancha de Ethernet					
En caso de utilizar terminal ONT/Fibra óptica						
104	El terminal ONT cuenta con un puerto óptico de 1 o 2 fibras ópticas					
105	El terminal ONT cuenta con uno o dos puertos RJ11 para el servicio convencional de telefonía					
106	El terminal ONT cuenta con cuatro puertos RJ45 para el servicio de banda ancha de Ethernet					
General						
107	La categoría de cable UTP utilizada es la indicada en planos					
108	Las terminales RJ45 están debidamente conectorizada					

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN MECÁNICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m2

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	El sistema cuenta con la válvula en la conexión al servicio público después del medidor y una en cada piso					
2	El sistema cuenta con las válvulas indicadas en planos					
3	Los materiales utilizados para las obras de abastecimiento y distribución de agua son los indicados en el diseño mecánico					
4	Las piezas de conexión del sistema son las indicadas en las especificaciones técnicas					
5	Las juntas de las piezas de conexión se realizan según se indica en el diseño mecánico					
6	Las tuberías utilizadas son de espesor de pared uniforme					
7	Las tuberías utilizadas son de material homogéneo					
8	Los diámetros de las tuberías utilizadas son los indicado en planos					
9	Las tuberías utilizadas carecen de defectos que puedan afectar su funcionamiento como grietas, abolladuras y deformaciones					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
10	La distancia de borde a borde entre las tuberías de agua caliente y agua fría que se encuentran en un mismo ducto es de 0,10 m mínimo					
11	La distancia de borde a borde entre las tuberías de agua caliente y agua fría que se encuentran en un mismo ducto es la indicada en el diseño mecánico					
12	En caso de que se coloquen las tuberías de agua fría, agua caliente y bajantes de aguas pluviales en un mismo ducto vertical, la distancia de borde a borde entre las tuberías es de 0,20 m mínimo					
13	En caso de que se coloquen las tuberías de agua fría, agua caliente y bajantes de aguas pluviales en un mismo ducto vertical, la distancia de borde a borde entre las tuberías es la indicada en especificaciones técnicas					
14	En caso de que las tuberías atraviesen elementos estructurales, se colocan manguitos o camisas					
15	La longitud de los manguitos o camisas es igual al espesor del elemento estructural atravesado					
16	El diámetro de los manguitos o camisas deja un claro de 0,012 m entre el manguito y las tuberías					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
17	La distancia en planta entre las tuberías enterradas de distribución de agua potable y las de aguas residuales es de 1 m mínimo					
18	La distancia en planta entre las tuberías enterradas de distribución de agua potable y las de aguas residuales es la indicada en planos					
19	Las tuberías de distribución de agua potable están 0,25 m mínimo por encima de las tuberías aguas residuales					
20	Las tuberías de distribución de agua potable están por encima de las tuberías aguas residuales según la altura indicada en el diseño mecánico					
21	La profundidad de las zanjas excavadas es tal que la distancia entre el nivel del terreno y la corona del tubo es de 0,30 m mínimo					
22	La profundidad de las zanjas excavadas es la indicada en el diseño mecánico					
23	El relleno de las zanjas se realiza en capas horizontales de 0,15 m máximo de espesor					
24	El relleno de las zanjas se realiza en capas horizontales del espesor indicado en el diseño mecánico					
25	El relleno de la zanja se compacta adecuadamente					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
26	En caso de que el sistema cuente con válvulas enterradas, las mismas están protegidas por una caja en un sitio accesible					
27	Las tuberías enterradas se ubican por encima de las cimentaciones en una proyección de 45°					
Tanques de captación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
28	Los tanques de captación garantizan la potabilidad del agua					
29	Los tanques de captación no permiten el ingreso de lluvia o agentes contaminantes					
30	El material del tanque es el indicado en las especificaciones técnicas					
31	En caso de contar con un tanque elevado de almacenamiento de agua, se cumple con los mínimos establecidos en la Figura 1					
32	En caso de contar con un tanque subterráneo de almacenamiento de agua, se cumple con los mínimos mostrados en la Figura 2					
33	Las conexiones del tanque a las tuberías se hicieron de manera que no provocaron rotura en sus paredes y conservan las condiciones iniciales del tanque					
34	En caso de que el tanque sea metálico, las conexiones se hicieron de manera que evitan la corrosión electrolítica					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Tanques de captación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
35	Los accesorios de tanque que pueden requerir reparación o cambio se ubican en lugares de fácil acceso					
36	El tanque está provisto de dispositivos automáticos que controlen el nivel de agua					
37	El tanque está provisto de registros para limpieza, inspección y reparación					
38	El registro mencionado está levantado 0,15 m como mínimo sobre el nivel del piso					
39	El registro está levantado sobre el nivel del piso a la altura indicada en el diseño mecánico					
40	La ubicación del registro es tal que no se va a ver afectado por inundaciones ni sufrir contaminación					
41	La distancia entre el tanque de captación y los muros medianeros o alcantarillados de aguas residuales o pluviales es de 2 m mínimo					
42	La distancia entre el tanque de captación y los muros medianeros o alcantarillados de aguas residuales o pluviales es la indicada en planos					
43	El tanque no se ubica en un lugar propenso a inundaciones o filtraciones de aguas de lluvia o residuales					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Tanques de captación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
44	El tanque es de la capacidad establecida en las especificaciones técnicas					
45	En caso de se requiera equipo hidroneumático, las bombas utilizadas son las indicadas en el diseño mecánico					
46	Las bombas utilizadas no están conectadas de forma directa a la red pública sino mediante un tanque de captación					
47	La ubicación de la bomba es la indicada en planos					
48	La ubicación de la bomba cumple con los espacios libres mínimos establecidos en planos					
49	Las bombas están colocadas sobre una fundación de concreto					
50	Las bombas están fijadas mediante pernos según lo indica el fabricante					
51	Las conexiones de las bombas a las tuberías se realizan según lo establecido en especificaciones técnicas					
52	El tanque hidroneumático está apoyado sobre los soportes indicados en el diseño mecánico					
53	Si el tanque es horizontal, está colocado sobre láminas de material aislante con una pendiente hacia el drenaje de 1% mínimo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA FRÍA				
Tanques de captación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
54	Si el tanque es horizontal, está colocado sobre láminas de material aislante con una pendiente hacia el drenaje del porcentaje indicado en especificaciones técnicas					
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA CALIENTE				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
55	Las piezas sanitarias que cuentan con suministro de agua fría y caliente, entregan el agua fría por la derecha y el agua caliente por la izquierda					
56	Los materiales utilizados para este sistema son los indicados en el diseño mecánico					
57	Los materiales utilizados para este sistema son hierro galvanizado, cobre o CPVC					
58 *	El equipo utilizado para la generación de agua caliente cuenta con dispositivos de seguridad y limpieza					
59 *	Los dispositivos de control de temperatura y corte de la fuente de energía se instalan de manera tal que a los 60°C corta el suministro de energía					
60 *	El sensor de temperatura de los dispositivos de control se localiza en la zona máxima de temperatura del agua					
61	La presión de los equipos es controlada mediante válvulas de seguridad					

(*) Nota: Consultar al responsable de la inspección eléctrica

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA CALIENTE				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
62	Las válvulas de seguridad entran en operación cuando la presión es 10% mayor a la presión regular del sistema					
63	Las válvulas de seguridad se ubican según se indica en el diseño mecánico					
64	El calentador de agua está instalado en un lugar accesible para inspección, mantenimiento y reemplazo					
65	El calentador de agua no está ubicado en un espacio habitable de la vivienda (a menos que el calentador sea instantáneo eléctrico o ventilado directamente)					
66	El sistema cuenta con las válvulas de retención y control establecidas en el diseño mecánico					
67	Si el calentador de agua funciona mediante combustibles su instalación se realiza en un lugar con buena ventilación					
68	Si el calentador de agua funciona mediante combustibles su instalación se realiza en la ubicación indicada en planos					
69	Las tuberías del sistema se instalan de manera que las juntas de dilatación son suficientes para evitar la rotura, pandeo o desplazamiento excesivo de tuberías					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA POTABLE				
ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUA CALIENTE				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
70	La distancia entre cualquier muro lateral o trasero y los calentadores de agua es de 0,3 m mínimo					
71	La distancia entre cualquier muro lateral o trasero y los calentadores de agua es la indicada en planos					
72	El calentador utilizado es eléctrico, de gas, energía solar o alimentación directa o con tanque					
73	El calentador utilizado es el indicado en especificaciones técnicas					
74	La distribución de agua caliente se realiza mediante un sistema sin recirculación					

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN MECÁNICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m2

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Piezas sanitarias						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de lavatorios es de mínimo 25 mm					
2	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de lavatorios es el indicado en planos					
3	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de pilas es de mínimo 35 mm					
4	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de pilas es el indicado en planos					
5	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de tinas es de mínimo 50 mm					
6	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de tinas es el indicado en planos					
7	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de fregaderos es de mínimo 35 mm					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Piezas sanitarias						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
8	El espacio libre mínimo entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en el caso de fregaderos es el indicado en planos					
9	Los accesorios que están conectados mediante unión de tope tienen un espacio útil de 0,30 m mínimo					
10	Los accesorios que están conectados mediante unión de tope tienen el espacio útil indicado en el diseño mecánico					
11	Todas las piezas sanitarias cuentan con sifones con un sello de agua de altura entre 0,05 m y 0,10 m					
12	Todas las piezas sanitarias cuentan con sifones con un sello de agua de la altura indicada en especificaciones técnicas					
13	La distancia entre el vertedero del sifón y los orificios de descarga de las piezas sanitarias es de 0,60 m máximo					
14	La distancia entre el vertedero del sifón y los orificios de descarga de las piezas sanitarias es el indicado en planos					
15	El diámetro del sifón es el establecido en planos					
16	La fijación de las piezas sanitarias al piso es mediante tornillos, pernos o un sistema que permite el desmontaje de la pieza					
17	La fijación de las piezas sanitarias al piso es mediante el método indicado en las especificaciones técnicas					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Piezas sanitarias						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
18	Los tornillos utilizados para la fijación de la pieza sanitaria son de un material resistente a la corrosión					
19	Los tornillos utilizados para la fijación de la pieza sanitarias son del material establecido en el diseño mecánico					
20	Las piezas sanitarias de pared se fijan mediante soportes metálicos					
21	Los soportes metálicos de fijación de las piezas sanitarias de pared no transmiten esfuerzos a las tuberías ni conexiones					
22	Se cumple con las distancias mínimas para la instalación de piezas sanitarias mostradas en la Figura 3					
Inodoros con tanque						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
23	En el caso de los inodoros con tanque, el tubo de entrada de agua al tanque hay una válvula de paso					
24	La capacidad del tanque del inodoro es suficiente para la limpieza completa del inodoro					
25	El mecanismo de accionamiento del inodoro funciona adecuadamente					
26	El mecanismo de accionamiento del inodoro repone el sello de agua					
27	El inodoro posee la capacidad de descargar el desbordamiento que se pueda producir dentro de él mismo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Inodoros con válvula semiautomática						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
28	La válvula de paso del inodoro se instala cerca del inodoro					
29	La válvula de paso del inodoro se instala en una ubicación de fácil acceso					
30	La válvula de paso del inodoro permite el paso del agua con una presión adecuada					
31	La válvula de paso del inodoro permite el paso del agua con un caudal adecuado					
32	La pieza se instala bajo la seguridad de que la presión y el caudal son suficientes para el sistema de alimentación					
33	La válvula semiautomática es ajustable					
34	La tubería ramal de alimentación de varios inodoros cuenta con un amortiguador que controla los efectos del golpe de ariete					
Inodoros						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
35	Los inodoros tienen una tubería de ventilación de diámetro de 0,038 m mínimo					
36	Los inodoros tienen una tubería de ventilación del diámetro indicado en planos					
37	La tubería de ventilación del inodoro se ubica a una distancia entre 0,33 m y 3 m del mismo					
38	La tubería de ventilación del inodoro se ubica a la distancia estipulada en planos					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:				AGUAS SANITARIAS		
Inodoros						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
39	La altura entre la salida del inodoro y la tubería de descarga es la que se indica en las especificaciones técnicas					
40	La distancia entre el nivel de piso y el codo sanitario está entre 0,25 m y 0,60 m					
41	La distancia entre el nivel de piso y el codo sanitario es la indicada en el diseño mecánico					
42	La tubería de descarga tiene una pendiente de 1,5% con una variación máxima de $\pm 0,5\%$					
43	La tubería de descarga tiene una pendiente del porcentaje indicado en el diseño mecánico					
44	El espacio entre el tanque del inodoro y el nivel de pared terminada es de 0,01 m mínimo					
45	El espacio entre el tanque del inodoro y el nivel de pared terminada es el indicado en planos					
Duchas						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
46	La pendiente del piso hacia el desagüe es entre el 2% y el 4%					
47	La pendiente del piso hacia el desagüe es el indicado en las especificaciones técnicas					
48	El dique o grada de la ducha tiene una altura entre 0,05 m y 0,23 m					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Duchas						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
49	El dique o grada de la ducha tiene la altura indicada en los planos					
50	El desagüe de la ducha cuenta con una rejilla removible					
51	La rejilla removible del desagüe es de material inoxidable					
52	Los orificios de la rejilla removible del desagüe son según se indica en el diseño mecánico					
53	El desagüe de la ducha cuenta con un sifón					
54	Las bañeras empotradas o semiempotradas tienen una junta impermeable entre la pared y la pieza sanitaria					
Fregaderos, pilas y lavamanos						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
55	Las pilas están provistas de dispositivos que impiden el paso de sólidos al sistema de desagüe					
56	El sifón con el que cuentan las pilas es registrable fácilmente para limpieza					
57	Los fregaderos están provistos de dispositivos que impiden el paso de sólidos al sistema de desagüe					
58	El sifón con el que cuentan los fregaderos es registrable fácilmente para limpieza					
59	Los lavatorios están provistos de dispositivos que impiden el paso de sólidos al sistema de desagüe					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:				AGUAS SANITARIAS		
Fregaderos, pilas y lavamanos						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
60	El sifón con el que cuentan los lavatorios es registrable fácilmente para limpieza					
Ley 7600						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
61	Los lavatorios tienen un espacio inferior libre de 0,68 m de profundidad					
62	Los fregaderos tienen un espacio inferior libre de 0,68 m de profundidad					
63	La altura de los lavatorios es la indicada en planos					
64	La altura de los fregaderos es de 0,85 m máximo					
65	La altura de los fregaderos es la indicada en planos					
66	La distancia de los controles del fregadero es menor a 0,6 m					
67	La distancia de los controles del fregadero es la indicada en planos					
68	La profundidad de los fregaderos es menor a 0,125 m					
69	La profundidad de los fregaderos es la indicada en especificaciones técnicas					
70	El fregadero cuenta con un área lisa de mostrador para apoyo y soporte de brazos que mide 0,075 m de frente					
71	La altura de los lavatorios es 0,8 m o menor					
72	El material del piso de la ducha es antiderrapante					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:			AGUAS SANITARIAS			
Ley 7600						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
73	Los inodoros están centrados en la pared de fondo					
General						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
74	Las descargas de la edificación no ingresan a otra edificación					
75	Las tuberías de desagüe no cruzan el interior de tanques de almacenamiento de agua potable					
76	Las tuberías de desagüe no cruzan el techo o losa de cobertura de los tanques de almacenamiento de agua potable					
77	No hay cajas de registro en habitaciones o lugares cerrados					
78	No hay conexiones cruzadas con otros sistemas					
79	En la entrada de la tubería de drenaje se instala un dispositivo o tapa perforada					
80	El dispositivo o tapa perforada en la entrada de la tubería de drenaje tiene una altura no mayor a 0,012 m					
81	Los materiales utilizados para este sistema son hierro fundido, PVC, acero galvanizado, polietileno, concreto o polipropileno					
82	Los materiales utilizados para este sistema son los indicados en el diseño mecánico					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
General						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
82	Los materiales utilizados para este sistema son los indicados en el diseño mecánico					
83	Si el material utilizado es acero galvanizado, se mantiene a una altura de 0,15 m sobre el suelo					
84	Si la vivienda se encuentra en una zona servida por alcantarillado sanitario, la misma realiza las descargas de aguas residuales a dicho sistema					
85	La profundidad de la zanja para la instalación de las tuberías es tal que entre la corona del tubo y la superficie del terreno es de 0,3 m mínimo					
86	La profundidad de la zanja para la instalación de las tuberías es la indicada en especificaciones técnicas					
87	Previo a la colocación de las tuberías, se compacta adecuadamente el fondo de la zanja					
88	La tubería está en contacto con el terreno en toda su longitud					
89	Después de la compactación, se coloca la tubería					
90	Colocada la tubería, se procede a rellenar y compactar el resto de la zanja					
91	El colector de aguas residuales guarda una distancia de 1 m mínimo con los linderos de la propiedad o muros medianeros					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
General						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
92	El colector de aguas residuales guarda una distancia de 15 m mínimo con los pozos de agua					
93	El colector de aguas residuales guarda una distancia de 3 m mínimo con la alimentación de agua pública					
94	El colector de aguas residuales guarda una distancia de 0,3 m mínimo con la acometida residencial					
95	El colector de aguas residuales se ubica según se establece en planos					
96	Los empalmes entre bajantes colectores y conductores de desagüe se realizan a un ángulo de 45° máximo (a menos que el empalme se realice mediante cajas de registro)					
97	Los cambios de dirección horizontales de las tuberías de desagüe de aguas residuales se realizan mediante uniones en Y de 45°, codos de curva abierta o combinaciones de aditamentos					
98	Los cambios de dirección del flujo horizontal a vertical se realizan según se indica en especificaciones técnicas					
Bocas de limpieza						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
99	Las bocas de limpieza se ubican en un lugar fácilmente accesible					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Bocas de limpieza						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
100	Las bocas de limpieza se ubican según se indica en planos					
101	Las bocas de limpieza son del material indicado en el diseño mecánico					
102	Las bocas de limpieza se instalan de manera que abren en la dirección opuesta a la del flujo					
103	Las bocas de limpieza se instalan de manera que forman un ángulo de 45° con la tubería de desagüe					
104	La distancia entre el tapón de la boca de limpieza de diámetro 0,1 m y paredes, techos o elementos obstaculizantes es de 0,45 m mínimo					
105	La distancia entre el tapón de la boca de limpieza de diámetro 0,075 m y paredes, techos o elementos obstaculizantes es de 0,30 m mínimo					
Cajas de registro con sifón						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
106	El sifón cuenta con dos bocas de limpieza del mismo diámetro que el sifón					
107	Las dos bocas de limpieza cumplen con el diámetro mínimo de 0,10 m					
108	Las bocas de limpieza del sifón se ubican en un lugar accesible					
109	La ventilación del sifón se ubica a una distancia de 1,20 m máximo					
110	La ventilación del sifón se ubica a la distancia establecida en planos					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Cajas de registro con sifón						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
111	La ventilación del sifón es de un diámetro de 0,05 m mínimo					
112	La ventilación del sifón es del diámetro indicado en planos					
113	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de dirección					
114	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de pendiente					
115	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de diámetro					
116	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en cada conexión con ramal					
117	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en cada 10 m en tramos rectos					
118	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en donde se indica en planos					
119	Las cajas de registro se construyen con materiales impermeables					
120	Las cajas de registro se construyen con los materiales establecidos en el diseño mecánico					
121	El acabado interior de la caja de registro tiene un repello de un espesor de 0,01 m mínimo					
122	Las cajas de registro quedan selladas de manera que no haya escapes de gases y malos olores mediante la tapa					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Cajas de registro con sifón						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
123	Las cajas de registro utilizan doble tapa o contratapa en caso de requerirlo					
124	Las cajas de registro se sellan según lo establecido en especificaciones técnicas					
125	Las cajas de registro son de las dimensiones indicadas en planos					
Trampas de grasa						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
126	La ubicación de las trampas de grasa es en sitios de fácil acceso					
127	La ubicación de las trampas de grasa es la establecida en planos					
128	Las trampas de grasa son de las dimensiones indicadas en planos					
129	Las tapas de registro de las trampas de grasa están selladas					
130	Se cumple con los mínimos mostrados en la Figura 4					
Tanques sépticos						
Item	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
131	Las dimensiones del tanque séptico son las indicadas en planos					
132	Las dimensiones de la zanja para drenaje del tanque son de acuerdo con lo indicado en las especificaciones técnicas					
133	Las distancias entre pozos de absorción, de infiltración y demás elementos son las indicados en planos					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Tanques sépticos						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
134	Las dimensiones del tanque sedimentador/biodigestor son las indicadas en planos					
135	Las dimensiones de los elementos de entrada son las establecidas en especificaciones técnicas					
136	Las dimensiones de los elementos de salida son las establecidas en especificaciones técnicas					
137	El material del tanque séptico es el indicado en el diseño mecánico					
138	Se realiza primera etapa de la prueba de infiltración de apertura, preparación y saturación del suelo durante 24 horas					
139	Se realiza la segunda etapa de la prueba de infiltración de la toma de datos de campo y lectura para los agujeros de prueba en intervalos de 30 minutos durante 4 horas					
140	La zanja de drenaje tiene un relleno del tanque hacia abajo con piedra de un espesor entre 0,07 m y 0,10 m					
141	La zanja de drenaje tiene un relleno del tanque hacia abajo con piedra del espesor indicado en el diseño mecánico					
142	En la zanja de drenaje no se colocan materiales impermeables que obstaculicen la evapotranspiración y salida de gases					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Tanques sépticos						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
143	Los diferentes estratos y elementos de la zanja de drenaje se construyen según lo indicado en el diseño mecánico					
144	La superficie del terreno sobre la zanja de drenaje no se cubre					
145	En caso de que el terreno tenga pendiente, las zanjas de drenaje se construyen de manera paralela a las curvas de nivel					
Ventilación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
146	Los diámetros de las tuberías de ventilación son los establecidos en planos					
147	El diámetro de las tuberías de ventilación es constante hasta conectarse con la extensión de ventilación a través del techo					
148	Las tuberías de ventilación horizontales tienen una pendiente no menor al 1%					
149	Los tubos de ventilación que se conecten en tramos horizontales del sistema de desagüe se elevan de manera vertical a un ángulo de no menor a 45°					
150	Los tubos de ventilación que se conecten en tramos horizontales del sistema de desagüe se elevan a una altura no menor a 0,15 m sobre el nivel de rebose de la pieza sanitaria más alta en relación a las piezas sanitarias que sirve					
151	La tubería de ventilación es de la longitud establecida en el diseño mecánico					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Ventilación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
152	La tubería de ventilación es de la altura indicada en planos					
153	La tubería de ventilación cumple con los ángulos de conexión establecidos en el diseño mecánico					
154	La tubería de ventilación cumple con las distancias indicadas en planos					
155	Las terminales de ventilación se extienden por encima del techo una distancia de 0,15 m mínimo					
156	Las terminales de ventilación están a una distancia de 0,3 m mínimo de cualquier superficie vertical					
157	Las terminales de ventilación están cubiertas con una coladera					
158	Si la terminal de ventilación termina en una terraza dentro de un radio de 3 m de la misma, tiene una altura de 2,5 m mínimo.					
159	Si la terminal de ventilación termina en una terraza dentro de un radio de 3 m de la misma, la altura es la indicada en planos					
160	Si las bocas de las terminales de ventilación se ubican sobre ventanas, puertas o entradas de aire, la distancia vertical entre las entradas y la boca es de 0,9 m mínimo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Ventilación						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
161	Si las bocas de las terminales de ventilación se ubican sobre ventanas, puertas o entradas de aire, la distancia vertical entre las entradas y la boca es la indicada en planos					
162	La tubería principal de ventilación no tiene disminuciones de diámetro					
163	La instalación de la tubería principal de ventilación se realiza lo más recta posible					
164	La conexión del extremo inferior de la tubería principal de ventilación con el bajante de aguas residuales se hace por debajo de la conexión del ramal de desagüe del nivel más bajo					
165	El extremo superior de la tubería principal de ventilación se conecta al bajante de aguas residuales a una altura de 0,15 m mínimo por encima de la línea de rebalse de la pieza sanitaria más alta					
Ventilación individual						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
166	Las piezas conectadas a un ramal de desagüe de aguas debajo de un inodoro tienen ventilación individual					
167	La conexión de la ventilación común es en la unión de los dos desagües de los accesorios					
168	La conexión de la ventilación común sube verticalmente desde la conexión antes de salir horizontalmente					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Ventilación individual						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
169	La distancia entre el sello de agua y la conexión de la ventilación es la indicada en el diseño mecánico					
170	El nivel de altura de la conexión de ventilación para el desagüe del accesorio es según se indica en planos					
171	La ubicación de la conexión de ventilación con un tubo horizontal de aguas residuales es la establecida en especificaciones técnicas					
Ventilación bajante						
Item	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
172	Se cumple con lo establecido en la Figura 5 para la ventilación del bajante de aguas residuales					
173	El nivel de la conexión del desagüe del accesorio al bajante es la indicada en planos					
174	La distancia entre el sifón del accesorio y la conexión con el bajante es la establecida en el diseño mecánico					
Ventilación bajante único						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
175	Cada ramal de desagüe se conecta de forma directa e individual al bajante					
176	Las piezas sanitarias están cerca entre sí					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS SANITARIAS				
Ventilación bajante único						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
177	Los accesorios sanitarios cuentan con trampas de sello de agua de 0,075 m					
178	El inodoro tiene un sello de agua de 0,05 m					
179	La ubicación de la descarga al bajante de aguas residuales es según se indica en planos					
180	Las longitudes de las tuberías son las establecidas en el diseño mecánico					
181	Los diámetros de las tuberías son los indicados en planos					
182	Las pendientes de las tuberías son las establecidas en las especificaciones técnicas					
183	La unión entre el bajante y la tubería horizontal del desagüe es mediante codos de radio largo					
184	La distancia entre la tubería horizontal del desagüe y la última pieza sanitaria es la indicada en el diseño mecánico					
185	La extensión de la ventilación del bajante de desagüe es la establecida en planos					
186	La extensión de las ventilaciones auxiliares es la indicada en el diseño mecánico					

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN MECÁNICA PARA VIVIENDAS ENTRE 80 Y 200 m²

Fecha:
Proyecto:
Inspector a cargo:
Ubicación:

NOTA: Esta lista de verificación se basa en los detalles del diseño eléctrico establecidos en planos y especificaciones técnicas. La casilla con la letra C es la correspondiente a la corrección en caso de que se requiera.

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS PLUVIALES				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
1	No se descargan las aguas pluviales a la red pública de alcantarillado sanitario ni a la red de evacuación de aguas residuales de la edificación					
2	La profundidad de la zanja para la instalación de las tuberías es tal que entre la corona del tubo y la superficie del terreno es de 0,3 m mínimo					
3	La profundidad de la zanja para la instalación de las tuberías es la indicada en especificaciones técnicas					
4	Previo a la colocación de las tuberías, se compacta adecuadamente el fondo de la zanja					
5	La tubería está en contacto con el terreno en toda su longitud					
6	Después de la compactación, se coloca la tubería					
7	Colocada la tubería, se procede a rellenar y compactar el resto de la zanja					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS PLUVIALES				
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
8	Los ductos ubicados dentro de las viviendas son de hierro dúctil, PVC o un material resistente a la corrosión y aprobado la autoridad sanitaria					
9	Los ductos ubicados dentro de las viviendas son del material establecido en las especificaciones técnicas					
10	Los bajantes de agua de lluvia ubicados en el exterior de las paredes son de hierro dúctil, PVC o de láminas de hierro galvanizado					
11	Los bajantes de agua de lluvia ubicados en el exterior de las paredes son del material indicado en el diseño mecánico					
12	Las canoas o canales colectores son del material indicado en especificaciones técnicas					
13	El tanque colector cumple con las medidas indicadas en el diseño mecánico					
Bocas de limpieza						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
14	Las bocas de limpieza se ubican en un lugar fácilmente accesible					
15	Las bocas de limpieza se ubican según se indica en planos					
16	Las bocas de limpieza son del material indicado en el diseño mecánico					
17	Las bocas de limpieza se instalan de manera que abren en la dirección opuesta a la del flujo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:				AGUAS PLUVIALES		
Bocas de limpieza						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
18	Las bocas de limpieza se instalan de manera que forman un ángulo de 45° con la tubería de desagüe					
19	La distancia entre el tapón de la boca de limpieza de diámetro 0,1 m y paredes, techos o elementos obstaculizantes es de 0,45 m mínimo					
20	La distancia entre el tapón de la boca de limpieza de diámetro 0,075 m y paredes, techos o elementos obstaculizantes es de 0,30 m mínimo					
Cajas de registro con sifón						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
21	El sifón cuenta con dos bocas de limpieza del mismo diámetro que el sifón					
22	Las dos bocas de limpieza cumplen con el diámetro mínimo de 0,10 m					
23	Las bocas de limpieza del sifón se ubican en un lugar accesible					
24	La ventilación del sifón se ubica a una distancia de 1,20 m máximo					
25	La ventilación del sifón se ubica a la distancia establecida en planos					
26	La ventilación del sifón es de un diámetro de 0,05 m mínimo					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS PLUVIALES				
Cajas de registro con sifón						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
27	La ventilación del sifón es del diámetro indicado en planos					
28	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de dirección					
29	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de pendiente					
30	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de diámetro					
31	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en cada conexión con ramal					
32	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en cada 10 m en tramos rectos					
33	Las cajas de registro se instalan en las redes de tuberías exteriores en donde se indica en planos					
34	Las cajas de registro se construyen con materiales impermeables					
35	Las cajas de registro se construyen con los materiales establecidos en el diseño mecánico					
36	El acabado interior de la caja de registro tiene un repello de un espesor de 0,01 m mínimo					
37	Las cajas de registro quedan selladas de manera que no haya escapes de gases y malos olores mediante la tapa					

ELEMENTO A INSPECCIONAR:		AGUAS PLUVIALES				
Cajas de registro con sifón						
Ítem	Aspecto	Cumple			C	Observaciones
		Sí	No	N/A		
38	Las cajas de registro utilizan doble tapa o contratapa en caso de requerirlo					
39	Las cajas de registro se sellan según lo establecido en especificaciones técnicas					
40	Las cajas de registro son de las dimensiones indicadas en planos					

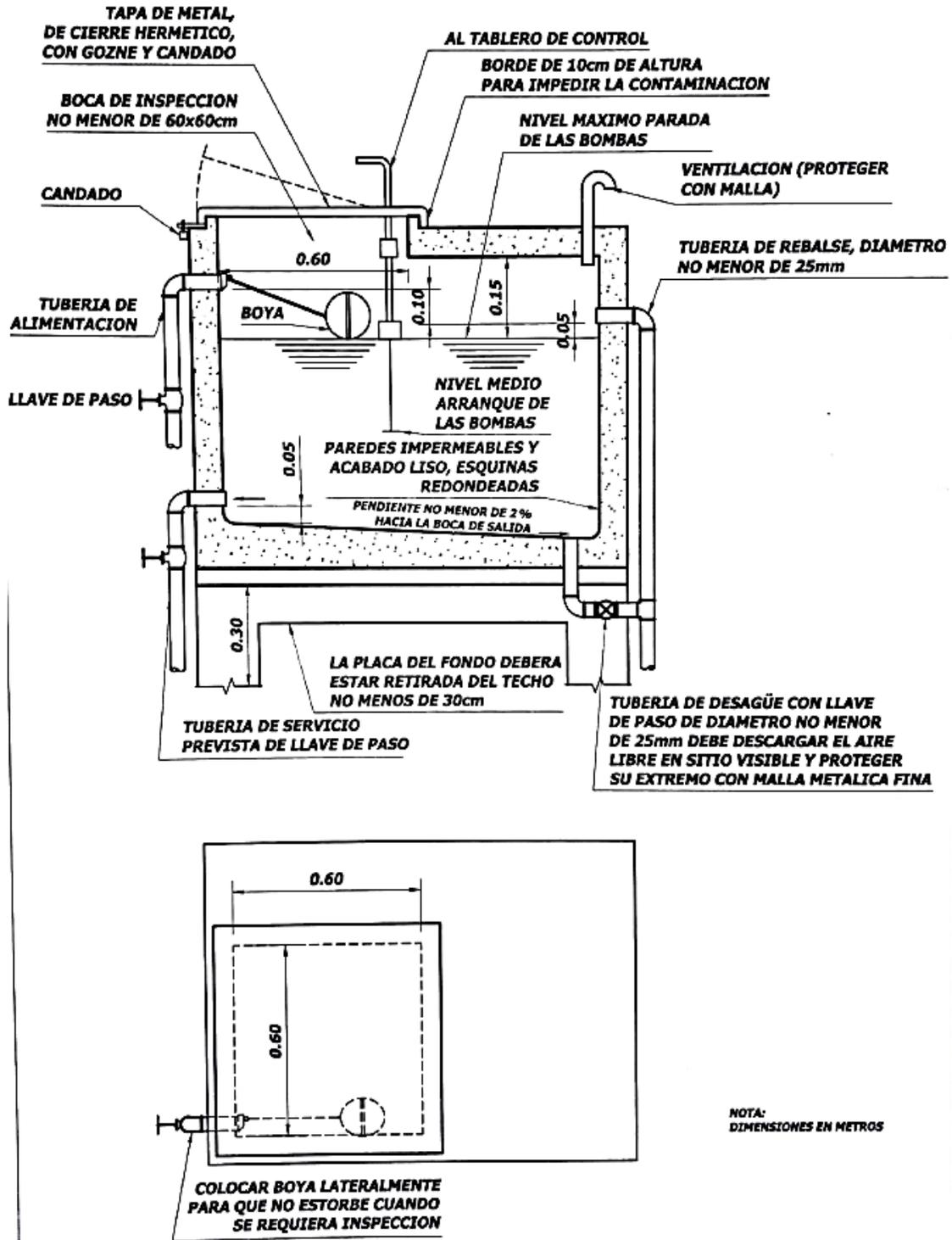
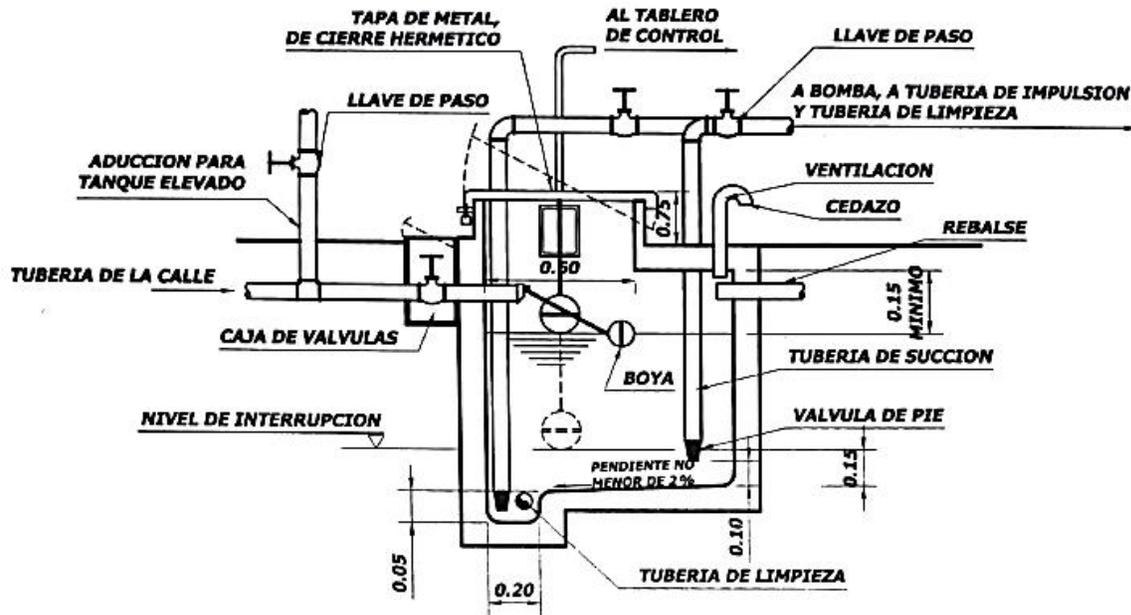
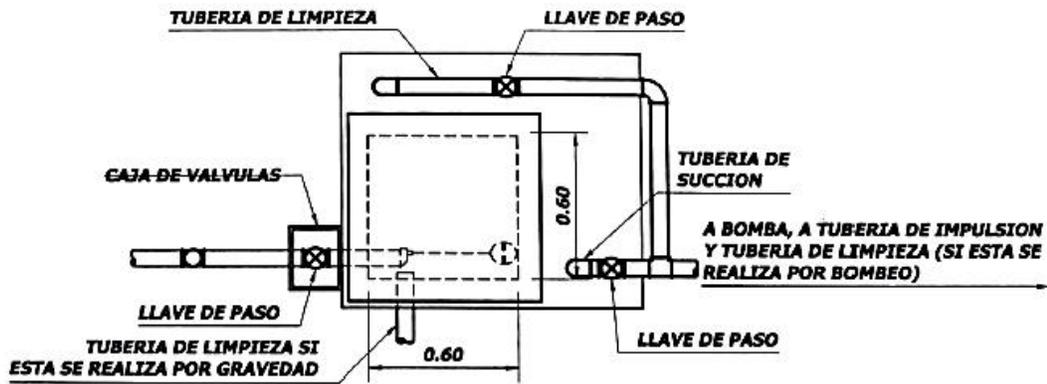


Figura 1. Tanque elevado de almacenamiento de agua
Fuente: CIHSE, 2017



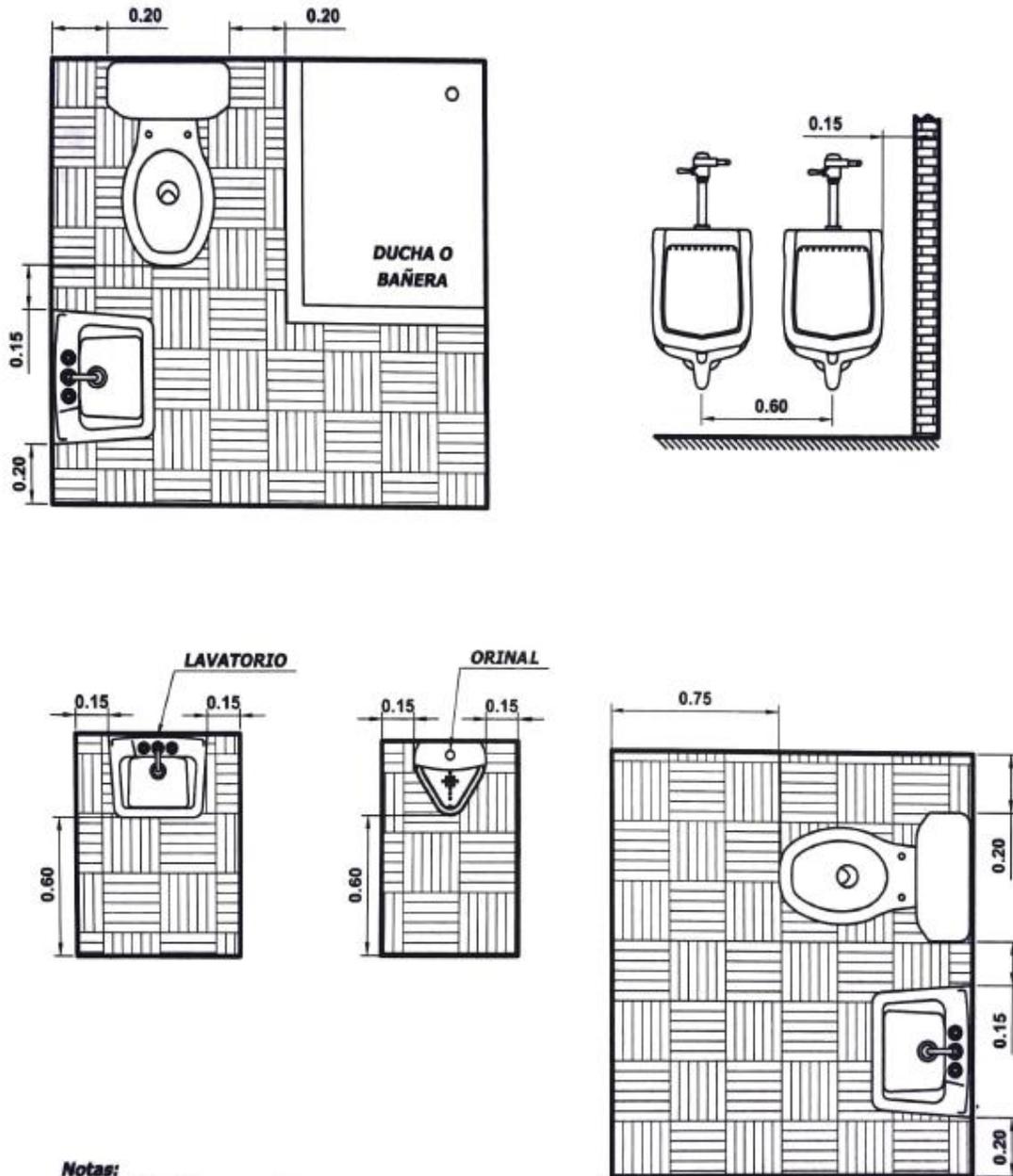
CORTE



PLANTA

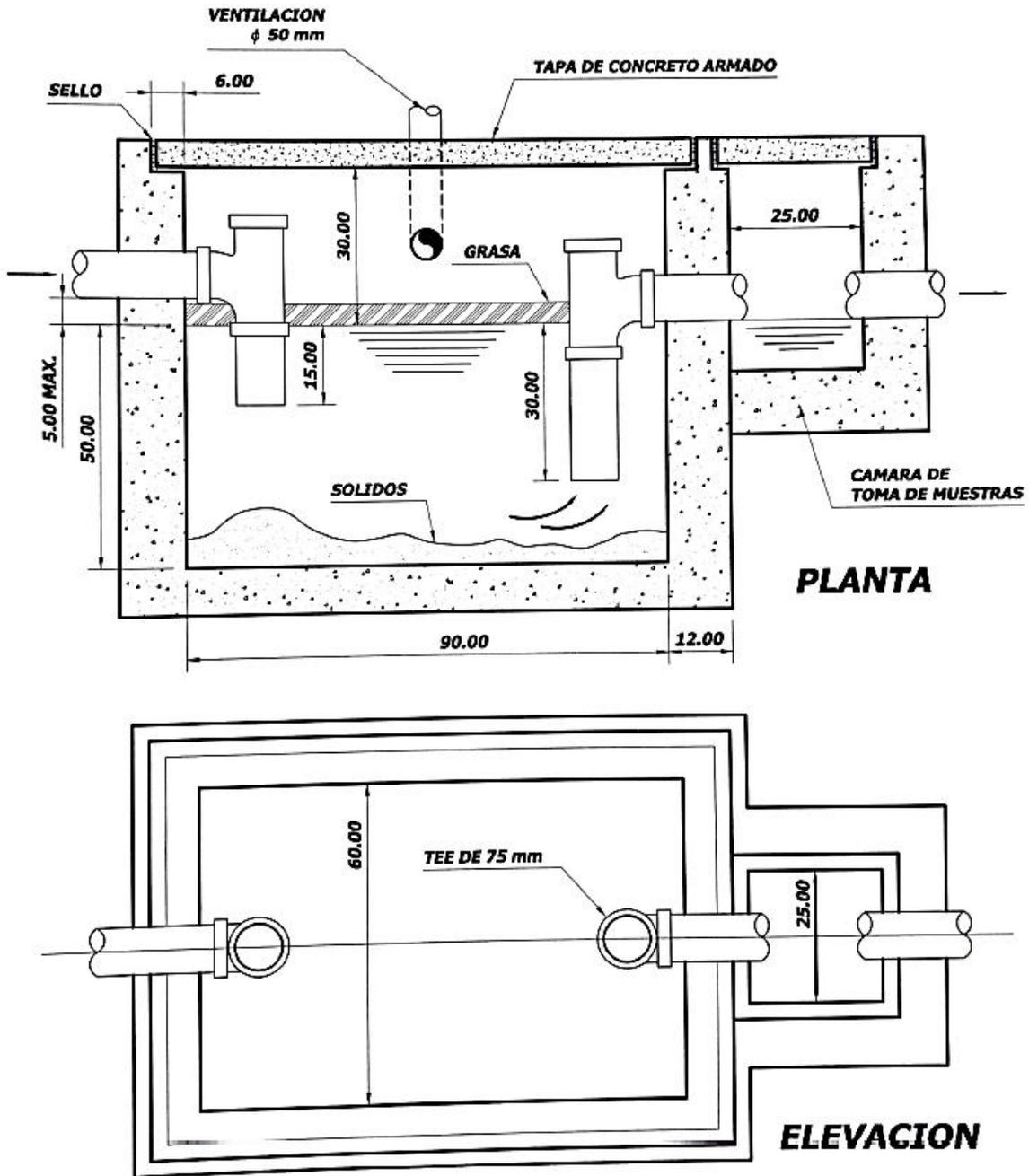
NOTA:
DIMENSIONES EN METROS

Figura 2. Tanque subterráneo de almacenamiento de agua
Fuente: CIHSE, 2017



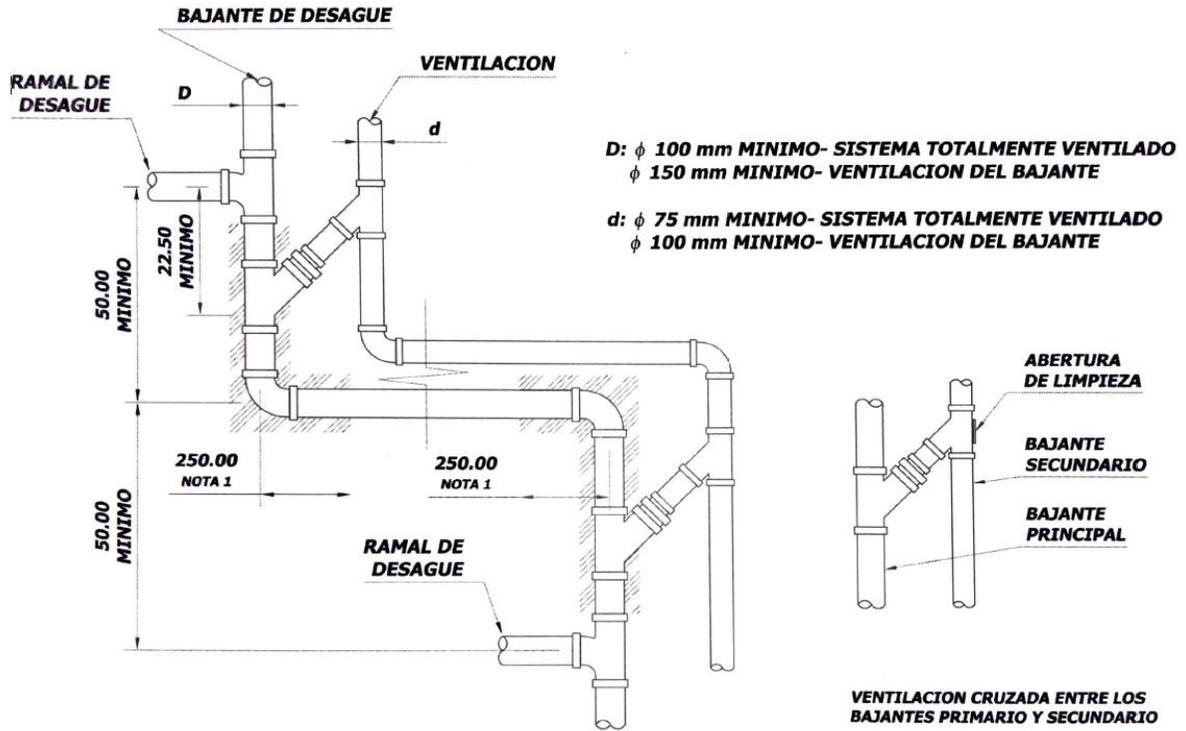
Notas:
 1) Las distancias a cumplir en el caso de bidets, deben ser las mismas que las dadas para inodoros.

Figura 3. Dimensiones mínimas para la instalación de piezas sanitarias
 Fuente: CIHSE, 2017



- NOTAS:**
 1- DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
 2- CAPACIDAD DE LA TRAMPA 270 LITROS (0.9x0.5x0.6).
 3- RELACION LARGO-ANCHO 3:2.

Figura 4. Trampa de grasa
 Fuente: CIHSE, 2017



NOTAS:
 1- NO REALIZAR CONEXION ALGUNA A LO LARGO DE 2.5 m HORIZONTALES.
 2- NO REALIZAR CONEXION ALGUNA EN EL AREA SOMBREADA.

Figura 5. Ventilación del bajante de aguas residuales
 Fuente: CIHSE, 2017