

ACUERDO MINISTERIAL No. 004 - 18

Ing. Adrián David Sandoya Unamuno
MINISTRO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, ENCARGADO

CONSIDERANDO:

Que al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, le corresponde definir y emitir las políticas públicas de hábitat, vivienda, gestión y uso del suelo y emitir las metodologías para formular y valorar el catastro nacional georreferenciado, a través de las facultades de rectoría, planificación, regulación, control y gestión, de acuerdo con lo dispuesto en los Arts. 154 numeral 1, 226, 261 numeral 6, y 375 numerales 1, 2, 3, 4, 5 e inciso final de la Constitución de la República, Art. 113, 114, 115, 116, 147, 495 y 561.6 literal b), del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Arts. 90 y 100 de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo; y, Arts. 58.1 inciso penúltimo, 58.2 inciso penúltimo, Novena de las Disposiciones Generales y Disposición Transitoria Única (Registro Oficial Suplemento 966 de 20 de Marzo del 2017), de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública;

Que los procesos constructivos deberán obligatoriamente cumplir con las normas ecuatorianas de la construcción que el ente rector en materia de hábitat y asentamientos humanos expedirá para el efecto, cuyo alcance específico de su aplicación deber ser detallado en los capítulos de la misma norma, conforme lo prescrito en la Disposición General Décimo Quinta del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización –COOTAD;

Que mediante Decreto Ejecutivo No. 705, de 24 de marzo de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 421, de 06 de abril de 2011, se crea el Comité Ejecutivo del Código Ecuatoriano de la Construcción, presidido por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, e integrado por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, AME, un representante de las facultades de Ingeniería de las universidades y escuelas politécnicas, y la Federación Ecuatoriana de Cámaras de la Construcción.

Que los Capítulos NEC-SB-TE: INFRAESTRUCTURA CIVIL COMÚN DE TELECOMUNICACIONES; NEC-SB-IE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS; NEC-HS-EE: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES", de la Norma Ecuatoriana de la Construcción han sido individualmente analizados, revisados y aprobados por el grupo de trabajo conformado por representantes técnicos de la academia, las entidades públicas y privadas vinculadas al tema e integrantes del Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y, posteriormente aprobados por el referido Comité, mediante Actas de reunión de fecha 13 de octubre y 15 de noviembre de 2017;

Que los referidos Capítulos deben ser emitidos por el ente rector de hábitat y vivienda para su aplicación con el carácter de obligatorio por las personas naturales o jurídicas, públicas y privadas, en todos los procesos constructivos, de acuerdo con lo previsto en la Ley;

Que el señor Presidente Constitucional de la República, con Decreto Ejecutivo No. 277 de 06 de enero de 2018, designa al suscrito, como Ministro encargado del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda; y,

En ejercicio de las atribuciones conferidas en el Art 154 numeral 1, de la Constitución de la República del Ecuador, y Disposición General Décimo Quinta del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización,

ACUERDA:

Artículo 1.- Expedir los siguientes Capítulos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción:

1. **NEC-SB-TE: INFRAESTRUCTURA CIVIL COMÚN DE TELECOMUNICACIONES;**
2. **NEC-SB-IE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS; y,**
3. **NEC-HS-EE: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES".**

Artículo 2.- Objeto.- Las normas precedentes tienen por objeto establecer los requisitos mínimos, características funcionales y constructivas que deben cumplir las edificaciones y su aplicación será de carácter obligatorio.

Los capítulos que se emiten regulan:

- **NEC-SB-TE: Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones.-** Los principios básicos, criterios funcionales y características constructivas para el diseño, ejecución, control y mantenimiento de las instalaciones de telecomunicaciones en las construcciones, la infraestructura adecuada que facilite la instalación de esta red y la seguridad en la edificación.
- **NEC-SB-IE: Instalaciones Eléctricas.-** Los principios básicos, criterios funcionales y características constructivas para el diseño, ejecución, control y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en las construcciones, la infraestructura adecuada que facilite la instalación de esta red y la seguridad en la edificación.

- **NEC-HS-EE: Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales.-** Los principios básicos, criterios funcionales y características constructivas en las edificaciones para el diseño y ejecución de las construcciones, basado en la optimización del consumo energético y el confort térmico interno de las edificaciones.

Artículo 3.- Difusión.- El contenido detallado y pormenorizado de las normas antes referidas, que se integran a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, una vez expedido serán difundidas a través de la publicación en la página web institucional del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: www.habitatyvivienda.gob.ec.

Artículo 4.- Vigencia.- El presente Acuerdo entrará en vigencia, después de un año contado a partir de su publicación en el Registro Oficial.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

ÚNICA.- La Subsecretaría de Hábitat y Espacio Público, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial y difusión en la página web institucional, remitirá a todos los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, el presente Acuerdo con las normas referidas; y, en el plazo de un año realizará al menos un evento de capacitación sobre sus contenidos con los actores vinculados a la construcción.

Dado en la ciudad de Quito, Distrito Metropolitano, a

05 FEB 2018


Ing. Adrián David Sandoya Utramo
MINISTRO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, ENCARGADO



NEC

NORMA ECUATORIANA
DE LA CONSTRUCCIÓN

**INSTALACIONES
ELÉCTRICAS
RESIDENCIALES**

CONTENIDO

1.	Generalidades.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Preliminar.....	1
1.3.	Definiciones.....	1
1.4.	Simbología.....	4
1.4.1.	Unidades.....	4
1.5.	Marco normativo y referencias.....	4
1.5.1.	Normas y estándares nacionales e internacionales.....	4
1.5.2.	Documentos de investigación (Repositorios Académicos Nacionales).....	5
2.	Campo de aplicación.....	5
3.	Principios Generales para el Diseño de Instalaciones Eléctricas Residenciales	5
3.1.	Introducción.....	5
3.2.	Estudio de demanda y factor de demanda.....	6
3.3.	Clasificación de las viviendas según el área de construcción.....	6
3.4.	Factores de demanda.....	7
3.4.1.	Iluminación y Tomacorrientes.....	7
3.4.2.	Cargas especiales.....	7
4.	Circuitos.....	8
4.1.	Circuitos de Iluminación.....	8
4.2.	Circuitos de Tomacorrientes.....	8
4.3.	Circuitos de cargas especiales.....	8
5.	Calibre de Conductores.....	9
5.1.	Capacidad de corriente.....	9
5.2.	En circuitos de iluminación.....	9
5.3.	En circuitos de tomacorrientes.....	9
5.4.	En circuitos de cargas especiales.....	10
5.5.	En alimentadores a tableros de distribución.....	10
6.	Tablero de Distribución Tipo Centro de Carga.....	10
7.	Protecciones contra sobrecorrientes.....	11
8.	Instalación de Puesta a Tierra.....	11
8.1.	Introducción.....	11
8.2.	Consideraciones para la instalación de puesta a tierra.....	12
8.3.	Esquema de conexión.....	12
8.4.	Elementos que deben ponerse a tierra.....	12
8.5.	Componentes de un sistema de puesta a tierra para una vivienda.....	12
8.5.1.	Electrodos.....	12

8.5.2.	Conductores	13
8.6.	Calibre del conductor de puesta a tierra.	13
9.	Tablero General de Medidores (TGM)	14
10.	Aspectos para la Instalación.....	14
10.1.	Interruptores y tomacorrientes.	14
10.2.	Tuberías y cajetines	15
11.	Instalación de Conductores	18
12.	Apéndices / Anexos	21
Anexo 1	21	
Anexo 2	24	
Ejemplo de Aplicación del NEC – EC Tablas 2,3,4.....		24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las viviendas según el área de construcción.....	6
Tabla 2. Factores de demanda	7
Tabla 3. Cargas especiales.....	7
Tabla 4. Factores de demanda para cargas especiales (ce)	7
Tabla 5. Capacidad de protección en función del calibre del conductor	9
Tabla 6. Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos	13
Tabla 7. Número de conductores en función del tipo de caja.....	17
Tabla 8. Capacidad de corriente permisible en conductores aislados hasta 2000v nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C	18-19
Tabla 9. Código de colores	20

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

La información contenida en este capítulo fue elaborada sobre la base del anteproyecto normativo realizado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) mediante compromiso establecido en el Convenio de Cooperación entre MIDUVI - MEER - MINTEL, suscrito con fecha 13 de febrero del 2015.

El presente capítulo denominado "Instalaciones Eléctricas Residenciales", fue elaborado por un grupo de trabajo liderado por el MEER en coordinación con representantes de varias Empresas Eléctricas del País como: Empresa Eléctrica Quito, Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP), Empresa Eléctrica Regional Centrosur, Empresa Eléctrica Regional del Norte, Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi y Empresa Eléctrica Riobamba, entre otras instituciones que realizaron distintos aportes sobre el documento base.

Para la elaboración del presente documento se tomó como referencia el *National Electrical Code* (NEC) o NFPA 70, y con la colaboración de los representantes de las Empresas Eléctricas, el presente capítulo ha sido adaptado a la realidad ecuatoriana en lo referente a terminología, simbología y dimensionamiento, con el fin de regular las instalaciones eléctricas residenciales.

1.2. Preliminar

Esta norma establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores para uso residencial.

Con la elaboración de este documento, se pretende prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico, al ofrecer condiciones de seguridad para las personas y sus propiedades.

1.3. Definiciones

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en NFPA 70 *National Electrical Code* 2011 y las descritas a continuación:

Cajas o Cajetines: Receptáculos en los cuales se realizan las diferentes conexiones como empalmes de cables, derivaciones o continuación de circuitos, salidas de puntos de luz, tomacorrientes, interruptores, conmutadores, entre otros.

Capacidad de corriente: Corriente máxima, en amperios, que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura normal de servicio.

Carga: Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Carga Especial: Se consideran aquellas cargas fijas, que necesitan un circuito exclusivo y cuya potencia instalada excede 1,5 kilovatios.

Cortocircuito: Falla eléctrica producida en sistemas monofásicos y/o polifásicos de corriente alterna, debido al contacto accidental de una fase a tierra o entre fases; y, en el caso de corriente continua, debido al contacto entre polos opuestos.

Corriente de Plena Carga: Es aquella que ocurre cuando un motor o aparato eléctrico está funcionando con toda su capacidad.

Demanda: Es la potencia requerida por un sistema eléctrico, o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo determinado.

Diagrama Unifilar: Gráfico que suministra información rápida y concisa de cómo está estructurada la instalación eléctrica.

Energía Eléctrica: Uso de la potencia eléctrica por un equipo o dispositivo en un período de tiempo, expresada en kWh.

Empotrar: Hacer que algo quede encajado y fijo en el interior de: unapared, losa o piso.

Fase: Punto en el cual la diferencia de potencial con respecto a tierra, es mayor que cero.

Factor de demanda (FD): Relación entre la demanda máxima de un sistema eléctrico, o parte de él, con respecto a su carga instalada.

Instalaciones Eléctricas Residenciales: Es el conjunto de elementos tales como: tuberías, conductores, accesorios, dispositivos, entre otros, que tiene como objetivo dotar de energía eléctrica a la vivienda.

Interruptor termo-magnético: Elemento de maniobra y protección, diseñado para abrir o cerrar un circuito de manera manual y/o para abrir un circuito automáticamente

cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, con respecto a su valor nominal.

Neutro o conductor puesto a tierra: Conductor que normalmente conduce corriente, intencionalmente conectado a tierra.

Potencia total: Suma de las potencias parciales, de cada uno de los puntos de iluminación, tomacorrientes y/o cargas especiales de una instalación eléctrica.

Retorno de Corriente: Corriente resultante de la diferencia de potencial existente entre neutro y tierra ocasionadas por deficiencias en la puesta a tierra.

Sistema de puesta a tierra: La puesta a tierra es una unión intencional de todos los elementos metálicos que, mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación a tierra de corrientes de falla o de las descargas de tipo atmosférico, y limita la diferencia de potencial peligrosa en las instalaciones eléctricas.

Sobrecarga: Funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso.

Sobrecorriente: Corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Sobrevoltaje: Es un aumento, por encima de los valores establecidos como máximos, del voltaje entre dos puntos de un circuito o instalación eléctrica.

Tablero de distribución: Un solo compartimento o grupo de compartimentos diseñados para ensamblarse como un solo conjunto, que incluyen elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y que puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, tomacorrientes y cargas especiales.

Tierra o conductor de tierra: Conductor cuya diferencia de potencial con respecto a tierra es cero.

Tomacorrientes: Dispositivos que tienen contactos hembras para la conexión de una clavija (enchufe) y terminales para la conexión a los circuitos de salida.

Voltaje Nominal: Un valor nominal asignado a un sistema o circuito para designar su nivel de voltaje.

1.4. Simbología

Anexo 1

1.4.1. Unidades

Se emplearán las unidades del Sistema Internacional (S.I.) de acuerdo con la Norma NTE INEN-ISO 80000-1:2014 CANTIDADES Y UNIDADES – PARTE 1: GENERALIDADES (ISO 80000-1:2009, IDT). Para este caso se utilizarán las siguientes unidades:

Símbolo	Definición
m	Metro
m ²	Metro Cuadrado
cm	Centímetro
cm ³	Centímetro cúbico
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro cuadrado
A	Amperio
V	Voltio
W	Vatio
kWh	Kilovatio Hora
°C	Grado Celcius

1.5. Marco normativo y referencias

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia, incluyendo cualquier enmienda:

1.5.1. Normas y estándares nacionales e internacionales

NFPA 70 National Electrical Code 2011

CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano

IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams

NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico. Requisitos.

NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados

1.5.2. Documentos de investigación (Repositorios Académicos Nacionales)

Centrosur: Procedimiento DICO 90.0.0

Empresa Eléctrica Ambato: Instalaciones eléctricas interiores

CNEL EP Unidad de Negocio Guayaquil: NATSIM 2012

2. Campo de aplicación

Esta norma se aplica a las instalaciones eléctricas interiores residenciales no inmóviles en bajo voltaje, en edificaciones nuevas, ampliaciones o modificaciones de instalaciones eléctricas existentes, de tal manera que las instalaciones cuenten con la protección indispensable contra:

- Choques eléctricos
- Efectos térmicos
- Sobrecorrientes
- Corrientes de falla
- Sobrevoltajes.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura.

3. Principios Generales para el Diseño de Instalaciones Eléctricas Residenciales

3.1. Introducción

La instalación eléctrica debe garantizar la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que puedan surgir por el uso de la electricidad, así como el cumplimiento de estándares de calidad y continuidad del servicio.

El diseño eléctrico se desarrolla en función de los planos arquitectónicos y características físicas de la vivienda a proyectar, además debe existir un alto grado de

coordinación y compatibilidad entre los diseños: eléctrico, telefónico, electrónico, hidráulico, estructural y sanitario.

El resumen de los criterios técnicos y resultados de los cálculos a efectuarse, deben incluir planos eléctricos conforme a la norma IEC 60617 y consignarse en la memoria técnica descriptiva del proyecto.

Esta Norma establece los requisitos mínimos para lograr niveles de seguridad aceptables en las instalaciones eléctricas.

Las disposiciones de esta norma están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados. No debe entenderse este texto como un manual de diseño de instalaciones eléctricas.

Lo que no contemple este texto, se debe regir a lo indicado en el Código Eléctrico Nacional vigente.

3.2. Estudio de demanda y factor de demanda

Para los cálculos de diseño se deben considerar los siguientes parámetros:

- Para Iluminación: Se debe considerar por cada salida de iluminación una carga máxima de 100 W.
- Para tomacorrientes: Se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200 W.
- Para cargas especiales: Se consideran aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1500 W, como por ejemplo: cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, calentador eléctrico de agua, entre otros; debiendo considerarse para el diseño la potencia de placa de cada uno de los equipos y la cantidad de equipos a ser utilizados.

3.3. Clasificación de las viviendas según el área de construcción

Considerando que las demandas máximas de las diferentes cargas, en general, no son las mismas que las potencias de placa, se establecen factores de demanda, que están en función del tipo de vivienda según el área de construcción, como se indica en la Tabla No.1.

Tabla No. 1. CLASIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS SEGÚN EL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN

TIPO DE VIVIENDA	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m ²)	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana Grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²

3.4. Factores de demanda

3.4.1. Iluminación y Tomacorrientes

Los factores de demanda, que se deben considerar para iluminación y tomacorrientes de uso general en función del tipo de vivienda, se indican en la Tabla No. 2.

Tabla No. 2. FACTORES DE DEMANDA

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - Mediana	0,70	0,50
Mediana Grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

3.4.2. Cargas especiales

Para el cálculo de la carga instalada de la vivienda proyectada, además de las cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general, se deben considerar, entre otras, las potencias de placa de las cargas especiales. Solamente a falta de los valores específicos se pueden considerar aquellos indicados en la Tabla No. 3.

Tabla No. 3. CARGAS ESPECIALES

EQUIPO ELÉCTRICO	POTENCIA MEDIA (W)
Ducha eléctrica	3.500
Horno eléctrico	3.000
Cocina eléctrica	6.000
Calefón eléctrico	8.000
Aire acondicionado	2.500
Calentador eléctrico	3.000
Cargador para vehículo eléctrico	7.500

La demanda de las cargas especiales se determina en función de la carga instalada, al aplicar los factores de demanda especificados en la Tabla No. 4.

TABLA No. 4. FACTORES DE DEMANDA PARA CARGAS ESPECIALES (CE)

Para 1 carga	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas
	CE<10kW	10kW<CE<20kW	CE>20kW
1	0,80	0,75	0,65

Nota: Ejemplo del cálculo se encuentra en el Anexo 2.

4. Circuitos

La vivienda debe disponer de circuitos independientes de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales con las siguientes características:

- a) Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir.
- b) Cada circuito debe disponer de su propio neutro o conductor conectado a tierra.
- c) Cada circuito debe disponer de su propia protección.
- d) Ningún circuito debe compartir servicios entre plantas o niveles diferentes de la vivienda.

4.1. Circuitos de Iluminación.

Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación.

4.2. Circuitos de Tomacorrientes.

Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas.

4.3. Circuitos de cargas especiales.

Los circuitos para cargas especiales tales como: cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, calentador eléctrico de agua, calefón eléctrico, entre

otros, deben ser diseñados de manera individual para soportar la carga nominal unitaria de cada equipo.

De manera obligatoria toda vivienda debe tener el circuito exclusivo para la cocina eléctrica, de acuerdo a los parámetros técnicos establecidos en esta Norma. De la misma manera se requiere de forma obligatoria que para toda vivienda los baños que dispongan de ducha deberán contar con un circuito exclusivo para el calentamiento de agua (ducha eléctrica, calentador eléctrico o calefón eléctrico).

5. Calibre de Conductores

Para el dimensionamiento del calibre de los conductores, se considera como mínimo la capacidad de corriente.

5.1. Capacidad de corriente

El calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito de acuerdo a la Tabla No. 5.

TABLA No. 5. CAPACIDAD DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Ref: Tabla 210.24 National Electrical Code

5.2. En circuitos de iluminación

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases.
- En circuitos de iluminación, se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm² (14 AWG) para la fase, el neutro y conductor de tierra.

5.3. En circuitos de tomacorrientes.

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases.

- b) En circuitos de tomacorrientes, se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm^2 (12 AWG) para la fase y el neutro.
- c) El calibre del conductor de tierra se determina conforme lo indicado en la Tabla No. 6.

5.4. En circuitos de cargas especiales

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) El calibre del conductor de tierra se determina conforme lo indicado en la Tabla No. 6.
- b) En circuitos de cargas especiales, se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de $5,26 \text{ mm}^2$ (10 AWG) para las fases.

5.5. En alimentadores a tableros de distribución

El calibre mínimo recomendado para un alimentador desde el medidor hasta el tablero de distribución único debe ser el No. 6 AWG de cobre aislado tipo THHN.

En caso de disponer más de un tablero de distribución el calibre de los sub alimentadores deberá estar en función de la demanda en cada subtablero.

6. Tablero de Distribución Tipo Centro de Carga

La instalación de los tableros de distribución debe ajustarse a los siguientes criterios:

- a) Debe ser ubicado en un lugar permanentemente seco, que represente el punto más cercano a todas las cargas parciales de la instalación y en paredes de fácil acceso a personas que realicen labores de reconexión o mantenimiento.
- b) En el lado interior de la tapa o puerta de los tableros debe colocarse obligatoriamente el diagrama unifilar con el listado de los circuitos a los que protege cada uno de los interruptores.
- c) Las cargas asignadas a las fases deben balancearse en todo cuanto sea posible.
- d) Por cada cinco salidas que se alimenten del tablero de distribución, se debe dejar por lo menos una salida de reserva.
- e) Todo circuito debe tener necesariamente su respectivo dispositivo de protección de sobrecorriente.

- f) La altura de instalación debe ser a 1,60 m desde el nivel del piso a la base del tablero.
- g) El tablero de distribución debe tener barra de neutro (aislada) y barra de tierra.

7. Protecciones contra sobrecorrientes

Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y con las siguientes condiciones generales de instalación:

- a) Su dimensionamiento está relacionado con la capacidad de los circuitos a proteger, y al funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo.
- b) Se deben alojar en tableros de distribución tipo centro carga.
- c) Deben soportar la influencia de los agentes externos a los que estén sometidos con al menos un grado de protección de IP 20.
- d) La protección del circuito especial de la cocina eléctrica de 220/240 V debe realizarse mediante un interruptor termomagnético bipolar mínimo de 40 amperios, instalado en el interior del tablero de distribución.

8. Instalación de Puesta a Tierra

8.1. Introducción.

Los sistemas y conductores de circuitos eléctricos son puestos a tierra para evitar que personas, entren en contacto con los circuitos y equipos eléctricos, queden sometidos a diferencias de potencial que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

Los objetivos del sistema de puesta a tierra son:

- a) garantizar la seguridad de las personas,
- b) proteger las instalaciones,
- c) generar un circuito de falla que permita la apertura de los dispositivos de interrupción y evitar interferencias electromagnéticas de equipos electrónicos.

8.2. Consideraciones para la instalación de puesta a tierra

El tablero de distribución principal de la vivienda debe conectarse a su propia varilla de puesta a tierra.

Todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro.

Al tablero de distribución de la vivienda deben llegar los conductores de las fases y neutro que vienen desde el medidor de energía eléctrica.

Se debe tener en cuenta que en el tablero de distribución principal de la vivienda debe existir un puente equipotencial entre la barra de neutro y tierra, en los subtableros las barras de neutro y tierra deben permanecer aisladas entre sí, puesto que su alimentación desde el tablero principal debe tener un conductor independiente del neutro.

El conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes debe conectarse a la barra de tierra del tablero de distribución.

8.3. Esquema de conexión.

El Esquema de Conexión a Tierra (ECT) o el Régimen de Neutro que se debe utilizar es el TN-C-S, esto significa que el neutro del transformador debe ser puesto sólidamente a tierra por parte de las Empresas Eléctricas, mientras que el usuario debe conectar todas las carcasas metálicas de sus equipos eléctricos al conductor de puesta a tierra (el conductor neutro, cuando se trata del tablero de distribución principal). La letra C significa que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor y la letra S significa que las funciones de neutro y de protección se hacen con conductores separados.

8.4. Elementos que deben ponerse a tierra

Deben ponerse a tierra el neutro de la acometida, los tableros de distribución y las carcasas metálicas de los equipos eléctricos.

8.5. Componentes de un sistema de puesta a tierra para una vivienda

8.5.1. Electroodos

Los electrodos de puesta a tierra son varillas de acero recubierta de cobre con las siguientes dimensiones mínimas: 16 mm de diámetro y con una longitud de 1,80 m.

8.5.2. Conductores

El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, sólido o cableado, aislado. Su sección mínima debe estar de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida o alimentador en la siguiente relación:

- a) No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG
- b) No. 6 AWG para conductores de acometida desde No. 1 AWG hasta 1/0 AWG
- c) No. 4 AWG para conductores de acometida desde No. 2/0 AWG hasta 3/0 AWG

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra debe ser No. 8 AWG de cobre.

El conductor de puesta a tierra se debe empotrar en paredes protegido de daños mecánicos a través de una tubería PVC o metálica; y, debe ser conectado al electrodo de tierra utilizando conectores o soldadura exotérmica.

8.6. Calibre del conductor de puesta a tierra.

El calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de acuerdo al valor de corriente de la protección del circuito se indica en la Tabla No.6.

TABLA No. 6. TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPOS

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	Conductor de cobre	Conductor de aluminio
(A)		
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

Ref: Tabla 250.122 del NEC

9. Tablero General de Medidores (TGM)

Para el diseño del sistema de medición de energía eléctrica del inmueble, debe regirse a la normativa de instalación de acometidas y medidores de cada Empresa Eléctrica de Distribución.

10. Aspectos para la Instalación

10.1. Interruptores y tomacorrientes.

En la ubicación e instalación de los diferentes elementos eléctricos, se debe considerar lo siguiente:

- a) Para interruptores, conmutadores y pulsadores; la altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 m del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase.
- b) El interruptor al ser instalado en un lugar húmedo o al exterior de la vivienda debe alojarse en un gabinete para intemperie. No se deben instalar interruptores en lugares mojados, espacios de bañeras o duchas; a menos que estén certificados para estos usos.
- c) Los tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado, salvo casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m.
- d) Los tomacorrientes, de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra.
- e) Los tomacorrientes para cocinas eléctricas deben ser instalados en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje entre 0,20 y 0,80 m, desde el suelo. Cuando se instale sobre mesones de cocina, se debe colocar los tomacorrientes a una altura mínima de 0,10 m sobre el mesón.
- f) El tomacorriente para la cocina eléctrica debe ser: tipo NEMA 10-50R, cumplir con lo indicado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y las especificaciones del MEER.
- g) Si se ha previsto la utilización de tomacorrientes empotrados en el piso, estos deben ser a prueba de humedad y tener alta resistencia mecánica.
- h) La altura de instalación de tomacorrientes puede ser diferente a la indicada en esta norma en ambientes o montajes especiales.
- i) Para el caso de viviendas en las que habiten personas con discapacidad, personas de la tercera edad y niños; la altura de instalación de interruptores,

pulsadores y tomacorrientes deberá regirse a lo indicado en el capítulo NEC-HS-AU Accesibilidad Universal.

10.2. Tuberías y cajetines

Las tuberías para la instalación de los circuitos eléctricos, deben ser de los siguientes tipos:

- a) Tubería PVC Tipo I Liviano.
- b) Tubería de polietileno flexible de alta resistencia mecánica (tubería negra).
- c) Tubería metálica tipo EMT, rígida o flexible de acero galvanizado.

Los cajetines para la instalación de los circuitos eléctricos, deben ser de los siguientes tipos:

- a) Plásticos
- b) Metálicos

En la etapa de construcción, se debe considerar lo siguiente:

- a) En cada vivienda, que disponga de un espacio destinado a parqueadero, se deberá considerar por lo menos una tubería hasta el tablero de medidores para la instalación de uno o más cargadores para vehículo eléctrico, el cual cumplirá con los requerimientos técnicos que la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) emita para este efecto.
- b) En edificios o estacionamientos de nueva construcción deberá incluirse la instalación eléctrica específica para la recarga de vehículos eléctricos. Por cada 40 parqueaderos se debe considerar una estación.
- c) Los tramos de tubería deben ser continuos entre cajas de salida, cajas de conexión, tableros, entre otros; y unidas a las cajas mediante conectores, es decir, debe existir solidez mecánica y continuidad eléctrica en la instalación.
- d) La tubería debe ir empotrada en la mampostería llevada por el cielo raso, pared o piso de acuerdo al diseño.
- e) El diámetro mínimo de la tubería para el circuito de la cocina eléctrica debe ser de 19 mm.
- f) Los cortes de tubería deben ser perpendiculares al eje longitudinal, eliminando toda rebaba con escariador. Además, para que no se destruya el aislamiento de los conductores por roce con los bordes libres de la tubería, sus extremos deben estar provistos de conectores con bordes redondeados.
- g) No deben utilizarse los tubos metálicos como conductores de puesta a tierra o de neutro.

- h) Los tramos de tubería deben asegurarse con amarras de hierro galvanizado a las cadenas de la estructura, para evitar el movimiento de la tubería, durante el proceso de vaciado de hormigón.
- i) El trazado de la tubería, se debe realizar preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales en donde se efectúa la instalación.
- j) Los diámetros de las tuberías deben ser suficientes para alojar en el interior los cables necesarios. La suma de las áreas de la sección transversal de los conductores, incluyendo su aislamiento, en una canalización, no debe ser mayor que el 40% del área transversal interior de la tubería, de acuerdo al Capítulo 9 Tablas de la National Electrical Code.
- k) Para tener facilidad de construcción y/o maniobra, se debe procurar instalar no más de dos codos de conexión para un mismo tramo de tubería. En caso de necesidad deben instalarse cajetines de paso, de las dimensiones adecuadas según su tamaño y número de tubos que convergen en ellos.
- l) Toda caja de revisión, sea pequeña o grande, debe contar con la tapa y tornillos de fijación.
- m) En los circuitos de distribución interna, preferentemente, las tuberías que van empotradas en la mampostería deben ser del tipo PVC y las que van sobrepuestas por el tumbado falso o al descubierto serán metálicas EMT.
- n) En el proceso de construcción, las tuberías empotradas en la mampostería deben contener como "pescador" un alambre de hierro galvanizado No 16 y taparse los extremos de tal manera que no se introduzca agua, mezcla o cualquier otra sustancia en el interior de la tubería.
- o) Las tuberías de uso eléctrico deben ser independientes de otros servicios.
- p) Los cajetines para tomacorrientes de uso general deben ser rectangulares del tipo profundo.
- q) Los empalmes entre conductores se deben realizar en el interior de las cajas de revisión, protegidos con aislante eléctrico contra la corrosión. No se admiten empalmes dentro de las tuberías. Las dimensiones de las cajas deben permitir alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, de acuerdo a la Tabla No.7.
- r) Las tuberías de los diferentes circuitos de iluminación, tomacorrientes y salidas especiales deben ser independientes.

TABLA No.7 NÚMERO DE CONDUCTORES EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CAJA

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm ³	Número máximo de conductores						
		0.824 mm ² (18 AWG)	1.31 mm ² (15 AWG)	2.08 mm ² (14 AWG)	3.3 mm ² (12 AWG)	5.264 mm ² (10 AWG)	8.37 mm ² (8 AWG)	13.3 mm ² (6 AWG)
10.2 x 3.2 redonda u octogonal	205	8	7	6	6	5	4	2
10.2 x 3.8 redonda u octogonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10.2 x 5.4 redonda u octogonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 3.2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 3.8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 5.4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11.9 x 3.2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
11.9 x 3.8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11.9 x 5.4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7.6 x 5.1 x 3.8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7.6 x 5.1 x 5.1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 5.7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 6.4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7.6 x 5.1 x 7.0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7.6 x 5.1 x 8.9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 5.4 x 3.8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10.2 x 5.4 x 4.8 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10.2 x 5.4 x 5.4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 6.4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 8.9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
FS de Prof. mínima 4.5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de Prof. mínima 6.0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de Prof. mínima 4.5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de Prof. mínima 6.0 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4

Ref: Tabla 370-16 CPE INEN 19 - CODIGO ELECTRICO NACIONAL

11. Instalación de Conductores

- Todos los conductores de energía eléctrica, empleados en las instalaciones, se deben colocar de modo que puedan ser fácilmente revisados o reemplazados.
- Los conductores, que se utilicen en las instalaciones, deben estar sujetos a la norma vigente NTE INEN 2345, en lo que se refiere a su tipo de aislamiento.
- Todo conductor que va instalado en cualquier tipo de ducto, cuyo calibre sea mayor a 10 AWG, debe ser cableado.
- El circuito que va desde el tablero de distribución hasta la cocina eléctrica debe utilizar como mínimo, conductor de cobre calibre 8 AWG por fase y 10 AWG para la tierra, con aislamiento THHN.
- El rango de utilización de los conductores corresponde a la capacidad de conducción de cada uno de ellos de acuerdo a la Tabla No.8.

Tabla No. 8 CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN CONDUCTORES AISLADOS HASTA 2000V NOMINALES Y 60°C A 90°C. NO MÁS DE TRES CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE EN UNA CANALIZACIÓN, CABLE O TIERRA (DIRECTAMENTE ENTERRADOS) Y TEMPERATURA AMBIENTE DE 30 °C

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	....	....	14	....	....	....	18
1,31	....	....	18	....	....	....	16
2,08	20*	20*	25	....	....	....	14
3,3	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,2	110	130	150	85	100	115	1
53,5	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,7	455	545	615	375	445	500	1000
633,38	495	590	665	405	485	545	1250
760,05	520	625	705	435	520	585	1500
886,73	545	650	735	455	545	615	1750
1013,4	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,31 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3.3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5.25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Ref: Tabla 310-16 National Electrical Code

- f) Todos los conductores para las instalaciones eléctricas residenciales deben ir colocados dentro de tuberías, las mismas que deben ser empotradas o sobrepuestas.
- g) Para identificar las fases de los conductores se debe utilizar el siguiente código de colores de acuerdo a la Tabla No.9.

Tabla No. 9 CÓDIGO DE COLORES











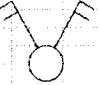

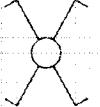





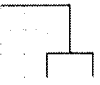

CÓDIGO DE COLORES	
CONDUCTOR	COLOR
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla
Fase	Rojo azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra





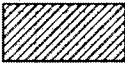

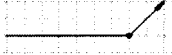
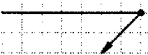


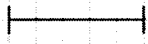
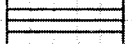



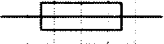

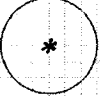










12. Apéndices / Anexos

Anexo 1

La simbología que se expone a continuación contiene los símbolos utilizados en diseños de instalaciones eléctricas interiores, de acuerdo a la Norma IEC 60617, indicados en la siguiente Tabla.

Si no se encuentra un símbolo para un dispositivo o diseño particular en esta simbología, es factible realizar una aplicación apropiada en base a los símbolos aquí indicados.

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Circuito de Iluminación (grosor de la línea 0.5)		Circuito de Tomacorrientes (0.5)
	Circuito de Tomas Especiales (0.7)		Circuito de Puesta a tierra
	Punto de luz		Interruptor simple, símbolo general
	Interruptor simple con luz piloto		Interruptor doble
	Interruptor triple		Conmutador simple
	Conmutador doble		Interruptor simple de 2 vías
	Conmutador intermedio		Tomacorriente doble monofásico
	Tomacorriente doble monofásico con puesta a tierra		Tomacorriente doble monofásico de piso
Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Tomacorriente trifásico		Tomacorriente trifásico de piso
	Tomacorriente (telecomunicaciones), TP = teléfono FX = telefax M = micrófono FM = modulación de frecuencia TV = televisión TX = telex AP = altoparlante		Medidor de Factor de Potencia

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Reloj		Amperímetro
	Vatímetro		Voltímetro
	Tablero de distribución principal		Tablero de distribución secundario
	Alimentaciones conductoras hacia arriba		Alimentaciones conductoras hacia abajo
	Alimentaciones conductoras hacia arriba y hacia abajo		Símbolo de empalme
	Luminaria fluorescente simple		Luminaria fluorescente triple
	Proyector		Luminaria de alumbrado de emergencia
	Cerradura eléctrica		Fusible
	Pararrayos		El asterisco puede ser reemplazado por: M para motor, G para generador, C Convertidor rotativo, GS Generador Síncrono, MG Máquina que puede utilizarse como motor o generador, MS.. Motor Síncrono etc.
	Contador de Energía		Sirena
	Campana		Zumbador
	Condensador		Pulsante
Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Caja de Conexión		Conexión de Puesta a tierra
	Batería		Transformador de medida, voltaje modelo 1

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Transformador de medida, voltaje, modelo 2		Transformador de medida, corriente, modelo 1
	Transformador de medida, corriente, modelo 2		Generador de potencia no giratorio
	Parlante		Cabina de instalación. Se puede especificar tipo de instalación e instrumentos que se encuentran dentro
	Puesta a tierra sin ruido		Transformador en general
	Línea pasante a través de una cámara de acceso		Calentador de Agua (Ducha)
Los siguientes símbolos nos pertenecen a la Norma IEC, sin embargo se representan en base a los requerimientos de dimensión de la misma. Estos símbolos vienen siendo utilizados por la Centrosur.			
	Alarma		Interruptor portafusible
	Interruptor tipo cuchilla		Interruptor tipo cartucho
	Interruptor termomagnético con indicación de capacidad de corriente		Interruptor termomagnético
	Registrador, símbolo general. El * se puede reemplazar por la letra V voltaje, A corriente.		Antena
	Tuberías que se cruzan		Circuito de distribución interna, CDI número "n"
	Célula fotoeléctrica		Regulador de voltaje
	Pozo de revisión		Aplique de pared
	Aplique de pared con interruptor incorporado		Lámpara ornamental
	Aplique de pared fluorescente		Lámpara reflector de 150 W
	Salida Especial		

Anexo 2

Ejemplo de Aplicación del NEC – EC Tablas 2,3,4

Ejemplo Cálculo de demanda

Calcular la demanda total de una vivienda tipo Mediana (80 a 200m²) con los siguientes datos:

de circuitos= 2

Puntos de iluminación= 15

Puntos de tomacorriente= 10

Cargas especiales=2

Potencia cargas especiales= 7000W

Desarrollo:

Potencia de iluminación = # de circuitos * puntos de iluminación * potencia de cada foco.

Potencia de iluminación = 2 * 15 * 100

Potencia de iluminación = 3000W

Demanda de iluminación = Potencia de iluminación * factor de demanda (Tabla No. 12)

Demanda de iluminación = 3000*0.7

Demanda de iluminación = 2100W

Potencia de tomacorriente = # de circuitos * puntos de tomacorriente*potencia de cada tomacorriente. Potencia de tomacorriente = 2*10*200

Potencia de tomacorriente = 4000W

Demanda de tomacorriente = Potencia de tomacorriente * factor de demanda (Tabla No. 4)

Demanda de tomacorriente = 4000*0,5

Demanda de tomacorriente = 2000W

Demandas de cargas especiales = Potencia de carga especial * factor de demanda

0 0 4 - 1 8

Demanda de cargas especiales = $7000 \cdot 0,8$

Demanda de cargas especiales = 5600W

Demanda Total = Demanda de iluminación + demanda tomacorriente + demanda
cargas especiales

Demanda Total = $2100 + 2000 + 5600$

Demanda Total = 9700W

NEC

NORMA ECUATORIANA
DE LA CONSTRUCCIÓN

004 - 18

INFRAESTRUCTURA CIVIL COMÚN DE TELECOMUNICACIONES (ICCT)

 Ministerio
de Desarrollo
Urbano y Vivienda

CÓDIGO
NEC - SB - TE

CONTENIDO

1.	Generalidades	12
1.1.	Preliminar	12
1.2.	Antecedentes.....	12
1.3.	Definiciones	12
1.4.	Simbología.....	14
1.4.1.	Unidades.....	14
1.4.2.	Abreviaciones	14
1.4.3.	Simbología y terminología técnica	15
1.4.4.	Simbología y terminología gráfica	16
1.5.	Marco normativo y referencias	17
1.5.1.	Normas y estándares internacionales	17
1.5.2.	Normas nacionales	17
2.	Campo de aplicación.....	17
3.	Especificaciones mínimas de la Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones	18
3.1.	Topología de la ICCT	18
3.2.	Diseño y dimensiones	18
3.2.1.	Caja de acceso	18
3.2.2.	Caja de Paso	19
3.2.3.	Canalización Externa	19
3.2.4.	Canalización Interna	19
3.2.5.	Cuarto Común de Telecomunicaciones Inferior	19
3.2.6.	Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior	20
3.2.7.	Ducto Vertical de Telecomunicaciones	20
3.2.8.	Canalización Secundaria	20
3.2.9.	Caja Terminal de Red	20
3.2.10.	Canalización de Abonado.....	21
3.2.11.	Cajetín Terminal	21
3.2.12.	Pozo de Entrada	21
3.2.13.	Características constructivas.	21
3.2.14.	Ubicación de los cuartos comunes de telecomunicaciones.	21
3.2.15.	Ventilación.....	22
3.2.16.	Instalaciones eléctricas de los cuartos.	22
3.2.17.	Iluminación.	22
3.3.	Materiales	23
3.3.1.	Caja de Acceso y de Paso.....	23
3.3.2.	Ductos	23
3.3.3.	Cajas de paso, terminación de red y cajetín terminal	23

3.4.	Compatibilidad electromagnética	24
3.4.1.	Tierra local	24
3.4.2.	Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.....	24
3.5.	Requisitos de seguridad entre instalaciones.....	24
4.	Anexos.....	25
Anexo A:	Esquemas gráficos referenciales	25

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Dimensiones del CCTI.....	19
TABLA 2.	Dimensiones del CCTS.....	20
TABLA 3.	Características en canalizaciones, escalerillas y sus accesorios	23

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Cajetín Terminal (CT) - Gráfico	25
FIGURA 2.	Caja de Terminación de Red (CTR) - Perspectiva.....	25
FIGURA 3.	Caja de Acceso (CA) - Perspectiva.....	25
FIGURA 4.	Características de las cajas de acceso (CA).....	25
FIGURA 5.	Caja de Paso (CP) - Perspectiva.....	26
FIGURA 6.	Caja de Paso (CP) - Perspectiva.....	26
FIGURA 7.	Características de las cajas de paso (CP)	26
FIGURA 8.	Canalización de Abonado (CU) - Perspectiva.....	27
FIGURA 9.	Canalización interna (CI)	27
FIGURA 10.	Canalización externa (CE) Canalización Interna (CI) - Perspectiva	28
FIGURA 11.	Canalización secundaria (CS) - Perspectiva.....	28
FIGURA 12.	Cuarto común de telecomunicaciones inferior (CCTI) - Perspectiva	28
FIGURA 13.	Características del cuarto común de telecomunicaciones inferior (CCTI)	29
FIGURA 14.	Cuarto común de telecomunicaciones superior (CCTS) - Perspectiva.....	29
FIGURA 15.	Características del cuarto común de telecomunicaciones superior (CCTS).....	29
FIGURA 16.	Ducto vertical de telecomunicaciones (DVT) - Perspectiva	29
FIGURA 17.	Diagrama de la Infraestructura civil de telecomunicaciones (ICCT)	30
FIGURA 18.	Diagrama de la ICCT para urbanizaciones y/o conjuntos	30
FIGURA 19.	Pozo de entrada (PE) Referencia – Perspectiva.....	31
FIGURA 20.	Gráfico Punto de acceso (PA)	31
FIGURA 21.	ICCT para viviendas unifamiliares - Perspectiva.....	32
FIGURA 22.	Diagrama esquemático para viviendas unifamiliares	32
FIGURA 23.	Distribución interna para viviendas unifamiliares - Planta.....	33
FIGURA 24.	Diagrama esquemático CTR en edificios u oficinas, distribución interna - Planta. 33	
FIGURA 25.	Diagrama esquemático para edificios u oficinas - Perspectiva	34

FIGURA 26. ICCT para viviendas en conjuntos y urbanizaciones - Perspectiva	35
FIGURA 27. Distribución para viviendas en conjuntos y urbanizaciones - Planta	35
FIGURA 28. Distribución para condominios - Implantación.....	36
FIGURA 29. Distribución para urbanizaciones - Implantación.....	36
FIGURA 30. Cuarto de telecomunicaciones en urbanizaciones y/o conjuntos - Perspectiva	37
FIGURA 31. Esquema interconexiones entre bloques - Perspectiva	37
FIGURA 32. Ductería para interconexiones entre bloques – Corte y Perspectiva.....	38
FIGURA 33. Escalerilla para interconexión entre bloques.....	39
FIGURA 34. Bloque completo ICCT desde el acceso hasta el ducto vertical de telecomunicaciones	39
FIGURA 35. Esquema de instalación de ductos para armarios de operadoras de telecomunicaciones	40

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

La información contenida en este capítulo fue elaborada sobre la base del anteproyecto normativo realizado por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) mediante compromiso establecido en el Convenio de Cooperación entre MIDUVI - MEER - MINTEL, suscrito con fecha 13 de febrero del 2015.

El presente capítulo denominado "Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones", fue elaborado por un grupo de trabajo liderado por el MINTEL en coordinación con el MIDUVI e integrado por representantes técnicos de la Asociación de Empresas Proveedoras de Servicios de Internet, Valor Agregado, Portadores y Tecnologías de la Información (AEPROVI), Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT E.P.), Claro, Grupo TV Cable, Telconet, Level3, MEXICHEM ECUADOR S.A., Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), entre otras instituciones que realizaron distintos aportes sobre el documento base.

Para la elaboración del presente documento se tomó como referencia la Norma Técnica Colombiana NTE 5797 "Infraestructura Común de Telecomunicaciones", y con la colaboración de técnicos de la industria de telecomunicaciones, representantes de la academia y gremios relacionados con este campo, el presente capítulo ha sido mejorado y adaptado a la realidad ecuatoriana en lo referente a terminología, simbología y dimensionamiento, con el fin de regular las redes de telecomunicaciones de los operadores que brindan los servicios del régimen general de telecomunicaciones.

1.2. Preliminar

El presente capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, establece los requisitos y especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir las canalizaciones, cuartos de equipos, cámaras, pozos y demás espacios y elementos complementarios que definen la Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones (ICCT).

Con la elaboración de este documento, se busca fomentar la competencia entre prestadores de servicios del régimen general de telecomunicaciones, para establecer una distribución más uniforme del mercado y evitar monopolios y oligopolios, a través del diseño y construcción de la ICCT, cuyo dimensionamiento garantice la suficiente capacidad y flexibilidad para albergar las redes de acceso de servicios del régimen general de telecomunicaciones, de cualquier prestador autorizado presente en el mercado local.

1.3. Definiciones

Para los propósitos de este documento normativo, se aplican los siguientes términos y definiciones.

Abonado: Persona natural o jurídica de derecho público o privado, que ha celebrado un acuerdo con un prestador de servicios del régimen general de telecomunicaciones.

Caja de Acceso (CA): Es el punto de entrada general al predio para facilitar la maniobrabilidad de los cables.

Caja de Paso (CP): Es la que conecta la Canalización Secundaria (CS) con la Canalización Interna (CI).

Cajas de Terminación de Red (CTR): Son los elementos que conectan la Canalización Secundaria (CS) con la canalización de cada abonado.

Cajetín Terminal (CT): Sirven como punto de conexión de los equipos terminales de telecomunicaciones del abonado.

Canalización de Abonado (CU): Son todos los ductos que conectan la Caja de Terminación de Red (CTR) con los Cajetines Terminales (CT).

Canalización Interna (CI) En el caso de edificios, son las escalerillas que van desde el Punto de Acceso (PA) al Cuarto Común de Telecomunicaciones Inferior (CCTI), y desde el CCTI hacia el Ducto Vertical de Telecomunicaciones (DVT); en la parte superior, son los ductos que conectan el Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior (CCTS) con el DVT. En el caso de urbanizaciones son los ductos que conectan el CCTI con las CP.

Canalización Externa (CE): Son los ductos instalados en el área exterior de la edificación que van desde el Pozo de Entrada (PE) hasta el Punto de Acceso (PA) de la edificación. La CE es la vía de ingreso de las redes de los servicios del régimen general de telecomunicaciones de los diferentes operadores a la edificación; se encuentra antes y después de la CA.

Canalización Secundaria (CS): En edificios, es el elemento que va desde el DVT hasta la Caja de Terminación de Red (CTR), y en urbanizaciones, es aquel que va desde la CP hasta la CTR ubicada dentro de cada vivienda.

Cuarto Común de Telecomunicaciones Inferior (CCTI): Es el espacio donde se instalarán los equipos y elementos necesarios correspondientes a los distintos operadores de los servicios del régimen general de telecomunicaciones, para el suministro de estos servicios. En caso de urbanizaciones, es el único cuarto de telecomunicaciones interno construido en forma independiente de las viviendas.

Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior (CCTS): Es el espacio situado en la parte superior de los edificios donde se instalarán los equipos y elementos necesarios para el suministro de los servicios del régimen general de telecomunicaciones.

Ducto Vertical de Telecomunicaciones (DVT): Es el espacio vertical que conecta la CI con la CS.

Edificación: Es un edificio o conjunto de edificios, como viviendas unifamiliares, multifamiliares, centros comerciales, oficinas u otras construcciones que independientemente de su uso, requieran de servicios del régimen general de telecomunicaciones.

Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones (ICCT): Son instalaciones de carácter civil que alojan los distintos elementos y equipos de las redes para la prestación de servicios del régimen general de telecomunicaciones, hacia el interior de las edificaciones.

Pozo de Entrada (PE): Es el espacio físico que se encuentra en la parte exterior de la edificación que sirve de unión a la canalización externa pública y la canalización externa para el acceso a la edificación que forma parte de la ICCT.

Punto de Acceso (PA): Es el punto donde se conectan la canalización externa (CE) con la canalización interna (CI) de la edificación.

Urbanización: Se entiende como el conjunto de viviendas ubicadas en el área urbana o rural que resultan de urbanizar un predio.

Vivienda Multifamiliar: Es un recinto donde unidades de vivienda albergan un número determinado de familias.

Vivienda Unifamiliar: Es aquella en la que una única familia ocupa la edificación en su totalidad.

En las Figuras 1 a 16 del Anexo de la presente norma, se describen gráficamente los términos y definiciones utilizados a lo largo de este capítulo.

1.4. Simbología

1.4.1. Unidades

Se emplearán las unidades del Sistema Internacional (S.I.) de acuerdo con la Norma NTE INEN 1:2013 Sistema Internacional de Unidades, Primera edición.

- Altura y Distancia: m (metro) o mm (milímetro).
- Área: m² (metro cuadrado) o mm² (milímetro cuadrado).
- Diámetro: mm (milímetro)
- Energía: J (Joule)
- Fuerza y Carga: N (newton), kN (kilonewton) o kN/m² (kilonewton por metro cuadrado).
- Intensidad de corriente eléctrica: A (amperio) o kA (kiloamperio)
- Intensidad de iluminación: lx (lux)
- Resistencia eléctrica: Ω (ohmio)
- Temperatura: °C (grados centígrados).
- Voltaje o diferencia de potencial: V (voltio).

Nota: la unidad de pulgada (plg) al ser una medida referencial al mercado, se encuentra incorporada en el documento integral.

1.4.2. Abreviaciones







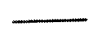





- | | |
|---|------|
| • Caja de Acceso | CA |
| • Caja de Paso | CP |
| • Cajas de Terminación de Red | CTR |
| • Cajetín Terminal | CT |
| • Canalización de Abonado | CU |
| • Cuarto Común de Telecomunicaciones Inferior | CCTI |
| • Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior | CCTS |
| • Canalización Externa | CE |
| • Canalización Interna | CI |
| • Canalización Secundaria | CS |
| • Ducto Vertical de Telecomunicaciones | DVT |
| • Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones | ICCT |
| • Pozo de Entrada | PE |
| • Punto de Acceso | PA |

1.4.3. Simbología y terminología técnica

Símbolo	Definición
Aislamiento eléctrico	Proceso para cubrir un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad, es decir, un material que resiste el paso de la corriente.
AWG	American Wire Gauge, en español Calibre de Alambre Estadunidense
Bornera	Tipo de conector eléctrico en el que un cable se aprisiona contra una pieza metálica mediante el uso de un tornillo.
Conexión equipotencial	Proceso de conectar eléctricamente de forma intencionada, todas las superficies metálicas expuestas que no deban transportar corriente, como protección contra descargas eléctricas accidentales.
Conexión a Tierra	Puesta o conexión en las instalaciones eléctricas para llevar a tierra cualquier derivación indebida de la corriente. Se usan varillas de cobre (electrodos) clavados en tierra y unidos por cables de sección suficiente para formar anillos de baja resistencia
Interruptor Diferencial	Dispositivo electromecánico que protege a las personas de los contactos directos e indirectos con partes activas de la instalación.
IEC	International Electrotechnical Commission, en español la Comisión Electrotécnica Internacional, organización para normar en los campos eléctrico y electrónico.
IP	Según la norma IEC 60529 es el estándar alfa numérico para calificar el nivel de protección de sus materiales contenedores contra la entrada de materiales extraños (polvo y agua por lo general)
IK	Según la norma IEC 62262 es el estándar alfa numérico para calificar los grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos.
Medidores eléctricos	Dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo esta la aplicación usual. Existen medidores electromecánicos y electrónicos.
NTE INEN	Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización.
Omni polar	Dispositivo que interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.
Resistencia eléctrica	Oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica.
Rigidez Dieléctrica	Valor límite de la intensidad del campo eléctrico en el cual un material pierde su propiedad aislante y pasa a ser conductor. Se mide en voltios por metro V/m.
Sobrecargas normalizadas	Producidas cuando el voltaje o corriente superan valores nominales debido a exceso de consumos en la instalación eléctrica. Producen calentamiento excesivo en los conductores, destrucción de su aislación, llegando incluso a provocar incendios.
Tablero eléctrico	Componente en el cual se protegen cada uno de los distintos circuitos en los que se divide la instalación a través de fusibles, protecciones magnetos térmicas y

	diferenciales.
Termo magnético	Dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos, protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuito
Tensión y corriente nominal	Valor teórico o ideal de la tensión (voltaje) y corriente eléctrica.
VCA	Voltaje de Corriente Alterna

1.4.4. Simbología y terminología gráfica

Símbolo	Definición
 CT	Cajetín Terminal
 CTR	Caja de Terminación de Red
 CA	Caja de Acceso
 CP	Caja de Paso
 CU	Canalización de Abonado
 CI	Canalización Interna
 CE	Canalización Externa
 CS	Canalización Secundaria
 CCTI	Cuarto Común de Telecomunicaciones Inferior
 CCTS	Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior
 DVT	Ducto Vertical de Telecomunicaciones
ICCT	Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones
 PE	Pozo de Entrada
PA	Punto de Acceso

1.5. Marco normativo y referencias

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en esta norma y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

Los constructores deberán observar estas y otras normas, así como estándares de los sistemas de telecomunicaciones, con la finalidad de que la construcción civil se ajuste a las condiciones técnicas de las mismas.

1.5.1. Normas y estándares internacionales

- NTE 5797 Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones.
- IEC 60529 Grados de protección dado por encerramientos de equipo eléctrico (Código IP).
- IEC 62208 Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies - General requirements.
- IEC 62262 Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code).
- IEC 60670-1 Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 1: General requirements.
- IEC 60243 Electrical Strength of Insulating Materials. Test Methods. Part 1: Tests at Power Frequencies.
- IEC 61537 Cable Management - Cable Tray Systems and Cable Ladder Systems.
- ASTM F2160 Standard Specification for Solid Wall High Density Polyethylene (HDPE) Conduit Based on Controlled Outside Diameter (OD)

1.5.2. Normas nacionales

- NTE INEN 1:2013 Sistema Internacional de Unidades. Primera edición.
- NTE INEN 1869 Tubos de cloruro de polivinilo rígido (pvc) para canalizaciones telefónicas y eléctricas. Requisitos.
- NTE INEN 2227 Tubos de cloruro de polivinilo rígido (pvc) de pared estructurada e interior lisa y accesorios para canalizaciones telefónicas y eléctricas. Requisitos.
- NTE INEN 2486 Sistema de bandejas metálicas porta cables, electro-canales o canaletas. Requisitos.

2. Campo de aplicación

La presente norma aplica a todas las edificaciones de nueva construcción independientemente de su uso. En caso de que la ICCT de una edificación sea reconstruida o cambiada, parcial o totalmente, estará sujeta al cumplimiento de la norma.

La ICCT establecida en esta norma no debe ser destinada a otros usos como citofonía, vigilancia y domótica, salvo que se brinde en forma convergente a través de la misma red de acceso.

En el caso de edificaciones con más de 200 abonados, el constructor o propietario debe coordinar con los operadores de Servicio Móvil Avanzado (SMA) el espacio adicional para sus requerimientos de servicios internos.

Se encuentra terminantemente prohibido, realizar cualquier tipo de actos o prácticas dirigidas a limitar el acceso al mercado en las edificaciones, o restringir el ejercicio de la libre competencia entre las empresas de servicios del régimen general de telecomunicaciones.

Además los requerimientos y especificaciones mínimas establecidas en este capítulo son de cumplimiento obligatorio a nivel nacional, a responsabilidad y costo del constructor o propietario.

3. Especificaciones mínimas de la Infraestructura Civil Común de Telecomunicaciones (ICCT)

Estas especificaciones técnicas facilitan el despliegue, mantenimiento y reparación de cualquier tipo de red de telecomunicaciones, siendo de aplicación general a todas las edificaciones independientemente del uso que el constructor o propietario decida darle.

Al margen de las características particulares de cada elemento de la ICCT, se dispondrán de todas las medidas de seguridad y señalización necesarias, que garanticen el acceso únicamente al personal autorizado.

3.1. Topología de la ICCT

Comprende toda la infraestructura civil que soporta el acceso a los servicios del régimen general de telecomunicaciones, tales como: canalización, ductos, escalerillas, cajas, cuartos de telecomunicaciones, cajetines, y otros, contemplados en estas especificaciones técnicas, para cualquier edificación, según lo señala las figuras de la 17 a la 35 del Anexo A del presente documento.

Dicho esquema obedece a la necesidad de establecer de manera clara los diferentes elementos que conforman la ICCT de la edificación y que permiten soportar los distintos servicios del régimen general de telecomunicaciones.

Desde el punto de vista del dominio en el que están situados los distintos elementos que conforman la ICCT, puede establecerse la siguiente división:

- a) Zona exterior de la edificación: en ella se encuentran el PE, y/o la CA sobre la acera.
- b) Zona común de la edificación: comprende el PA, la CP, ductos, escalerillas, cuartos de telecomunicaciones, etc.

Para el caso de conjuntos de viviendas unifamiliares, la topología de la ICCT debe responder a los esquemas reflejados en el Anexo A, figura 26 de este documento.

Son válidos en general los conceptos y descripciones efectuadas para otro tipo de edificaciones de topologías similares.

3.2. Diseño y dimensiones

3.2.1. Caja de acceso

Su instalación es obligatoria cuando el PE se encuentre a más de 20 m de la edificación.

En el caso de viviendas unifamiliares es obligatorio la instalación en la vereda de mínimo una CA por cada cuatro predios, a responsabilidad y costo de los propietarios, con una dimensión mínima interior de 0.60 x 0.60 m (ancho x largo x alto).

En caso de no contar con espacio suficiente en la acera, se podrá modificar la forma, siempre y cuando se garantice la manipulación en el interior del CA.

3.2.2. Caja de Paso

Es la que conecta la CS con la CI para el caso de urbanizaciones, donde se instalarán las CP cada cuatro predios, similar a las CA para las viviendas unifamiliares; también conectará los armarios de los operadores de telecomunicaciones. Para el caso de edificios, las CP deben instalarse en la canalización secundaria siempre y cuando se sobrepase la distancia de 30 m desde el DVT y la CTR. En caso de CU, se debe instalar cuando sobrepase los 15 m entre la CTR y el CT.

Las cajas de paso deberán tener dimensiones interiores mínimas de 0.80 x 0.80 x 0.80 m (ancho x largo x alto), mismas que estarán instaladas en caso de urbanizaciones y/o conjuntos habitacionales cada 30 metros o una por cada 4 predios, ubicadas en áreas comunales. Además puede ser utilizada para conectar los armarios de los operadores de telecomunicaciones.

En el caso de edificios, las cajas de paso se encuentran en la CS empotradas en la pared, las dimensiones mínimas serán 0.20 x 0.20 x 0.06 m (ancho x largo x profundidad) y ubicadas cada 15m.

Para el caso de cajas de paso en la CU, las dimensiones mínimas serán 0.10 x 0.10 x 0.05 m (ancho x largo x profundidad) y ubicadas también cada 15 m.

En caso de conectar los CCTI, la CP deberá tener dimensiones interiores mínimas de 0.80 x 0.80 x 0.80 m (ancho x largo x alto), y desde ésta se instalarán mínimo 2 ductos de PVC de 110 mm (4 pulgadas) de diámetro hacia cada CCTI.

3.2.3. Canalización Externa

La CE debe estar constituida por mínimo 2 ductos de PVC, de mínimo 110 mm (4 pulgadas) de diámetro.

3.2.4. Canalización Interna

La CI en edificios estará constituida por una escalerilla de 0.30 x 0.05 m (ancho x alto) fijada y separada de la losa a una distancia mínima de 0.30 m. En urbanizaciones se instalarán mínimo 2 ductos de PVC, de mínimo 110 mm (4 pulgadas) de diámetro, dependiendo del tamaño de la urbanización.

3.2.5. Cuarto Común de Telecomunicaciones Inferior

El CCTI deberá tener las siguientes dimensiones mínimas en caso de edificios. Ver Tabla 1.

TABLA 1. Dimensiones del CCTI

NUMERO DE PISOS	DIMENSIONES DEL CCTI		
	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
Menor a 4	2.0	1.0	2.3
Entre 4 y 10	2.0	2.0	2.3
Mayor a 10 (o más de 50 abonados)	3.0	2.0	2.3

Para urbanizaciones con más de 10 viviendas deberá tener una dimensión mínima de 2.0 x 2.0 x 2.3 m (largo x ancho x alto). En el caso de menos viviendas es opcional.

Este cuarto también deberá disponer de un sistema de iluminación, así como de sistemas contraincendios, seguridad y energización a través de al menos una toma de energía eléctrica de 120 V así como una barra con su respectiva puesta a tierra.

En caso de urbanizaciones, es el único cuarto de telecomunicaciones interno construido en forma independiente de las viviendas. Su construcción es obligatoria cuando la urbanización cuente al menos con 10 viviendas.

3.2.6. Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior

El CCTS deberá tener las siguientes dimensiones mínimas en caso de edificios. Ver Tabla 2.

TABLA 2. Dimensiones del CCTS

NUMERO DE PISOS	DIMENSIONES DEL CCTS		
	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
Menor a 10	2.00	2.0	2.3
Mayor a 10 (o más de 50 abonados)	3.0	2.0	2.3

Este cuarto también deberá disponer de un sistema de iluminación, así como de sistemas contraincendios, seguridad y energización a través de al menos una toma de energía eléctrica de 120 V así como una barra con su respectiva puesta a tierra.

3.2.7. Ducto Vertical de Telecomunicaciones

Este ducto debe contener una escalerilla la cual debe soportar los cables de telecomunicaciones y de audio y video por suscripción (multipar o par trenzado de cobre, fibra óptica, coaxiales o similares), independientemente de su tecnología; desde este espacio se distribuye la CS en cada piso y por abonado (departamento, oficina, local comercial, entre otros) hasta cada una de las CTR. También servirán para instalar equipos para la distribución de los servicios en cada piso. El DVT terminará en la parte superior del edificio dentro del CCTS.

El ducto vertical de telecomunicaciones deberá tener mínimo una dimensión de 0.80 x 1.00 m (ancho x largo) y a lo largo del mismo se deberá instalar una escalerilla de 0.30 x 0.05 m (ancho x alto).

A este ducto llegarán mínimo 2 mangueras y/o tuberías de 25.40 mm (1 pulgada) desde cada CTR y deberán estar identificadas con su respectiva guía.

En el caso de edificios se deberá tener acceso a este ducto en cada piso con dos puertas de medidas mínimas de 0.80 x 1.00 m (ancho x alto) cada una. Este acceso deberá estar sobre el piso a una altura de 0.80 m. y deberá contar con todas las medidas de seguridad y señalización necesaria, que garanticen el acceso únicamente al personal autorizado, a responsabilidad y costo del constructor o propietario.

3.2.8. Canalización Secundaria

La canalización secundaria debe estar constituida mínimo por 2 mangueras, de mínimo 25.40 mm (1 pulgada) de diámetro por cada CTR, empotradas en la pared.

3.2.9. Caja Terminal de Red

Esta caja se ubicará dentro del espacio edificado independientemente del uso, empotrada en la pared y de forma equidistante hacia todas las CT que el constructor o propietario defina. Las dimensiones mínimas de la CTR serán de 0.30 x 0.30 x 0.10 m (ancho x largo x profundidad).

3.2.10. Canalización de Abonado

La canalización de abonado deberá estar constituida por mínimo 2 mangueras de 19.00 mm (¾ de pulgada) de tal manera que alberguen simultáneamente al menos a 2 tipos de cables de tecnologías distintas, para los servicios de telecomunicaciones y de audio y video por suscripción.

Para facilitar la instalación y maniobrabilidad de los cables, se recomienda ubicar un cajetín terminal por cada manguera.

3.2.11. Cajetín Terminal

El cajetín terminal deberá tener una dimensión mínima 0.05 x 0.10 x 0.05 m (ancho x largo x profundidad) y cuyo número y ubicación será de acuerdo a las necesidades del abonado.

3.2.12. Pozo de Entrada

Su construcción es necesaria, siempre y cuando no exista un pozo hasta 50 m de distancia desde la CA.

El pozo de entrada se debe construir cuando no se disponga de un pozo existente en un perímetro de 50 m desde la CA. Su dimensión mínima debe ser de 1.20 x 1.20 x 1.20 m (ancho x largo x profundidad).

En el caso de no contar con espacio suficiente en la acera, se podrá modificar la forma, siempre y cuando se garantice la manipulación en el interior del PE.

Este pozo podrá ser de hormigón armado, bloques de concreto, prefabricado u otro sistema constructivo. En la Figura 19, se puede observar un ejemplo de la forma del pozo.

3.2.13. Características constructivas.

Los cuartos comunes de telecomunicaciones, tendrán las siguientes características constructivas mínimas:

- a) Piso: pavimento rígido que disipe cargas electrostáticas.
- b) Paredes y techo con capacidad portante suficiente.
- c) El sistema de puesta a tierra se instalará según lo dispuesto en el numeral 5.4 de estas especificaciones técnicas.
- d) Se debe dotar de un sumidero con desagüe o un sistema de bombeo que impida la acumulación de agua.

Además de las características mencionadas, se dispondrá de todas las medidas de seguridad y señalización necesarias, que garanticen el acceso únicamente al personal autorizado.

3.2.14. Ubicación de los cuartos comunes de telecomunicaciones.

Los cuartos deben estar situados en áreas comunales. En el caso del CCTS estará en la cubierta o azotea y nunca por debajo de la última planta de la edificación. En los casos en que pudiera haber un centro de transformación de energía próximo, caseta de maquinaria de ascensores o maquinaria de aire acondicionado, los cuartos para instalaciones de telecomunicaciones se deben distanciar de éstos un mínimo de 2.00m, o bien se les debe dotar de una protección contra campo electromagnético prevista en el literal 5.4 de estas especificaciones técnicas.

Se evitará, en la medida de lo posible, que los cuartos se encuentren en la proyección vertical de desagües y, en todo caso, se debe garantizar su protección frente a la humedad.

3.2.15. Ventilación.

Los cuartos de telecomunicaciones deberán contar con una ventana para ventilación, con dimensión mínima de 5% de las superficies de las paredes del cuarto, con rejillas reforzadas ubicadas en dos paredes opuestas del cuarto y a 0.10m bajo el techo del mismo.

3.2.16. Instalaciones eléctricas de los cuartos.

Se debe habilitar una canalización eléctrica directa desde el tablero de servicios generales de la edificación hasta cada cuarto de telecomunicaciones, constituida por cables de cobre con aislamiento hasta 600 V y de mínimo 2 x 10 AWG + Tierra, irá en el interior de un tubo de 32.00 mm de diámetro mínimo o canal de sección equivalente, de forma empotrada o superficial.

La citada canalización finalizará en el correspondiente tablero de protección, que debe tener las dimensiones suficientes para instalar en su interior las protecciones mínimas, y una previsión para su ampliación en un 50 % que se indican a continuación:

- a) Interruptor termomagnético de corte general: tensión nominal mínima 120, 220/440 VCA, corriente nominal 25 A, poder de corte 6 kA.
- b) Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal mínima 120, 220/440 VCA, frecuencia 60 Hz, corriente nominal 25 A, corriente de falla 30 mA de tipo selectivo, resistencia de cortocircuito 6 kA.
- c) Interruptor termomagnético de corte omnipolar para la protección del alumbrado del cuarto: tensión nominal mínima 120, 220/440 VCA, corriente nominal 10 A, poder de corte 6 kA.
- d) Interruptor termomagnético de corte omnipolar para la protección de las bases de toma de corriente del cuarto: tensión nominal mínima 120, 220/440 VCA, corriente nominal 16 A, poder de corte 6 kA.

En el Cuarto Común de Telecomunicaciones Superior, además, se debe disponer de un interruptor termomagnético de corte omnipolar para la protección de los equipos de cabecera de la infraestructura de audio y video por suscripción: tensión nominal mínima 120, 220/440 VCA corriente nominal 16 A, poder de corte 6 kA.

Si se precisara alimentar eléctricamente cualquier otro dispositivo situado en cualquiera de los cuartos, se debe dotar el tablero eléctrico correspondiente con las protecciones adecuadas.

Los citados tableros de protección se deben situar lo más próximo posible a la puerta de entrada, deben tener tapa y podrán ir instalados de forma empotrada o superficial.

Podrán ser de material plástico no propagador de la llama o metálico. Deben tener un grado de protección mínimo IP 4X + IK 05. Deben disponer de una bornera apropiada para la conexión del cable de puesta a tierra.

En cada cuarto debe haber, como mínimo, dos bases de enchufe con toma de tierra y de capacidad mínima de 16 A. Se debe dotar con cables de cobre con aislamiento hasta 600 V y de mínimo 2x12 AWG + Tierra.

Deberá preverse espacio suficiente para la colocación de, al menos, dos medidores de energía eléctrica para su utilización por posibles compañías operadoras de servicios del régimen general de telecomunicaciones. A fin de habilitar, al menos, dos canalizaciones de mínimo 38.10 mm (1.5 pulgadas) de diámetro desde el lugar de centralización de medidores hasta cada cuarto de telecomunicaciones, donde debe existir espacio suficiente para que la compañía operadora de telecomunicaciones instale el correspondiente tablero de protección.

3.2.17. Iluminación.

Se habilitarán los mecanismos para que en los CCTI y CCTS exista un nivel medio de iluminación de 300 lux, así como un aparato de iluminación autónomo de emergencia.

3.3. Materiales

3.3.1. Caja de Acceso y de Paso

Deben soportar las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. La tapa para las CA y CP ubicada en el suelo tendrá una resistencia mínima de 5 kN. Las cajas de acceso, además, dispondrán de puntos para tendido de cables en paredes opuestas a las entradas de conductos situados a 0.15 m del fondo, que soporten una tracción de 5 kN.

Las cajas tendrán un grado de protección mínimo IP 55, según la IEC 60529, y un grado IK 10, según la IEC 62262.

Las cajas deberán tener sumideros, con el fin de proteger las redes y equipos de telecomunicaciones de la humedad.

3.3.2. Ductos

3.3.2.1. Tubos

Deben ser de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa.

Todos los tubos vacíos deben estar provistos de guía para facilitar el tendido de las acometidas de los servicios del régimen general de telecomunicaciones entrantes a la edificación. Dicha guía debe ser de alambre de acero galvanizado de 2.00 mm de diámetro, debe sobresalir 0.20 m en los extremos de cada tubo y debe permanecer aun cuando se produzca la primera ocupación de la canalización.

Las características mínimas que deben reunir los tubos son las establecidas en la NTE INEN 2227 o NTE INEN 1869.

3.3.2.2. Canalizaciones, escalerillas y sus accesorios

Los sistemas de conducción de cables tendrán como características mínimas, para aplicaciones generales, las indicadas en la Tabla 3.

TABLA 3. Características en canalizaciones, escalerillas y sus accesorios

Características	Canales/Bandejas
Resistencia al impacto	Media/ 2 Joules
Temperatura de instalación y servicio	$- 5 \leq T \leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Continuidad eléctrica	Aislante
Resistencia a la corrosión	Protección interior y exterior media
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

Se presumirán conformes con las características anteriores las canalizaciones y escalerillas que cumplan la norma NTE INEN 2486 o con la IEC 61537.

3.3.3. Cajas de paso, terminación de red y cajetín terminal

Para terminación de red y cajetín terminal se consideran como conformes los productos de características equivalentes a los clasificados a continuación, que cumplan con la IEC 60670-1.

Para el caso de las cajas de paso también se considerarán conformes las que cumplan con la IEC 62208. Deben tener un grado de protección IP 33, según la IEC 60529, y un grado IK.5, según la IEC 62262. En todos los casos estarán provistos de cajas y tapas de material plástico o metálico (no propagador de fuego).

3.4. Compatibilidad electromagnética

3.4.1. Tierra local

El sistema general de tierra de la edificación debe tener un valor de resistencia eléctrica menor o igual a 5 ohm respecto a tierra.

El sistema de puesta a tierra en cada uno de los cuartos debe constar esencialmente de un anillo interior y cerrado de cobre, en el cual se encontrará intercalada, al menos, una barra de puesta a tierra, también de cobre y sólida, dedicada a servir como terminal de tierra de los cuartos.

Este terminal debe ser fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, debe estar conectado directamente al sistema general de tierra de la edificación en uno o más puntos.

A él se debe conectar el conductor de protección y los demás componentes o equipos que han de estar puestos a tierra regularmente.

Los conductores del anillo de tierra deben estar fijados a las paredes de los cuartos a un alto que permita su inspección visual y la conexión de los equipos. El anillo y el cable de conexión de la barra colectora al terminal general de tierra de la edificación deben estar formados por conductores flexibles de cobre de un mínimo de 25.00 mm² de sección. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc., metálicos de los cuartos deben estar unidos a la tierra local. Si en la edificación existe más de una toma de tierra de protección, deben estar eléctricamente unidas.

3.4.2. Interconexiones equipotenciales y apantallamiento

La edificación debe contar con una red de conexión común o general de equipotencialidad del Tipo Mallado, conectada al sistema de puesta a tierra propia de la edificación.

3.5. Requisitos de seguridad entre instalaciones

Como norma general, se debe procurar la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicaciones y las del resto de servicios. Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las canalizaciones de telecomunicaciones por encima de las de otro tipo.

Los requisitos mínimos serán los siguientes:

- a) La separación entre una canalización de telecomunicaciones y las de otros servicios debe ser, como mínimo, de 0.10m para trazados paralelos y de 0.03m para cruces.
- b) Si las canalizaciones interiores se realizan con escalerillas para la distribución conjunta con otros servicios que no sean de telecomunicaciones, cada uno de ellos se debe alojar en compartimentos diferentes.

La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias conjuntas debe tener un valor mínimo de 15 kV/mm (según norma IEC 60243). Si son metálicas, se conectarán a tierra.

4. Anexos

Anexo A: Esquemas gráficos referenciales

FIGURA 1. Cajetín Terminal (CT) - Gráfico

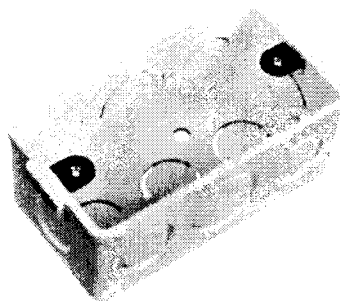


FIGURA 2. Caja de Terminación de Red (CTR) - Perspectiva

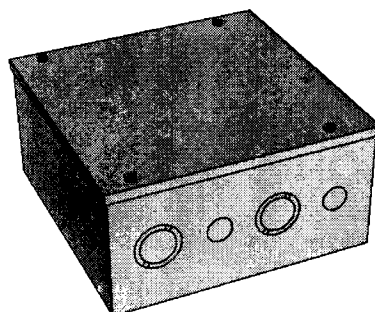


FIGURA 3. Caja de Acceso (CA) - Perspectiva

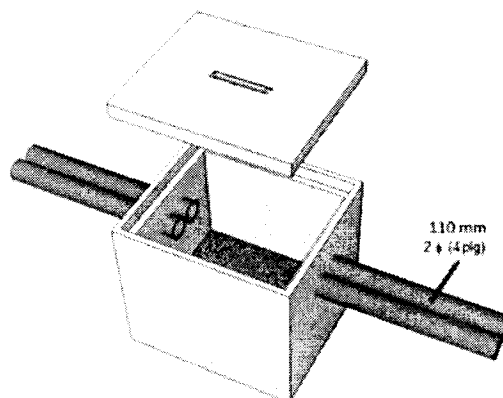


FIGURA 4. Características de las cajas de acceso (CA)

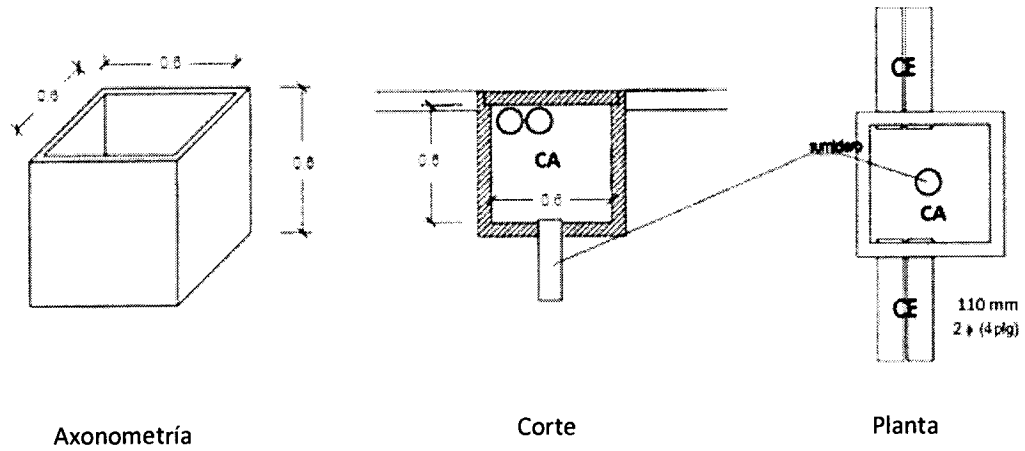


FIGURA 5. Caja de Paso (CP) - Perspectiva

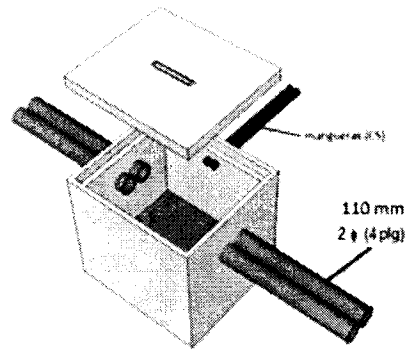


FIGURA 6. Caja de Paso (CP) - Perspectiva

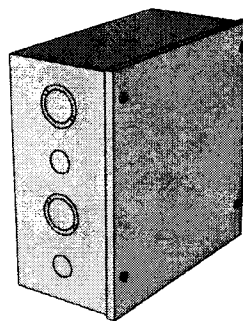


FIGURA 7. Características de las cajas de paso (CP)

004-18

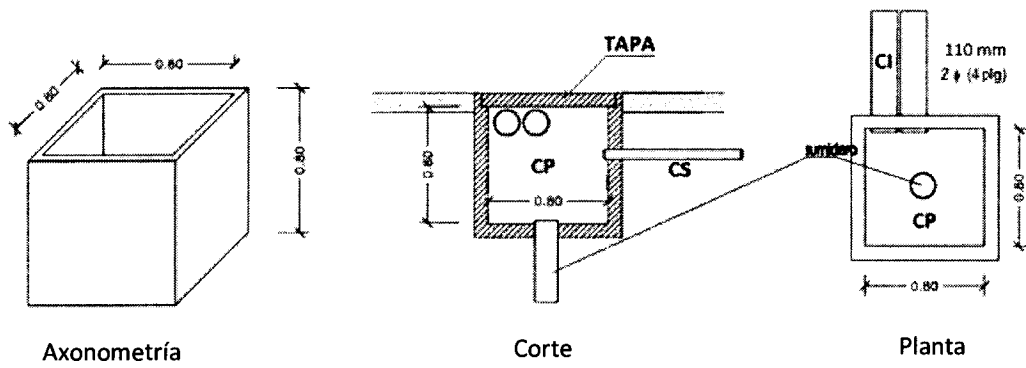
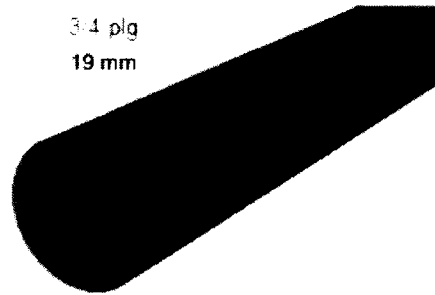


FIGURA 8. Canalización de Abonado (CU) - Perspectiva



Nota: Son las mangueras de 3/4 que van desde la caja de distribución interna CTR, hasta los cajetines terminales CT.

FIGURA 9. Canalización interna (CI)

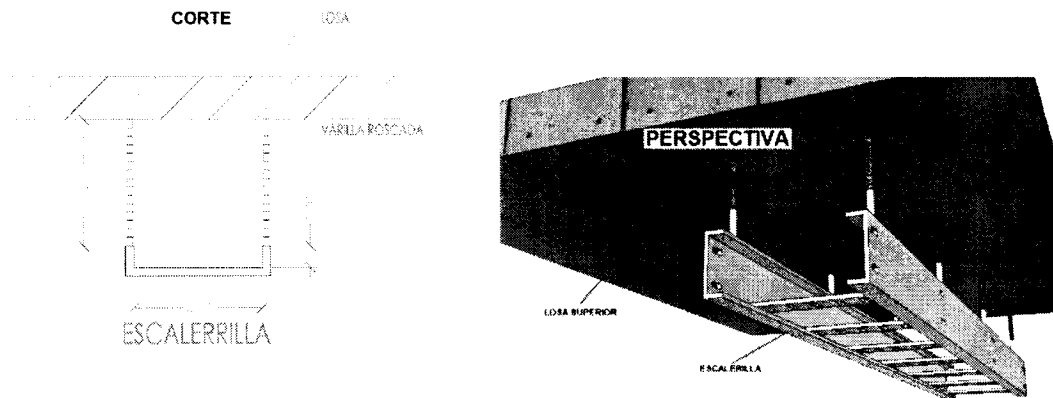


FIGURA 10. Canalización externa (CE) Canalización Interna (CI) - Perspectiva

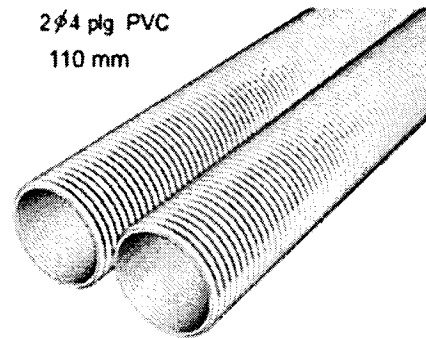


FIGURA 11. Canalización secundaria (CS) - Perspectiva

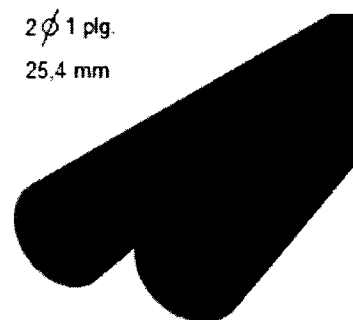
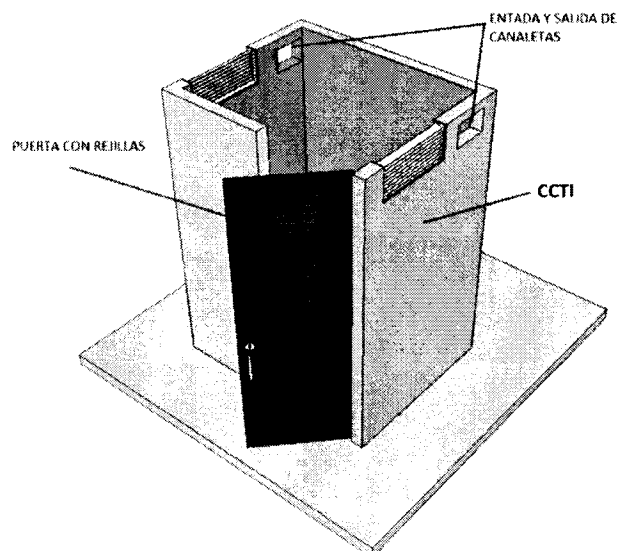


FIGURA 12. Cuarto común de telecomunicaciones inferior (CCTI) - Perspectiva



004-18

FIGURA 13. Características del cuarto común de telecomunicaciones inferior (CCTI)

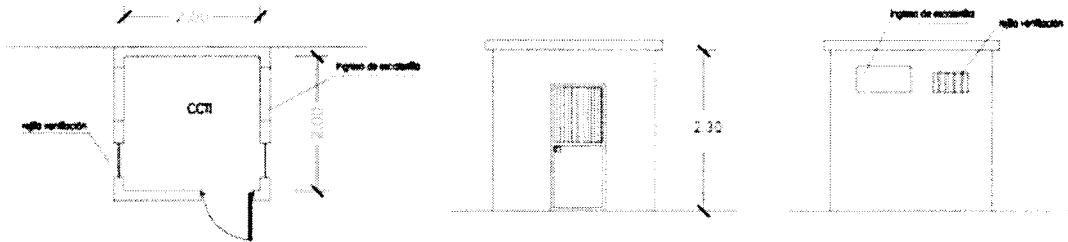


FIGURA 14. Cuarto común de telecomunicaciones superior (CCTS) - Perspectiva

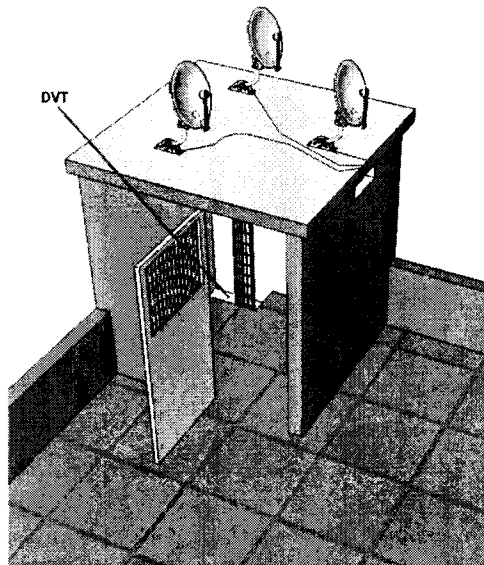


FIGURA 15. Características del cuarto común de telecomunicaciones superior (CCTS)

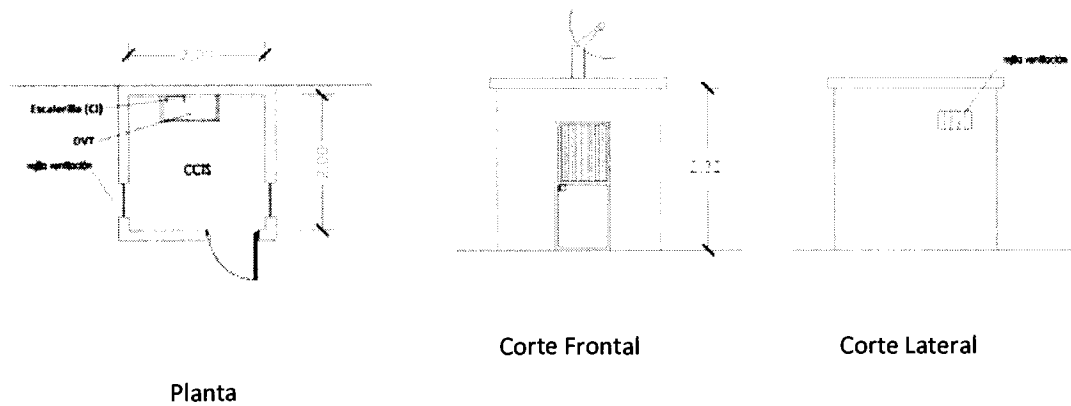


FIGURA 16. Ducto vertical de telecomunicaciones (DVT) - Perspectiva

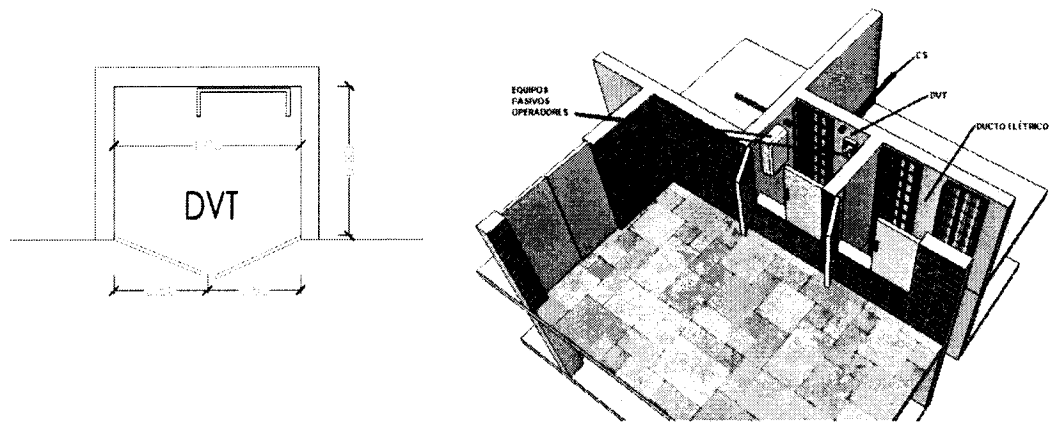


FIGURA 17. Diagrama de la Infraestructura civil de telecomunicaciones (ICCT)

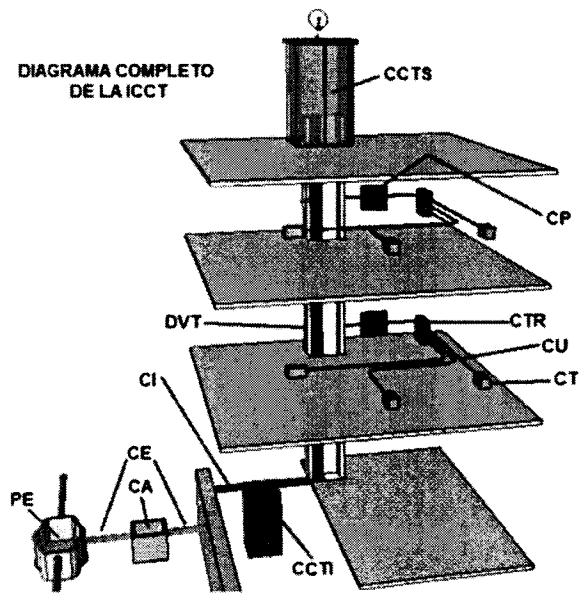


FIGURA 18. Diagrama de la ICCT para urbanizaciones y/o conjuntos

004 - 18

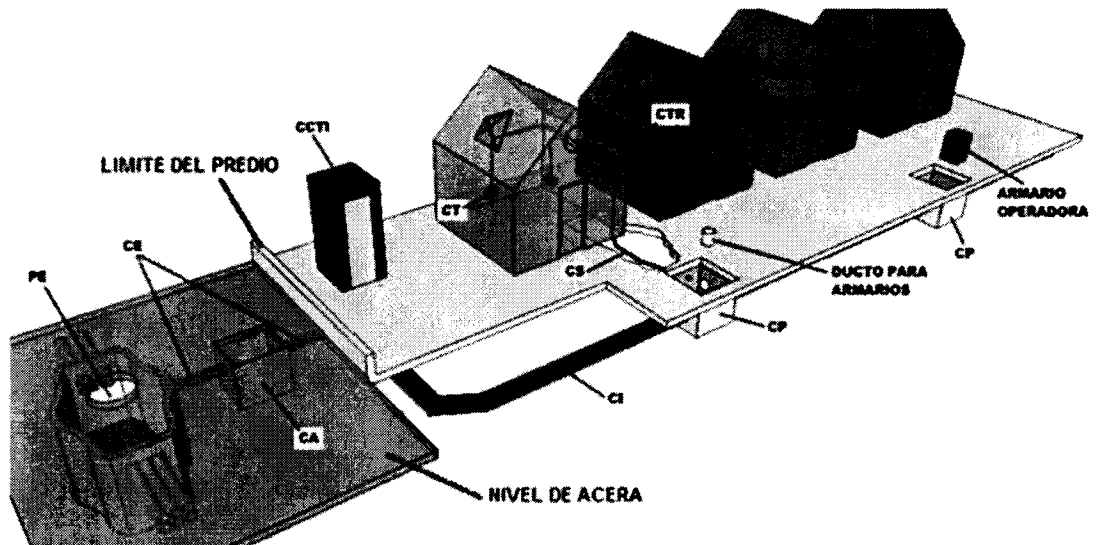


FIGURA 19. Pozo de entrada (PE) Referencia – Perspectiva

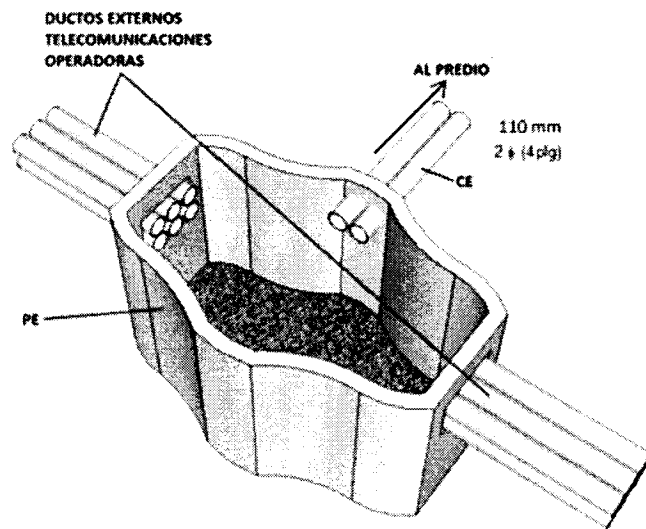


FIGURA 20. Gráfico Punto de acceso (PA)

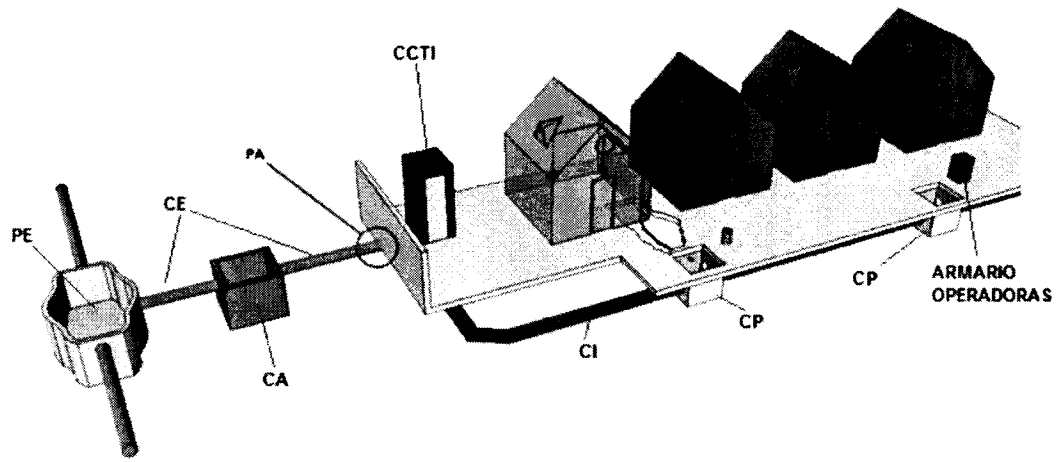


FIGURA 21. ICCT para viviendas unifamiliares - Perspectiva

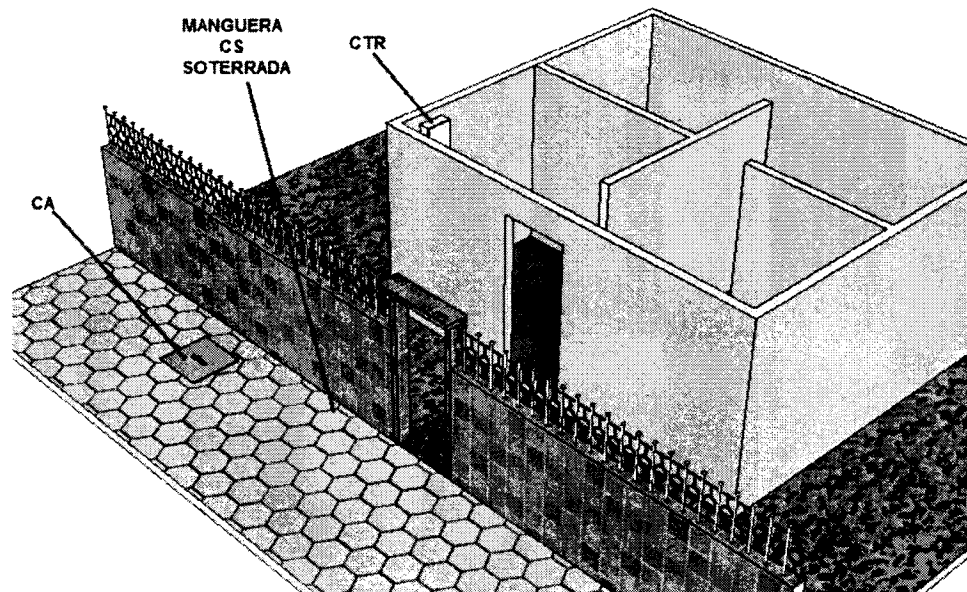


FIGURA 22. Diagrama esquemático para viviendas unifamiliares

004 - 18

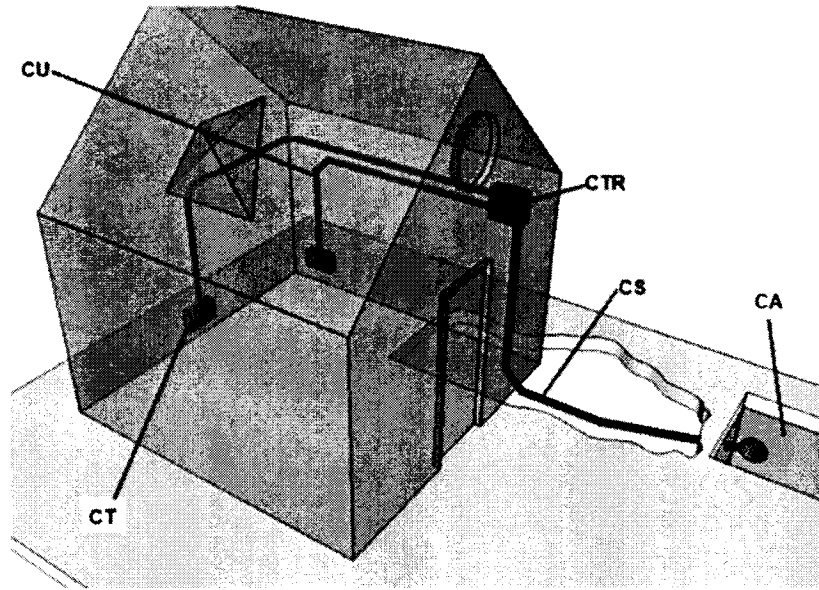


FIGURA 23. Distribución interna para viviendas unifamiliares - Planta

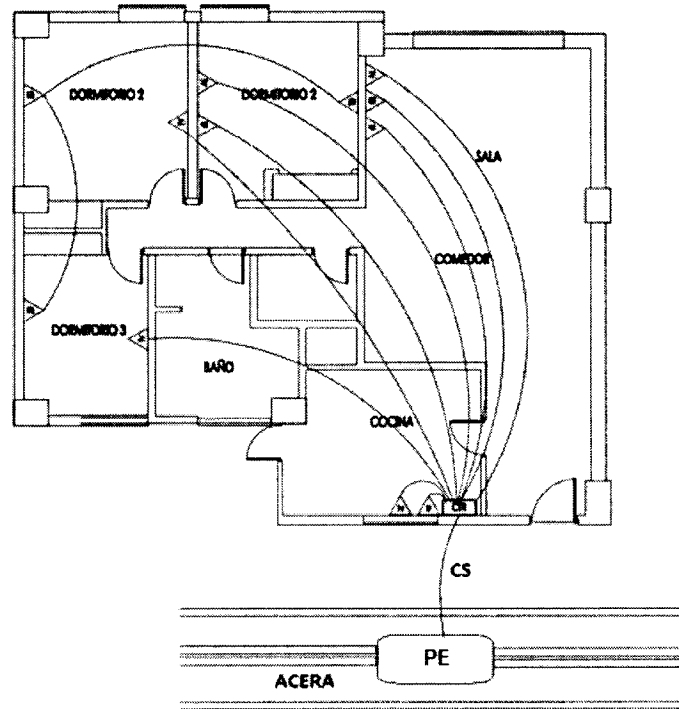
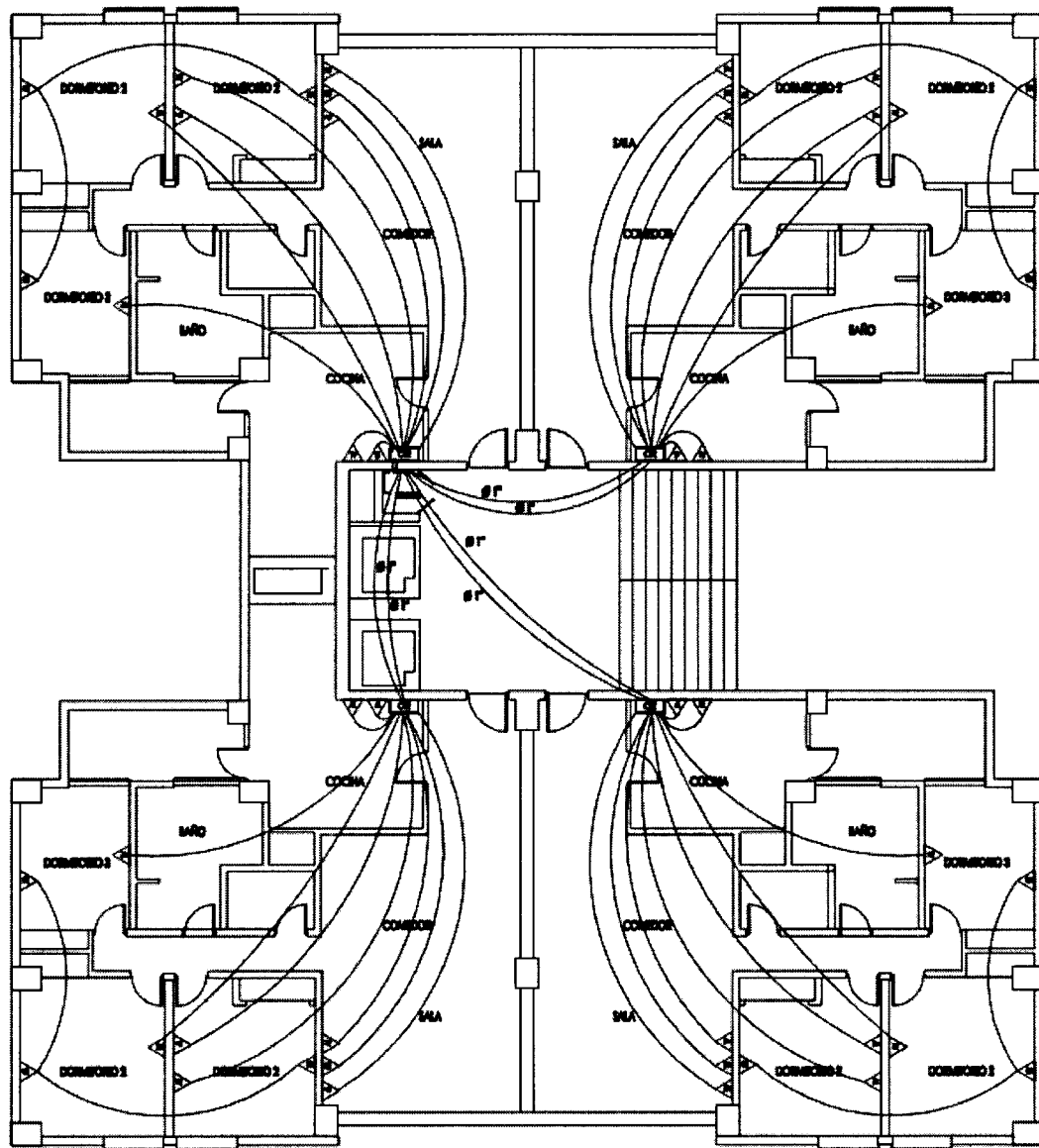


FIGURA 24. Diagrama esquemático CTR en edificios u oficinas, distribución interna - Planta



DISTRIBUCION TIPO EN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS

FIGURA 25. Diagrama esquemático para edificios u oficinas - Perspectiva

004 - 18

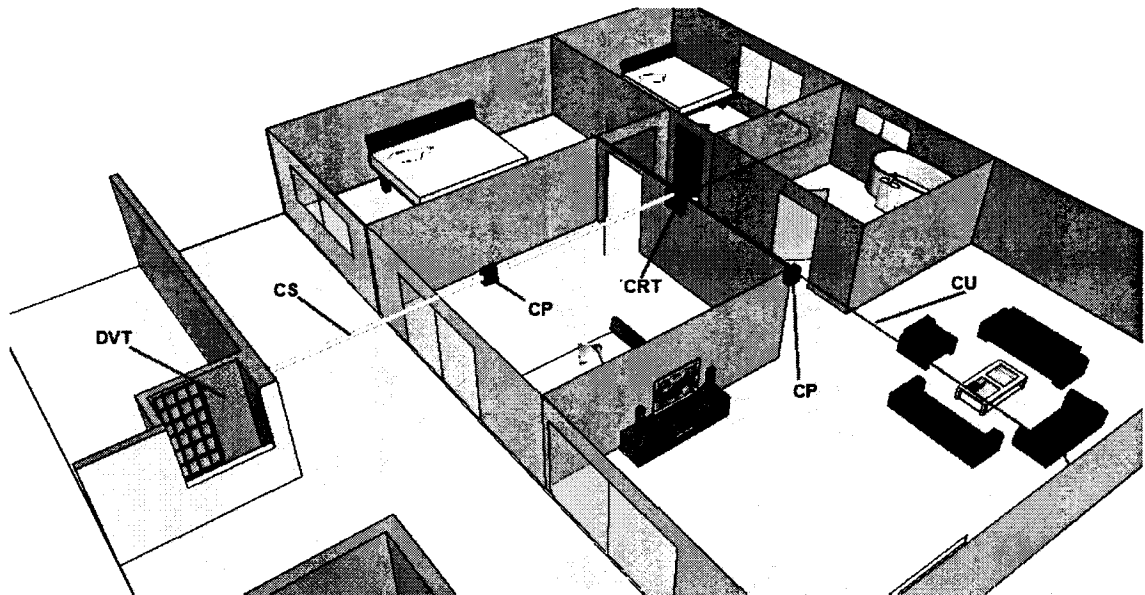


FIGURA 26. ICCT para viviendas en conjuntos y urbanizaciones - Perspectiva

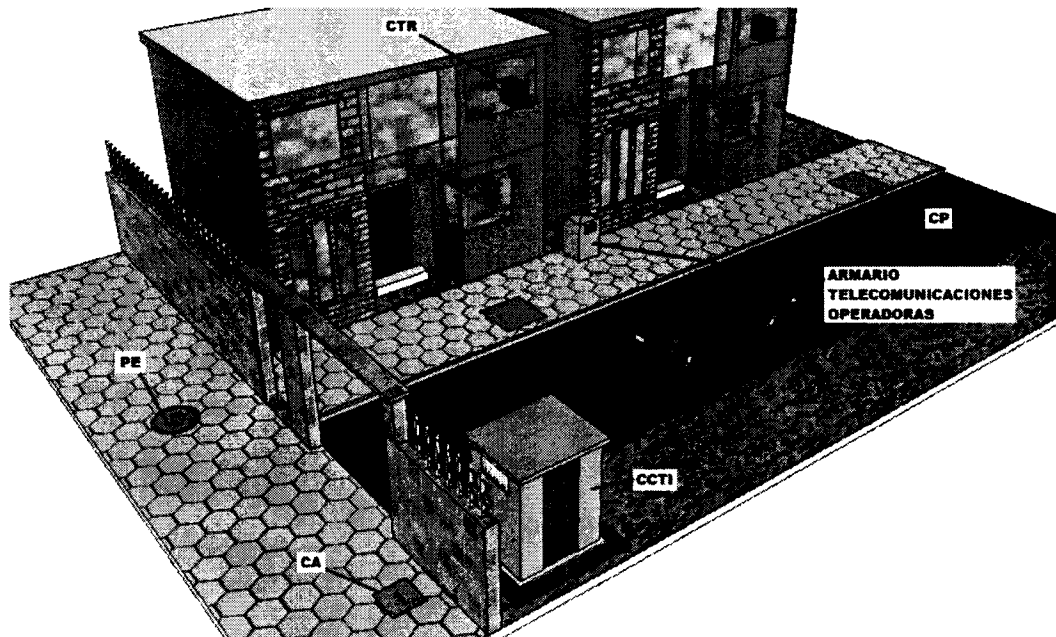


FIGURA 27. Distribución para viviendas en conjuntos y urbanizaciones - Planta

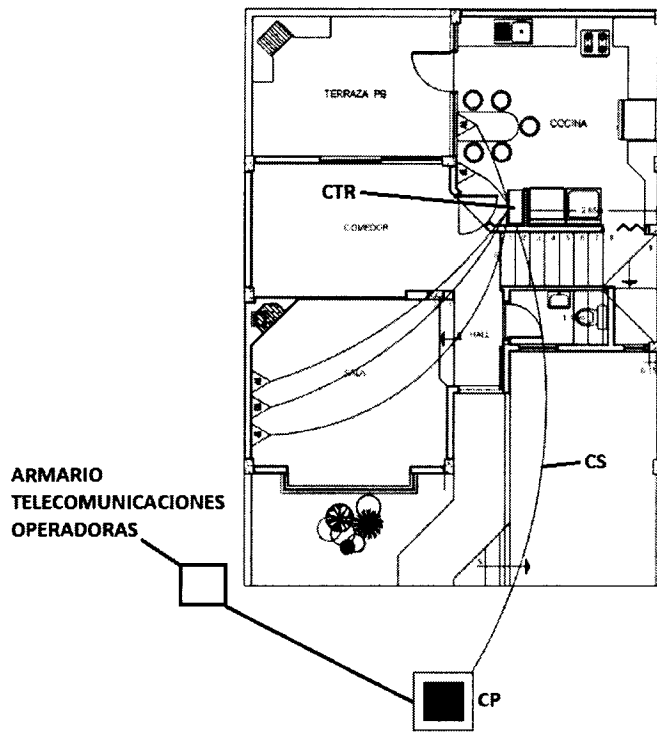


FIGURA 28. Distribución para condominios - Implantación

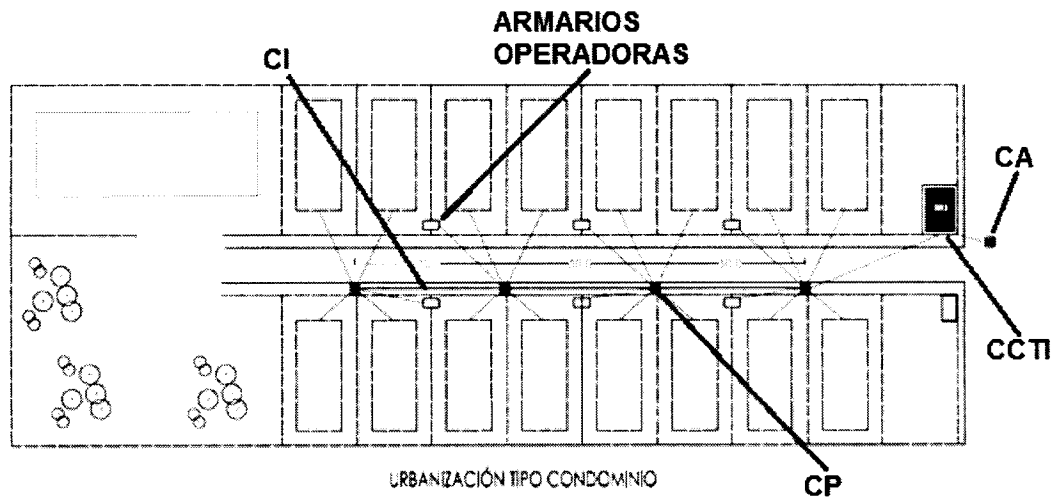


FIGURA 29. Distribución para urbanizaciones - Implantación

004-18

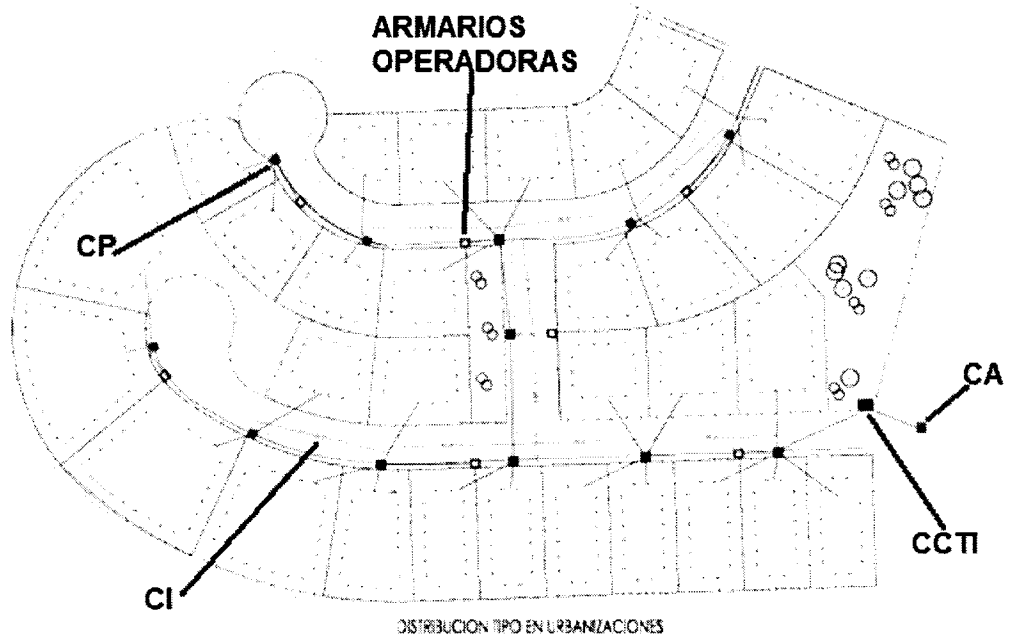


FIGURA 30. Cuartode telecomunicaciones en urbanizaciones

es y/o conjuntos - Perspectiva

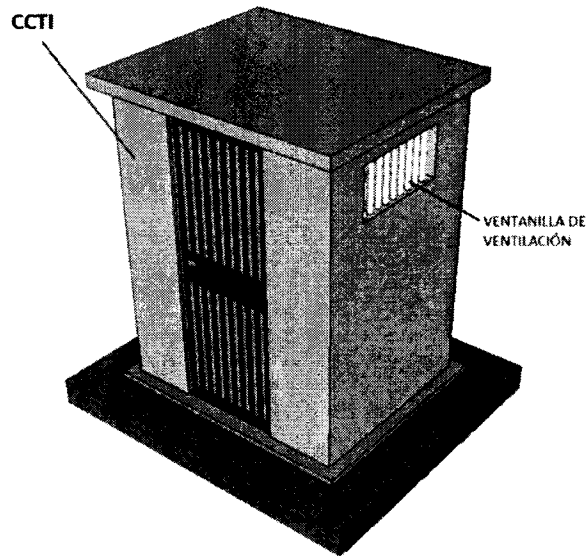


FIGURA 31. Esquema interconexiones entre bloques - Perspectiva

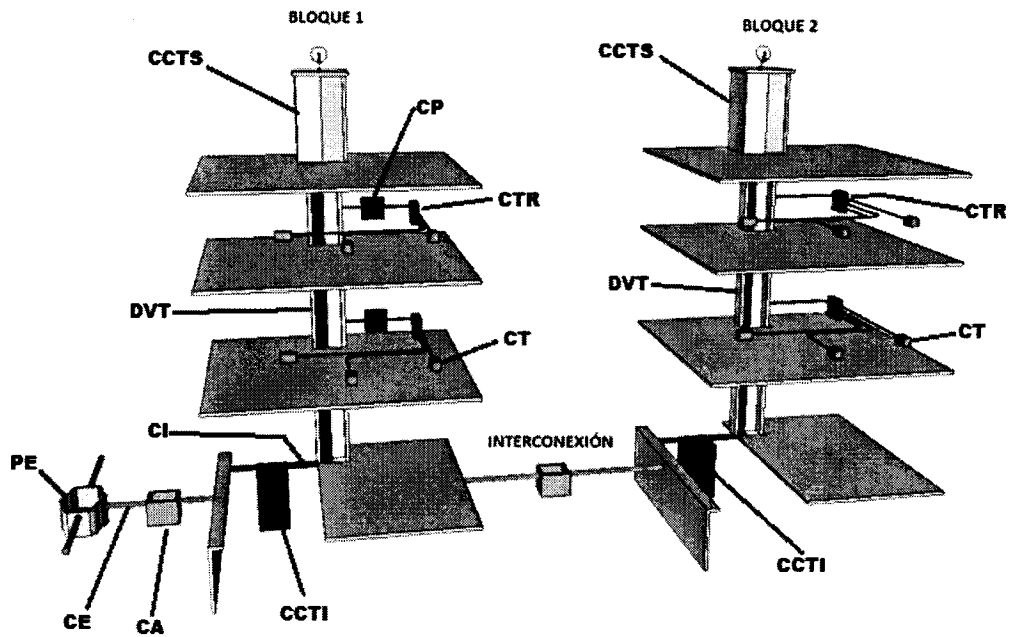
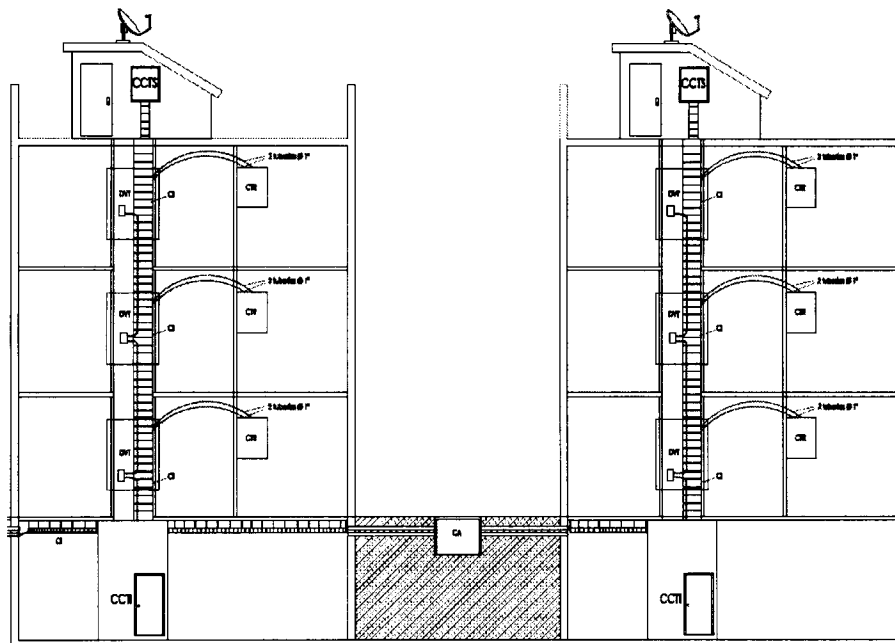


FIGURA 32. Ductería para interconexiones entre bloques – Corte y Perspectiva



PERSPECTIVA

004-18

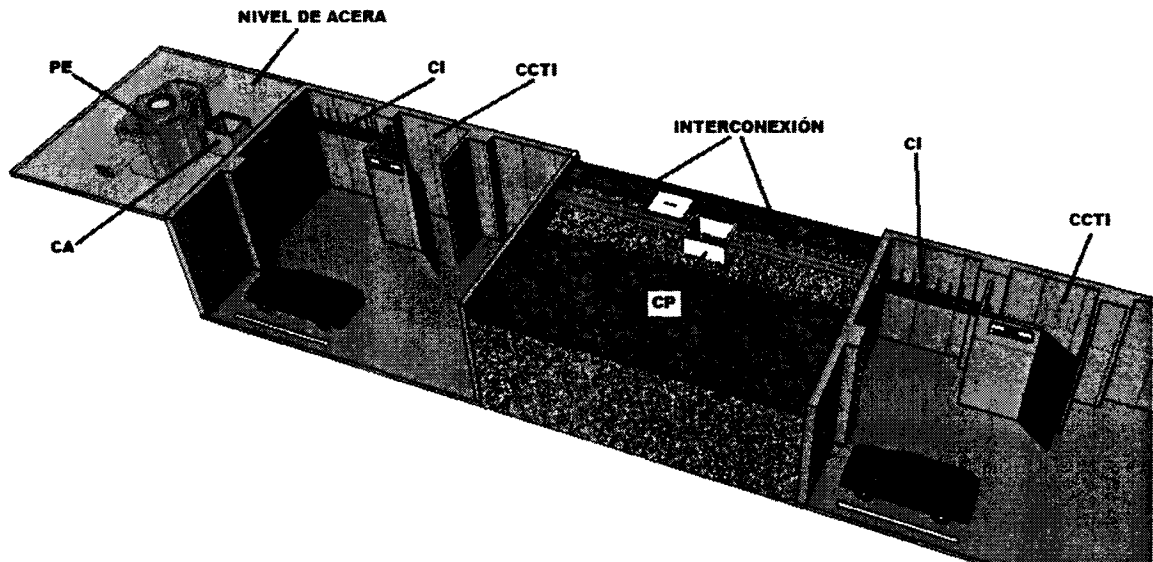
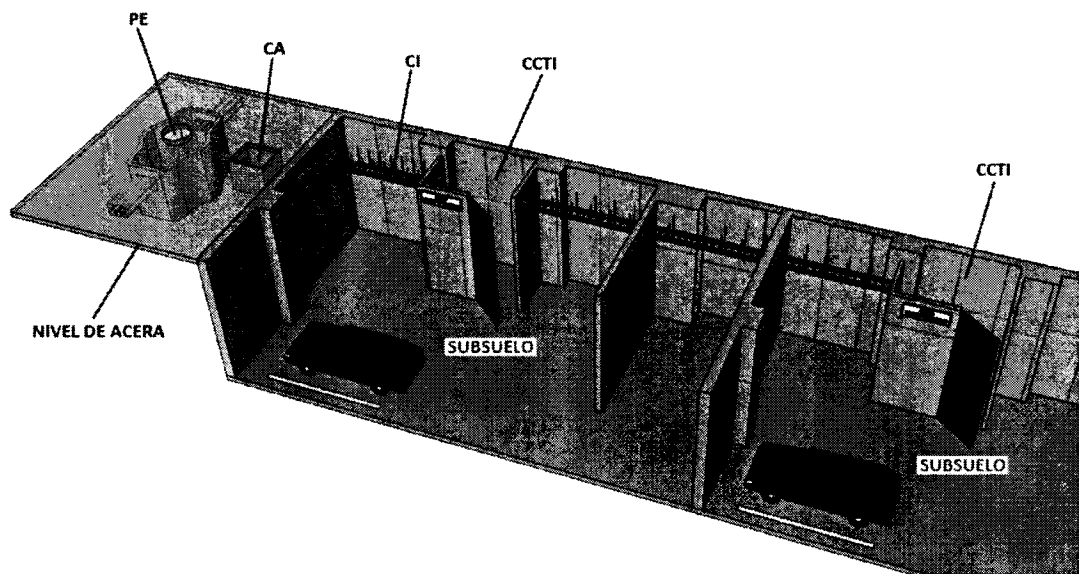


FIGURA 33. Escalerilla para interconexión entre bloques



NOTA: Bloques separados que pertenezcan a un solo predio y que estén sus subsuelos separados, deberán interconectarse por escalerillas.

FIGURA 34. Bloque completo ICCT desde el acceso hasta el ducto vertical de telecomunicaciones

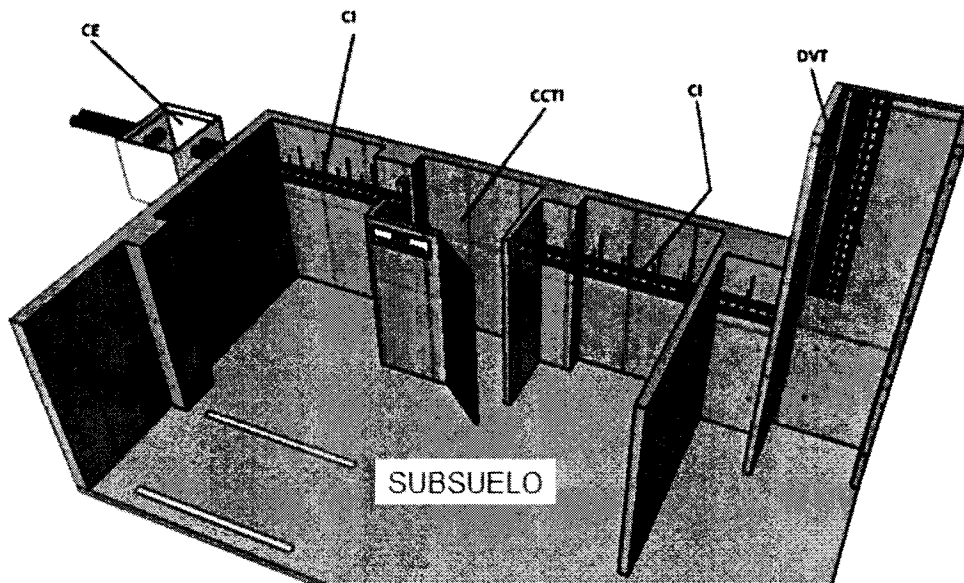
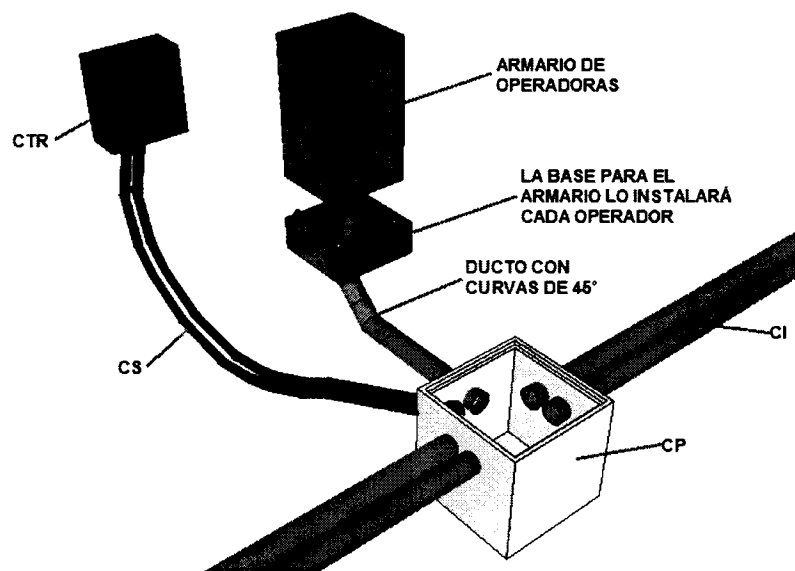


FIGURA 35. Esquema de instalación de ductos para armarios de operadoras de telecomunicaciones



004 - 18

NEC

NORMA ECUATORIANA
DE LA CONSTRUCCIÓN

EFICIENCIA ENERGETICA En Edificaciones Residenciales (EE)

CONTENIDO

1.	Generalidades.....	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Preliminar.....	1
1.3.	Definiciones.....	2
1.4.	Simbología	6
1.4.1.	Unidades.....	6
1.4.2.	Abreviaciones.....	6
1.4.3.	Simbología de fórmulas	6
1.5.	Marco normativo y referencias.....	7
1.5.1.	Normas y estándares internacionales	7
1.5.2.	Normas técnicas INEN.....	8
1.5.3.	Otras referencias citadas	9
2.	Campo de aplicación	10
3.	Zonificación Climático-Habitacional.....	10
4.	Exigencias Prescriptivas	14
4.1.	Envolvente de la edificación.	14
4.1.1.	Categorías de espacio.....	14
4.1.2.	Modificaciones a la envolvente.	14
4.1.3.	Clima.....	14
4.1.4.	Cerramientos opacos.....	17
4.1.4.1.	Aislamiento y reflectividad del techo.....	17
4.1.4.2.	Aislamiento de muros sobre el nivel de terreno.....	18
4.1.4.3.	Aislamiento de muros bajo el nivel de terreno.....	18
4.1.4.4.	Aislamiento de pisos.....	18
4.1.4.5.	Aislamiento de pisos en contacto con el nivel del terreno.....	18
4.1.4.6.	Puertas opacas.....	18
4.1.5.	Elementos translucidos.....	18
4.1.5.1.	Área de elementos translucidos.....	18
4.1.5.2.	Factor máximo U de elementos translúcidos.....	19
4.1.5.3.	Coefficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de elementos translúcidos.....	19
4.2.	Coefficiente global de pérdida por transmisión.....	20
4.2.1.	Calculo del coeficiente global de transferencia de calor del edificio:	20
4.2.2.	Valor máximo admisible para el coeficiente global de transferencia de calor de la edificación G_{cal}	21
4.2.3.	Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de la edificación base G_{base}	21
4.3.	Control de la infiltración del aire.....	22
4.3.1.	Tasas de infiltración máxima permitidas.....	22
4.4.	Calidad del aire.....	22
4.4.1.	Requerimientos de aire fresco para vivienda.....	22
4.5.	Valores mínimos de iluminación.....	23
4.5.1.	Aprovechamiento de luz natural.....	23
4.5.2.	Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).....	23
5.	Apéndices / Anexos	25
5.1.	Anexo A: Mapa de zonas climáticas (escala de grises).....	25
5.2.	Anexo B: Disposiciones generales	26
5.2.1.	Consideraciones importantes	26

5.2.2.	Documentación a presentar.....	26
5.2.3.	Información del producto y requisitos de instalación.....	26
5.3.	Anexo C: Determinación del factor mínimo R.....	28
5.3.1.	Determinación del factor mínimo R expresado en m ² K/W:.....	28
5.4.	Anexo D: Propiedades higrotérmicas de materiales de construcción.....	30
5.5.	Anexo E: Ejemplo de cálculo para determinar la zona climática.....	34
5.6.	Anexo F: Ejemplo de cálculo del factor de luz natural.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Criterio de espacios climatizados.....	3
Tabla 2.	Zonas climáticas de algunas ciudades.....	10
Tabla 3.	Referencia para zonificación climática.....	12
Tabla 4.	Requisitos de envolvente para la zona climática 1.....	15
Tabla 5.	Requisitos de envolvente para la zona climática 2.....	15
Tabla 6.	Requisitos de envolvente para la zona climática 3.....	15
Tabla 7.	Requisitos de envolvente para la zona climática 4.....	16
Tabla 8.	Requisitos de envolvente para la zona climática 5.....	16
Tabla 9.	Requisitos de envolvente para la zona climática 6.....	16
Tabla 10.	Requerimientos para la reflectancia solar de productos para el revestimiento de techos/cubiertas.....	17
Tabla 11.	Multiplicadores del SHGC para elementos de sombra.....	19
Tabla 12.	Tasas de infiltración máxima permitidas según los diferentes tipos de uniones.....	22
Tabla 13.	Tasa de renovación de aire.....	23
Tabla 14.	Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda.....	23
Tabla 15.	Factores de luz natural recomendados para interiores.....	23
Tabla 16.	VEEI máximo.....	24
Tabla 17.	Espesores requeridos de varios materiales para proporcionar valores mínimos R.....	28
Tabla 18.	Espesores Métricos / ingleses de poliuretano calculado para valores mínimos R especificados.....	28
Tabla 19.	Guía para el cálculo del factor mínimo R.....	29
Tabla 20.	Propiedades térmicas de los materiales a partir de la revisión literaria.....	30
Tabla 21.	Propiedades de paquetes constructivos.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de zonas climáticas del Ecuador.....	13
-----------	---	----

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

La información contenida en este capítulo fue elaborada sobre la base del anteproyecto normativo realizado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), mediante compromiso establecido en el Convenio de Cooperación entre MIDUVI - MEER - MINTEL, suscrito con fecha 13 de febrero del 2015.

El presente capítulo denominado "Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales", fue elaborado por un grupo de trabajo liderado por el MEER en coordinación con el MIDUVI, e integrado por representantes técnicos del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Escuela Politécnica Nacional (EPN), Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON), MAFRICO S.A., FAIRIS, Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), Ministerio Coordinador de Seguridad (MICS), entre otras instituciones que realizaron distintos aportes sobre el documento base.

Para la elaboración del presente escrito se realizó un análisis de la normativa existente, determinándose en consenso que se debe realizar una nueva propuesta con un nuevo índice, y que aplique únicamente al sector residencial, el documento se desarrolló basándose en la metodología utilizada por ASHRAE, pero con datos nacionales proporcionados por el INAMHI en colaboración con el INER. Posteriormente con la colaboración de técnicos especializados, representantes de la academia y gremios relacionados con este campo, el presente capítulo ha sido mejorado con el propósito de que se adapte a la realidad ecuatoriana en cuanto a terminología, simbología, dimensionamiento y materiales, con el fin de regular la práctica constructiva en lo referente a Eficiencia Energética.

1.2. Preliminar

El presente capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones residenciales, con el fin de optimizar el consumo energético asegurando el confort térmico interno para los usuarios en función del clima donde el proyecto será emplazado.

El contenido de este documento está orientado a conseguir un uso racional de la energía reduciendo a límites sostenibles su consumo, en ese sentido, la edificación y su envolvente deben cumplir con los requerimientos normativos propuestos de manera que garanticen un desempeño energéticamente eficiente limitando las pérdidas o ganancias de calor y cumpliendo con las condiciones de habitabilidad y confort.

Los parámetros propuestos en este documento, están dirigidos a la aplicación en edificaciones residenciales, debido a la falta de datos que se tienen sobre las demandas y consumos del sector de la construcción en el país.

En base a la metodología, se dispuso dividir el país en seis zonas climáticas y establecer valores máximos de transmitancia térmica para techos, pisos, paredes exteriores, paredes enterradas, puertas, ventanas y lucernarios. Estos valores se basan en lo establecido por ASHRAE que utiliza un método similar de zonificación (grados días de calefacción y refrigeración). Sin embargo, la realidad del entorno construido del Ecuador puede diferir, por lo que se recomienda que los valores sean actualizados sobre la base de un estudio de monitorización para conocer las demandas técnicas de calefacción y refrigeración del actual estándar de la construcción en el país.

1.3. Definiciones

Para los efectos de aplicación de esta norma, se adoptaron algunas definiciones técnicas. En caso de usar otros términos o conceptos de cálculo, deben ser aquellos reconocidos por organismos nacionales o internacionales de normalización.

Aislamientos continuos. Aislamiento que es continuo a través de todos los elementos estructurales, a excepción de puentes térmicos y aberturas. Se instalan en el interior, exterior o es parte de cualquier área o superficie opaca de la envolvente del edificio.

Áreas o superficies opacas. Todas las áreas de la envolvente de la edificación, excepto las que permitan iluminación (ventanas, paneles plásticos, puertas, etc.), áreas de servicio, aberturas, respiraderos y rejillas.

Áreas translúcidas. Todas las áreas de la envolvente de la edificación (incluyendo marcos) que permiten el ingreso de luz, incluyendo ventanas, paneles de plástico, claraboyas, lucernarios, puertas que son más del 50% de vidrio y muros de bloque de vidrio. No incluir en esta categoría a los vidrios "Spandrel".

Áticos y otros techos. Techos con aislamiento por debajo (adentro de) de la estructura del techo, techos con aislamiento por encima y por debajo de la estructura del techo, y techos sin aislamiento, pero excluyendo techos de metal.

Bienestar térmico. Implica una ausencia de cualquier sensación de incomodidad o malestar térmico causado por condiciones inapropiadas de temperatura y humedad.

Clima. Conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región, constituido por la radiación solar, lluvias, humedad, temperatura y vientos.

Coefficiente de ganancia de calor solar (SHGC). Relación entre la ganancia de calor solar que entra a un espacio a través de elementos translúcidos y la radiación solar incidente. La ganancia de calor solar incluye el calor solar directamente transmitido y la radiación solar absorbida, la cual es transferida a través de radiación, conducción y convección dentro del espacio.

Coefficiente de sombreado (SC). Relación entre la ganancia de calor solar a incidencia normal que ocurre a través de un vidrio claro de 3mm de espesor. El SC, como se lo usa en la presente, no incluye protecciones solares integrales, interiores o exteriores.

Confort térmico. Condición mental derivada de la satisfacción con el ambiente térmico.

Edificación base. Estructura cerrada con techo que utiliza materiales estándar y sirve de referencia para el análisis térmico y energético de otras edificaciones.

Eficacia (de lámparas). Relación entre la salida luminosa total de una lámpara y la potencia total de entrada a la lámpara; comúnmente expresada en lúmenes por watt (lm/W).

Eficiencia energética. Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía.

Eficiencia. Capacidad de un producto, elemento o proceso que comparativamente con elementos o procesos de uso común, consiguen la optimización o ahorro de recursos.

Envolvente de la edificación. Porciones exteriores y semi-exteriores de una edificación.

Envolvente exterior de la edificación. Elementos de la edificación que separan espacios acondicionados del exterior.

Envolvente semi-exterior de la edificación. Elementos de la edificación que separan espacios acondicionados de espacios sin acondicionamiento, o elementos que encierran espacios semi-climatizados a través de los cuáles se transfiere energía térmica (calor) desde o hacia el exterior, o desde/hacia espacios sin acondicionamiento, o desde/hacia espacios acondicionados.

Espacio. Espacio encerrado dentro de una edificación.

Espacio acondicionado. Espacio con refrigeración (enfriamiento), calefacción o indirectamente acondicionado.

Espacio con calefacción. Espacio cerrado dentro de una edificación que es calentado por un sistema de calefacción cuya capacidad de salida relativa al área de piso es mayor o igual a los valores que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Criterio de espacios climatizados

Potencia de Calefacción (W/m ²)	Zona Climática
30	3
45	4 y 5
60	6

Espacio enfriado. Espacio cerrado dentro de una edificación que es enfriado por un sistema de refrigeración (de enfriamiento) que tiene una capacidad sensible de salida superior a 15 W/m² de área de piso.

Espacio semi-climatizado. Espacio cerrado dentro de una edificación que es calentado por un sistema de calefacción cuya capacidad de salida es superior o igual a 10 W/m² de área de piso, pero no es un espacio acondicionado.

Espacio sin acondicionamiento. Espacio cerrado dentro de una edificación que no es un espacio acondicionado o un espacio semi-climatizado.

Factor C (conductancia térmica). Tasa temporal de flujo de calor en estado estable a través del área unitaria de un material o ensamblaje, inducida por una diferencia de una unidad de temperatura entre las superficies del cuerpo. Las unidades del factor C son W/m²K. Notar que el factor C no incluye barreras/películas de aire o de suelo.

Factor de proyección. Relación de la profundidad horizontal de la proyección de sombreado externo dividido para la suma de la altura del cerramiento y la distancia desde la parte superior del cerramiento a la parte inferior del punto de proyección de sombra externa más lejana, en unidades consistentes.

Factor F. Factor de aislamiento perimetral para una losa en contacto con el suelo (W/mK).

Factor U (Transmitancia térmica). Transmisión de calor por unidad de tiempo a través de un material o a través de un elemento constructivo y las películas/barreras de aire, inducida por una diferencia de temperatura entre los ambientes en ambos lados del elemento considerado. Las unidades del factor U son W/m²K.

Flujo luminoso. Unidad de medida que cuantifica la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa. Su unidad característica es el lumen (lm).

Grados día. Diferencia entre la temperatura exterior promedio y una temperatura base durante un período de 24 horas.

Grados día de calefacción base 18°C (HDD18-HEATING DEGREES DAYS). Para un día en el que la temperatura promedio es menor a 18°C, los grados días se obtienen a partir de la diferencia entre la temperatura promedio en grados Celsius de ese día y 18°C. Los grados días

de calefacción anuales se obtienen a partir de la suma de los grados días de un año calendario completo.

Grados día de enfriamiento base 10°C (CDD10-COOLING DEGREES DAYS). Para un día en el que la temperatura promedio es mayor a 10 °C, los grados días se obtienen a partir de la diferencia entre la temperatura promedio en grados Celsius de ese día y 10°C. Los grados días de enfriamiento anuales se obtienen a partir de la suma de los grados días de un año calendario completo.

Hendidura. Corte en una superficie o en un cuerpo sólido cuando no llega a dividirlos del todo.

Iluminancia. Cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. La unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux: 1 lux = 1 lm/m².

Índice de reflectancia solar (SRI). Es una medida de la capacidad que tiene una superficie construida para reflejar el calor solar, que se manifiesta en un pequeño incremento de temperatura. Se considera que una superficie negra estándar (reflectancia 0,05, emitancia 0,9) tiene un SRI de 0 y que una superficie blanca estándar (reflectancia 0,8 y emitancia 0,9) tiene un SRI de 100.

Infiltración. Indica el paso del aire, en forma no controlada y/o deseada, a través de los acristalamientos.

Infiltración de aire. Fugas de aire no controladas a través de grietas y hendiduras en cualquier elemento de la edificación y alrededor de ventanas y puertas de un edificio, causadas por la diferencia de presión a través de estos elementos debido a factores como el viento, las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior, y un desequilibrio entre el suministro y retorno del sistema de distribución de aire.

Intensidad luminosa. Cantidad de luz o "nivel de iluminación" que se mide en un punto determinado. Pueden intervenir varios emisores. La unidad de medida es el lux.

Losa a nivel del terreno. Parte de la losa del piso de la edificación que está en contacto con el suelo.

Lumen. Unidad de flujo luminoso del sistema internacional, que equivale al flujo luminoso emitido por una fuente puntual uniforme situada en el vértice de un ángulo sólido de 1 estereorradián y cuya intensidad es 1 candela.

Luminancia. Densidad angular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada.

Luminaria. Aparato que sirve para la producción de luz y que cumple la característica óptica, mecánica y eléctrica para dicho fin.

Modificación. Alteración o adición a una edificación o a sus equipos y sistemas; la rutina de mantenimiento, reparación y el cambio en la clasificación o categoría de uso de la edificación no se consideran una alteración.

Muro. Elementos verticales de la envolvente de la edificación (paredes, mamposterías, entre otros) incluyendo áreas opacas y translúcidas.

Muro bajo el nivel de terreno. Parte de un muro de la envolvente de la edificación que está completamente por debajo del nivel de terreno terminado y está en contacto con el suelo.

Muro con alta densidad de masa. Muro con una capacidad calorífica superior a (1) 143 kJ/m²K ó (2) 102 kJ/m²K, considerando que el muro tiene un peso unitario de material no mayor a 1920 kg/m³.

Muro con marco de acero. Muro con cavidades (con o sin aislamiento) cuyas superficies exteriores están separadas por elementos de acero en forma de marcos.

Muro con marco de madera y otros muros. Todos los otros tipos de muros, incluyendo muros con marco de madera.

Muro de metal. Muro cuya estructura consiste de elementos metálicos soportados por elementos estructurales de acero.

Muro sobre el nivel de terreno. Muro que no está bajo el nivel de terreno.

Piso. Parte inferior de la envolvente de la edificación, incluyendo áreas opacas y elementos translúcidos horizontales, que tiene espacios acondicionados o semi-climatizados en la parte superior.

Piso con alta densidad de masa. Piso con una capacidad calorífica que excede (1) 143 $\text{kJ/m}^2\text{K}$ o (2) 102 $\text{kJ/m}^2\text{K}$ considerando que el piso tiene una masa unitaria de material no mayor a 1920 kg/m^3 .

Piso con marco de madera y otros. Todos los otros tipos de piso, incluyendo pisos con viguetas de madera.

Piso con viguetas de acero. Piso que:

1. no es un piso con alta densidad de masa y
2. que tiene elementos que incluyen viguetas de acero soportadas por elementos estructurales.

Puertas no oscilantes. Puertas deslizables, puertas enrollables, y todos los otros tipos de puertas que no son oscilantes.

Puertas opacas. Todas las áreas de apertura operables (que no son elementos translúcidos) que forman parte de la envolvente de la edificación. Las puertas que contienen más del 50% de acristalamiento son consideradas elementos translúcidos.

Puertas oscilantes. Todos los paneles opacos operables con bisagras en un costado y puertas giratorias opacas.

Resistencia térmica. Es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción.

Techo/cubierta. Parte superior de la envolvente de la edificación, incluyendo áreas opacas y elementos translúcidos horizontales o inclinados a un ángulo menor que 60° desde la horizontal.

Techo con aislamiento sobre la cubierta. Techo con todo el aislamiento instalado por encima (afuera de) de la estructura del techo.

Techo de metal. Techo que:

1. Es construido con una superficie estructural de metal y expuesto a la intemperie.
2. No tienen cavidades ventiladas, y
3. Tienen aislamiento por debajo de la cubierta y cuya estructura considera una o más de las siguientes configuraciones:
 - a. Techo de metal en contacto directo con los elementos estructurales de acero.

- b. Aislamiento entre el techo de metal y los elementos estructurales de acero.

Tipo/clase de construcción. Subcategoría de elementos que conforman la envolvente de la edificación y que incluyen techo o cubierta, muros sobre el nivel de terreno, muros bajo el nivel de terreno, pisos/suelos, losa a nivel del terreno, puertas opacas, elementos translúcidos verticales, y elementos translúcidos horizontales (lucernarios o claraboyas).

Transmitancia visible (VT). Expresa la cantidad de radiación solar visible que puede atravesar una unidad de acristalamiento.

Valor nominal R de aislamientos. Resistencia térmica del aislamiento térmico especificado por el fabricante en unidades de m^2K/W a una temperatura promedio de 24 °C. El valor R nominal hace referencia a la resistencia térmica del aislamiento añadido y no incluye la resistencia térmica de otros materiales de construcción o de películas/barreras de aire.

1.4. Simbología

1.4.1. Unidades

Se emplearán las unidades del Sistema Internacional (S.I.) de acuerdo con la Norma NTE INEN-ISO 80000-1:2014 CANTIDADES Y UNIDADES – PARTE 1: GENERALIDADES (ISO 80000-1:2009, IDT). Para este caso se utilizarán las siguientes unidades:

- Alturas y Distancias: m o mm
- Diámetros: mm o " (pulg)
- Área: m^2 o mm^2
- Volumen: m^3 , mm^3 o l (litros)
- Temperatura: °C (grado Celsius), K (Kelvin)
- Tiempo: s (segundos)
- Masa: kg (kilogramos)
- Fuerza: N (newton, $kg\ m/s^2$)
- Potencia: W (Watt, $kg\ m^2/s^3$)
- Iluminancia: lux (lm/m^2)

1.4.2. Abreviaciones

- ACH Renovación de aire por hora (Air Changes per Hour)
- CDD Grados días de enfriamiento base 10°C (Cooling Degree Days)
- HDD Grados días de calefacción base 18°C (Heating Degree Days)
- PF Factor de Proyección (Projection Factor)
- SC Coeficiente de sombreado (Shading Coefficient)
- SHGC Coeficiente de ganancia de calor solar (Solar Heat Gain Coefficient)
- VEEI Valor de eficiencia energética de la instalación
- VT Transmitancia visible

1.4.3. Simbología de fórmulas

Símbolo	Definición
O_s	Porcentaje de opacidad del dispositivo de sombreado.
A_i	Porcentaje de área del dispositivo de sombreado con relleno parcialmente opaco.
O_i	Porcentaje de opacidad del relleno para acristalamientos.

A_f	Porcentaje del área del dispositivo de sombreado que forma parte de los elementos del marco.
O_f	Porcentaje de opacidad de los elementos que conforman el marco; si es sólido, entonces se considera el 100 %.
G	Coefficiente global de transferencia de calor, W/m^3K
G_{base}	Coefficiente global de transferencia de calor de la edificación base
G_{cal}	Valor máximo admisible para el coeficiente global de transferencia de calor de la edificación.
U_m	Coefficiente global de transferencia de calor de muros exteriores, W/m^2K
U_t	Coefficiente global de transferencia de calor de techo W/m^2K
U_p	Coefficiente global de transferencia de calor de piso, W/m^2K
U_v	Coefficiente global de transferencia de calor de ventanas, W/m^2K
S_m	Superficie total de muros exteriores, m^2
S_t	Superficie total de techo, m^2
S_p	Superficie total de piso, m^2
S_v	Superficie total de ventanas, m^2
V_T	Volumen interior total de la edificación, m^3
Q_{tot}	Requerimiento de aire fresco, l/s
A_{piso}	Área de vivienda, m^2
N_{dorm}	Número de dormitorios (no menos de 1)
$VEEI$	Valor de eficiencia energética de la instalación, W/m^2
P	Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo pérdidas, W
S_i	Superficie iluminada, m^2
E_m	Iluminancia promedio horizontal mantenida, lux
R	Valor mínimo de resistencia térmica, m^2K/W
e	Espesor material, m
λ	Conductividad térmica, W/Mk

1.5. Marco normativo y referencias

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia, incluyendo cualquier enmienda:

1.5.1. Normas y estándares internacionales

- ASHRAE 90.1-2007 "EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS EXCEPTO BAJAS EDIFICACIONES RESIDENCIALES"
- ASHRAE 90.2-2007 "EFICIENCIA ENERGÉTICA DISEÑO DE BAJAS EDIFICACIONES RESIDENCIALES"

- ASHRAE 62.2 "VENTILATION AND ACCEPTABLE INDOOR AIR QUALITY IN LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS"
- ASTM C1371 "STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF EMITTANCE OF MATERIALS NEAR ROOM TEMPERATURE USING PORTABLE EMISSOMETERS"
- ASTM C1549 "STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF SOLAR REFLECTANCE NEAR AMBIENT TEMPERATURE USING A PORTABLE SOLAR REFLECTOMETER"
- ASTM D1003 "STANDARD TEST METHOD FOR HAZE AND LUMINOUS TRANSMITTANCE OF TRANSPARENT PLASTICS"
- ASTM C272 "STANDARD TEST METHOD FOR WATER ABSORPTION OF CORE MATERIALS FOR SANDWICH CONSTRUCTIONS"
- ASTM E283 "STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINING THE RATE OF AIR LEAKAGE THROUGH EXTERIOR WINDOWS, CURTAIN WALLS, AND DOORS UNDER SPECIFIED PRESSURE DIFFERENCES ACROSS THE SPECIMEN"
- ASTM E408 "STANDARD METHODS OF TEST FOR TOTAL NORMAL EMITTANCE OF SURFACES USING INSPECTION-METER TECHNIQUES"
- ASTM E972 "STANDARD TEST METHOD FOR SOLAR PHOTOMETRIC TRANSMITTANCE OF SHEET MATERIALS USING SUNLIGHT"
- ASTM E1918 "STANDARD TEST METHOD FOR MEASURING SOLAR REFLECTANCE OF HORIZONTAL AND LOW-SLOPED SURFACES IN THE FIELD"
- ASTM E1980 "STANDARD PRACTICE FOR CALCULATING SOLAR REFLECTANCE INDEX OF HORIZONTAL AND LOW-SLOPED OPAQUE SURFACES"
- ISO 10456:2007 "BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS -- HYGROTHERMAL PROPERTIES -- TABULATED DESIGN VALUES AND PROCEDURES FOR DETERMINING DECLARED AND DESIGN THERMAL VALUES"
- ISO 6946:2007 BUILDING COMPONENTS AND BUILDING ELEMENTS – THERMAL RESISTANCE AND THERMAL TRANSMITTANCE – CALCULATION METHOD, CON EL FIN DE DEMOSTRAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS PRESCRIPTIVAS.
- NFRC 100 "PROCEDURE FOR DETERMINING FENESTRATION PRODUCT U-FACTORS"
- NFRC 200 "PROCEDURE FOR DETERMINING FENESTRATION PRODUCT SOLAR HEAT GAIN COEFFICIENT AND VISIBLE TRANSMITTANCE AT NORMAL INCIDENCE"
- NFRC 300 "TEST METHOD FOR DETERMINING THE SOLAR OPTICAL PROPERTIES OF GLAZING MATERIALS AND SYSTEMS"

1.5.2. Normas técnicas INEN

- NTE INEN 2506 "EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES. REQUISITOS"
- NTE INEN 1150 "ILUMINACIÓN NATURAL DE EDIFICIOS. DEFINICIONES"

- NTE INEN 1151 "ILUMINACIÓN NATURAL DE EDIFICIOS. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN"
- NTE INEN 1152 "ILUMINACIÓN NATURAL DE EDIFICIOS. REQUISITOS"
- NTE INEN 1126 "VENTILACIÓN NATURAL DE EDIFICIOS REQUISITOS"

1.5.3. Otras referencias citadas

- CIBSE, 2006, "ENVIRONMENTAL DESIGN: CIBSE GUIDE A", CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS.
- EDYSON GARCÍA, UNIVERSIDAD DE CUENCA. 2013 "CRITERIOS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES".
- MILIARIUM AUREUM, 2015, "PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS MATERIALES". RETRIEVED FROM [HTTP://WWW.MILIARIUM.COM/AYUDA/CONTACTO.ASP](http://www.miliarium.com/ayuda/contacto.asp)
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO, 1979, "NBE-CT-79 CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS", EN NORMAS BÁSICAS DE LA EDIFICACIÓN, ESPAÑA.
- POLYGAL, 2016, "POLICARBONATO ALVEOLAR POLYGAL. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS".
- ASHRAE, 2013, "ASHRAE HANDBOOK – FUNDAMENTALS (SI)", AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS.
- TINDALE, A., 2005, "DESIGNBUILDER SOFTWARE", DESIGN-BUILDER SOFTWARE LTD, STROUD, GLOUCESTERSHIRE UK.
- UPJOHN - PRODUCTOS QUIMICOS POLIMEROS IMPRESO EN USA-1979 EXTRAIDO: "GUIA PARA EL AISLAMIENTO TERMICO CON ESPUMA RIGIDA DE POLIURETANO".

2. Campo de aplicación

Los criterios y requisitos establecidos en este documento deben ser aplicados en el diseño e implementados en la construcción de las nuevas edificaciones y remodelaciones de uso residencial a nivel nacional, a excepción de las edificaciones declaradas patrimoniales.

Para el cumplimiento de la Eficiencia Energética los fabricantes de los materiales deben proporcionar las fichas técnicas que acrediten el comportamiento térmico de sus productos y será responsabilidad del constructor presentar la memoria técnica que garantice que los materiales utilizados cumplen los requerimientos mínimos establecidos en esta norma. Solamente como segunda opción se permite, en la elaboración de la memoria técnica, aplicar métodos de cálculo para la aproximación de los valores de transmitancia y factor solar de los cerramientos, como se muestra en los anexos de este documento.

3. Zonificación Climático-Habitacional

Para la aplicación y cumplimiento de esta norma, como primer paso se debe determinar la zona climática en la que se ubica la edificación que se pretende evaluar. La zona climática de las capitales de provincia y de otras ciudades importantes, se muestran en la tabla 2.

Para identificar la zona climática de alguna localidad que no esté incluida en la tabla 2, se definirá la zona climática a partir de los grados días de calentamiento, grados días de enfriamiento y altura sobre el nivel del mar de la localidad, en base a la tabla 3. Además, en la Figura 1 se incluye un mapa del Ecuador, donde se puede visualizar las distintas zonas climáticas que existen en el país.

Tabla 2. Zonas climáticas de algunas ciudades

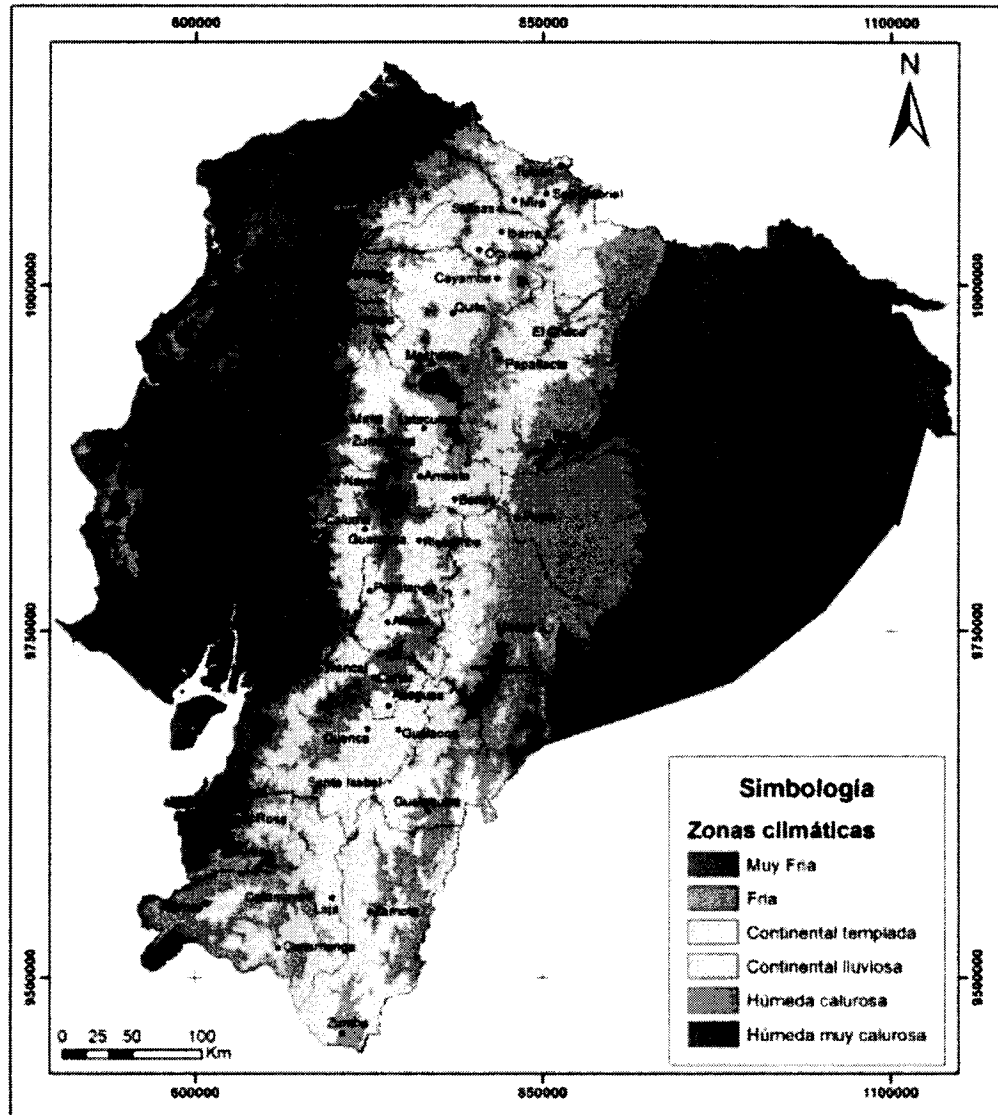
Provincia	Ciudad	Zona climática
REGIÓN COSTA		
El Oro	Machala	Húmeda muy calurosa
	Zaruma	Húmeda muy calurosa
	Santa Rosa	Húmeda muy calurosa
Esmeraldas	Esmeraldas	Húmeda muy calurosa
	Quinindé	Húmeda muy calurosa
Guayas	Guayaquil	Húmeda muy calurosa
	Balzar	Húmeda muy calurosa
Los Ríos	Babahoyo	Húmeda muy calurosa
	Quevedo	Húmeda muy calurosa
Manabí	Puerto López	Húmeda muy calurosa
	Portoviejo	Húmeda muy calurosa
	Manta	Húmeda muy calurosa
	Chone	Húmeda muy calurosa
	El Carmen	Húmeda muy calurosa
	Pedernales	Húmeda muy calurosa
REGIÓN SIERRA		
Azuay	Cuenca	Continental lluviosa

	Santa Isabel	Húmeda calurosa
	Gualaceo	Continental lluviosa
Bolívar	Guaranda	Continental templada
	Caluma	Húmeda calurosa
	Las Naves	Húmeda muy calurosa
Cañar	Azogues	Húmeda calurosa
	Cañar	Fría
	La Troncal	Húmeda muy calurosa
Carchi	Mira	Continental lluviosa
	San Gabriel	Continental templada
	Tulcán	Fría
Chimborazo	Riobamba	Continental templada
	Alausí	Continental lluviosa
	Pallatanga	Continental lluviosa
Cotopaxi	La Maná	Húmeda muy calurosa
	Latacunga	Continental templada
	Zumbahua	Fría
Imbabura	Ibarra	Continental lluviosa
	Otavalo	Continental templada
	Salinas	Húmeda calurosa
Loja	Loja	Continental lluviosa
	Cariamanga	Continental lluviosa
	Alamor	Húmeda calurosa
	Catamayo	Húmeda calurosa
Pichincha	Cayambe	Continental lluviosa
	Machachi	Fría
	Quito	Continental lluviosa
	Los Bancos	Húmeda calurosa
Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo	Húmeda muy calurosa
Tungurahua	Ambato	Continental templada
	Baños	Continental lluviosa
REGIÓN ORIENTE		
Morona Santiago	Macas	Húmeda calurosa
	Gualaquiza	Húmeda calurosa
	Sucua	Húmeda muy calurosa
Napó	Tena	Húmeda calurosa
	Papallacta	Fría
	El Chaco	Húmeda calurosa
Orellana	Francisco de Orellana	Húmeda muy calurosa
Pastaza	Puyo	Húmeda calurosa
Zamora Chinchipe	Zamora	Húmeda calurosa
	Zumba	Húmeda calurosa

Tabla 3. Referencia para zonificación climática

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	1A	HUMEDA MUY CALUROSA	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	2A	HUMEDA CALUROSA	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	3C	CONTINENTAL LLUVIOSA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	4C	CONTINENTAL TEMPLADO	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$
5	5C	FRIA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $3000 \text{ m} < \text{Altura (m)} \leq 5000 \text{ m}$
6	6B	MUY FRIA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $5000 \text{ m} < \text{Altura (m)}$

Figura 1. Mapa de zonas climáticas del Ecuador.



ELABORACIÓN: INER E INAMHI. FUENTE: REGISTROS METEOROLOGICOS INAMHI (COLOR)

Nota 1: Para la identificación más precisa de la zona climática de una localidad en el mapa visitar: <http://bit.ly/2d5HzcB> (INER-PCIE Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas, pág. 17)

Nota 2: Para facilitar la identificación de la zona climática de una localidad referirse al ejemplo del anexo E.

Nota 3: En caso de que se requiera imprimir este mapa en escala de grises, para una mejor visualización se recomienda utilizar el Anexo A: Mapa de zonas climáticas (escala de grises).

4. Exigencias Prescriptivas

Las exigencias prescriptivas son aquellas que establecen requerimientos mínimos principalmente en los materiales o componentes de la envolvente, para mejorar el comportamiento térmico y energético de las edificaciones.

- Para espacios habitables, la envolvente exterior del edificio debe cumplir con los requisitos para la categoría respectiva referida en las tablas 4 a 9 para la zona climática adecuada.
- Para espacios no habitables, la envolvente semi-exterior del edificio debe cumplir con los requisitos para la categoría respectiva referida en las tablas 4 a 9 para la zona climática adecuada.

4.1. Envolvente de la edificación.

Para la envolvente de la edificación se debe considerar los siguientes aspectos:

4.1.1. Categorías de espacio.

- Se especifican requisitos para la envolvente exterior de la edificación, para dos categorías de espacio:
 - a) Espacios habitables (espacio acondicionado residencial).
 - b) Espacios no habitables (espacio semi-climatizado).
- Un espacio será considerado como habitable y deberá cumplir con los requisitos establecidos para espacios acondicionados al momento de la construcción, independientemente que los equipos mecánicos o eléctricos estén incluidos en el proyecto.
- En las zonas climáticas 3 a 6, un espacio puede ser designado como no habitable sólo si es aprobado por la autoridad competente con jurisdicción sobre la aplicación de la normativa.

4.1.2. Modificaciones a la envolvente.

Las modificaciones a la envolvente deben cumplir con los requisitos establecidos en los numerales referentes a: aislamientos y reflectividad, infiltración de aire, y elementos translúcidos, aplicables a aquellas partes afectadas de la edificación.

4.1.3. Clima.

Se debe determinar la zona climática para cada localidad, dentro de Ecuador, en base a la Figura 1. (Mapa de zonas climáticas del Ecuador).

004-18

Tabla 4. Requisitos de envoltente para la zona climática 1¹

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-3.5	R-0.3	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.857	R-1.0	U-4.61	R-0.2	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-1.825	R-1.5	U-3.4	R-0.3	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-3.2	NA	U-3.2	NA	U-3.2	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-6.81	SHGC-0.25	U-3.84	SHGC-0.77	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	NA

Tabla 5. Requisitos de envoltente para la zona climática 2¹

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-3.1	R-0.32	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.701	R-1.3	U-4.61	R-0.22	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	NA	U-3.4	R-0.3	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.5	NA	U-3.2	NA	U-3.2	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-4.26	SHGC-0.25	U-3.84	SHGC-0.77	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-11.24	SHG-0.19	U-11.24	SHG-0.19	U-11.24	NA

Tabla 6. Requisitos de envoltente para la zona climática 3¹

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

¹ Fuente: ASHRAE 90.1-2007 "EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS EXCEPTO BAJAS EDIFICACIONES RESIDENCIALES"

Tabla 7. Requisitos de envolvente para la zona climática 4 ¹

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.513	R-2.0	U-2.35	R-0.4	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-0.678	R-1.3	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.420	R-1.8	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6	R-0.4	U-3.124	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-2.27	SHGC-0.40	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-5.56	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

Tabla 8. Requisitos de envolvente para la zona climática 5 ¹

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.8	R-0.34	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.453	R-2.3	U-2.35	R-0.4	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-0.678	R-1.3	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.363	R-2.2	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.5	R-0.4	U-3.124	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-1.99	SHGC-0.40	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-6.64	SHGC-0.49	U-6.12	SHGC-0.76	U-11.24	NA

Tabla 9. Requisitos de envolvente para la zona climática 6 ¹

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-0.273	R-0.34	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.404	R-2.7	U-1.52	R-0.5	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-0.678	R-1.3	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.321	R-2.6	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA				
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-1.99	SHGC-0.40	U-3.16	SHGC-0.76	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-5.56	SHGC-0.46	U-6.12	SHGC-0.76	U-11.24	NA

¹ Fuente: ASHRAE 90.1-2007 "EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS EXCEPTO BAJAS EDIFICACIONES RESIDENCIALES"

4.1.4. Cerramientos opacos.

Para todas las superficies opacas excepto puertas, el cumplimiento se debe demostrar mediante uno de los siguientes métodos:

- a) Valor mínimo nominal R de aislamiento. - para determinar el cumplimiento de las exigencias prescriptivas, se deben utilizar los valores referenciales de la resistencia térmica de los materiales de aislamiento utilizados en la envolvente. Referirse a las tablas del Anexo C y del Anexo D.
- b) Valor máximo U de todo el paquete constructivo - para determinar el cumplimiento de las exigencias prescriptivas, se deben utilizar los valores referenciales U de los paquetes constructivos que se incluyen en el Anexo D.

Nota 4: Para determinar los valores de las propiedades térmicas de los materiales de construcción referirse a los anexos C y D.

4.1.4.1. Aislamiento y reflectividad del techo.

Todos los techos deben cumplir con los valores de aislamiento especificados en las tablas 4 a 9.

Además, para los techos de las edificaciones ubicadas en la zona climática 1 (húmeda muy calurosa): Al menos el 75% de toda la superficie del techo/cubierta que no se utiliza como penetraciones en techos para equipos, para sistemas de energía renovable como colectores solares o como cubiertas vegetales, debe ser cubierta con productos que:

- a) Tengan un SRI inicial mínimo de 78 para un techo/cubierta de baja pendiente. Un techo/cubierta de baja pendiente tiene una pendiente menor o igual a 2:12.
- b) Tengan un SRI inicial mínimo de 29 para un techo/cubierta inclinada. Un techo/cubierta inclinada tiene una pendiente de más de 2:12.
- c) Tengan una reflectancia solar inicial y una reflectancia solar envejecida (tres años después de la instalación) igual o mayor a la indicada en la tabla 10.

Tabla 10. Requerimientos para la reflectancia solar de productos para el revestimiento de techos/cubiertas.

	Pendiente	Reflectancia solar inicial	Reflectancia solar envejecida (tres años después de la instalación)
Techo/cubierta de baja pendiente	≤ 2:12	Igual o mayor a 0.65	Igual o mayor a 0.50
Techo/cubierta inclinada	> 2:12	Igual o mayor a 0.25	Igual o mayor a 0.15

El SRI se debe calcular de acuerdo a la norma ASTM E1980 para condiciones con velocidad de aire moderada (2 – 6 m/s) utilizando un coeficiente de convección de 11.9 W/m² °C. El SRI debe ser obtenido en base a la reflectancia solar medida conforme a la norma ASTM E1918 o ASTM C1549, y la emitancia térmica medida conforme a la norma ASTM E408 o ASTM C1371. Los valores de reflectancia solar y emitancia térmica deben ser proporcionados y certificados por el fabricante.

4.1.4.2. Aislamiento de muros sobre el nivel de terreno.

Todos los muros sobre el nivel de terreno deben cumplir con los valores de aislamiento especificados en las tablas 4 a 9.

Cuando parte de un muro, está sobre y bajo el nivel de terreno, todo el muro de ese piso o nivel debe ser aislado ya sea por la parte exterior o interior, en base a las siguientes condicionantes:

- a) Si se considera aislamiento en la parte interior, el muro debe ser aislado de acuerdo a los requisitos de la categoría muros sobre el nivel de terreno de las tablas 4 a 9.
- b) Si se considera aislamiento en la parte exterior o aislamiento integral del muro, la parte del muro bajo el nivel de terreno debe ser aislada de acuerdo a los requerimientos de la categoría de muros bajo el nivel de terreno, y la parte del muro sobre el nivel de terreno debe ser aislada de acuerdo a los requisitos de la categoría de muros sobre el nivel de terreno de las tablas 4 a 9.

4.1.4.3. Aislamiento de muros bajo el nivel de terreno.

Los muros bajo el nivel de terreno deben tener un valor mínimo R nominal de aislamiento que no sea menor que los valores especificados en las tablas 4 a 9.

4.1.4.4. Aislamiento de pisos.

Todos los pisos deben cumplir con los valores de aislamiento especificados en las tablas 4 a 9.

4.1.4.5. Aislamiento de pisos en contacto con el nivel del terreno.

Todos los pisos en contacto con el nivel de terreno, incluyendo los pisos con calefacción y sin calefacción, deben cumplir con los valores de aislamiento especificados en las tablas 4 a 9.

4.1.4.6. Puertas opacas.

Todas las puertas opacas deben tener un factor máximo U que no sea mayor que el especificado en las tablas 4 a 9.

Nota 5: Revisar y usar los Anexos B y C para determinar y demostrar el cumplimiento de los requerimientos prescriptivos de esta norma.

4.1.5. Elementos traslucidos.

Los elementos traslúcidos deben cumplir con los valores establecidos de factor máximo U y coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC), especificados en las tablas 4 a 9.

4.1.5.1. Área de elementos traslucidos.

- **Área de elementos traslúcidos verticales.** El área total de elementos traslúcidos verticales debe ser menor que el 40% del área neta del muro.
- **Área de elementos traslúcidos horizontales (lucernarios o tragaluces):** El área total de elementos traslúcidos horizontales (lucernarios o tragaluces) debe ser menor que el 5% del área neta del techo.

4.1.5.2. Factor máximo U de elementos translúcidos.

Los elementos translúcidos deben tener un factor máximo U que no sea mayor que los valores especificados en las tablas 4 a 9 para el área de elementos translúcidos apropiada.

4.1.5.3. Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de elementos translúcidos.

- **SHGC de elementos translúcidos verticales.** Los elementos translúcidos verticales deben tener un SHGC que no sea mayor que el especificado para todas las orientaciones en las tablas 4 a 9 para el área total de elementos translúcidos verticales apropiada.

Excepciones:

- a) El SHGC de elementos translúcidos verticales en porcentaje superior a 40% y horizontales, superior al 5% de área neta de cerramiento opaco, debe ser inferior al valor indicado para toda orientación en las tablas de 4 a 9.
- b) Para demostrar el cumplimiento de elementos translúcidos verticales sombreados de forma permanente por proyecciones opacas que durarán tanto como el propio edificio, el SHGC en el edificio propuesto se debe reducir aplicando los factores de la tabla 11.

Tabla 11. Multiplicadores del SHGC para elementos de sombra.

Factor de proyección	Multiplicador SHGC (orientación Este/Oeste)	Multiplicador SHGC (orientación norte/sur)
0-0.10	1.00	1.00
>0.10-0.20	0.91	0.95
>0.20-0.30	0.82	0.91
>0.30-0.40	0.74	0.87
>0.40-0.50	0.67	0.84
>0.50-0.60	0.61	0.81
>0.60-0.70	0.56	0.78
>0.70-0.80	0.51	0.76
>0.80-0.90	0.47	0.75
>0.90-1.00	0.44	0.73

- c) Para demostrar el cumplimiento de los elementos translúcidos verticales con porcentaje superior a 40% y horizontales, superior al 5% de área neta de cerramiento opaco, y de elementos translúcidos verticales sombreados de forma permanente por proyecciones parcialmente opacas (por ejemplo, marcos de vidrio o metal perforado) que durarán tanto como el propio edificio, el factor de proyección (PF) se debe reducir multiplicándolo por un factor O_s , que se lo determina de la siguiente manera:

$$O_s = (A_t \times O_i) + (A_f \times O_f)$$

Dónde:

O_s = porcentaje de opacidad del dispositivo de sombreado.

A_i = porcentaje de área del dispositivo de sombreado con relleno parcialmente opaco.

O_i = porcentaje de opacidad del relleno para acristalamientos $O_i = (100 \% - TS)$, donde TS es la transmitancia solar determinada de acuerdo con NFRC 300; para paneles metálicos perforados o decorativos; para paneles de metal perforados o decorativos

O_i = porcentaje de material sólido.

A_f = porcentaje del área del dispositivo de sombreado que forma parte de los elementos del marco.

O_r = porcentaje de opacidad de los elementos que conforman el marco; si es sólido, entonces se considera el 100 %.

Una vez que se obtiene el factor O_s , el SHGC en el edificio propuesto se debe reducir multiplicándolo por los factores de la Tabla 11 para cada producto translúcido.

- d) Elementos translúcidos verticales que se encuentren al lado de la calle a nivel de la misma, siempre que:
- 1) El nivel del lado de la calle no supere los 6 m de altura.
 - 2) El elemento translúcido tenga una proyección saliente continua con un PF promedio ponderado superior a 0,5.
 - 3) El área de elementos translúcidos que se encuentran al lado y al nivel de la calle sea inferior al 75 % de la superficie de total de la pared.

Cuando se utiliza esta excepción, se deben realizar los cálculos especificados en esta sección de forma separada, y los valores obtenidos no deben ser promediados con otros valores para fines del cumplimiento de la norma.

- **SHGC de elementos translúcidos horizontales (lucernarios o tragaluces).** Los lucernarios o tragaluces deben tener un SHGC que no sea mayor que el especificado para todas las orientaciones en las tablas 4 a 9 para el área total de lucernarios apropiada.

Nota 6: Si los elementos translúcidos verticales u horizontales son mayores a los porcentajes establecidos anteriormente, se debe buscar elementos constructivos que garanticen el aporte de eficiencia energética de la edificación como fachadas verdes, quiebrasoles, volados entre otros.

4.2. Coeficiente global de pérdida por transmisión.

Como alternativa de cumplimiento a la norma se puede calcular el coeficiente global de pérdida por transmisión. Esta alternativa se utiliza generalmente cuando uno o más de los componentes de la envolvente no cumplen con los requerimientos prescriptivos, pero por otro lado uno o más componentes de la envolvente se desempeñan mejor que lo requerido (en base a las tablas de requerimientos prescriptivos).

Por ejemplo, un diseñador puede optar por utilizar ventanas que tengan un mejor desempeño energético que las establecidas en la norma para compensar una deficiencia en el aislamiento térmico de las paredes. El coeficiente global de transferencia de calor (G), será medido en W/m^2K y representa el coeficiente de transferencia de calor de toda la edificación.

4.2.1. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor del edificio:

El coeficiente global de transferencia de calor del edificio (G) se lo debe determinar mediante la siguiente ecuación:

$$G = \frac{\sum U_m \times S_m + \sum U_t \times S_t + \sum U_p \times S_p + \sum U_v \times S_v}{V_T}$$

Dónde:

U_m = coeficiente global de transferencia de calor de muros exteriores, W/m^2K

U_t = coeficiente global de transferencia de calor de techo, W/m^2K

U_p = coeficiente global de transferencia de calor de piso, W/m^2K

U_v = coeficiente global de transferencia de calor de ventanas, W/m^2K

S_m = superficie total de muros exteriores, m^2

S_t = superficie total del techo, m^2

S_p = superficie total del piso, m^2

S_v = superficie total de ventanas, m^2

V_T = volumen interior total de la edificación, m^3

4.2.2. Valor máximo admisible para el coeficiente global de transferencia de calor de la edificación G_{cal} .

Para determinar el valor máximo admisible se debe comparar la edificación a ser evaluada con una edificación base. Para calcular el coeficiente de la edificación a ser evaluada (G_{cal}) se debe emplear la ecuación de la sección 4.2.1.

El resultado debe ser comparado con el coeficiente global de transferencia de calor de la edificación base (G_{base}). La condición que se debe cumplir es:

$$G_{cal} \leq G_{base}$$

4.2.3. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de la edificación base G_{base} .

Para determinar el coeficiente global de transferencia de calor de la edificación base, se debe primero definir una edificación base que debe tener características geométricas y superficiales similares a la de la edificación a ser evaluada.

La edificación base tendrá la misma superficie de planta, superficie de envolvente, perímetro exterior, superficie en contacto con edificaciones colindantes y superficie de puertas opacas que la edificación a ser evaluada.

El coeficiente global de transferencia de calor de cada elemento opaco de la edificación de base, debe ser igual a los valores mínimos requeridos para cada elemento según la zonificación climática correspondiente. Estos valores se detallan en las tablas de 4 a 9.

La superficie acristalada vertical de la edificación base debe ser la misma que la edificación a ser evaluada o 40% de la superficie neta de la pared, la que sea menor de las dos. La distribución de la superficie acristalada vertical debe ser similar que en la edificación a ser evaluada. En caso que la edificación a ser evaluada tenga una superficie vertical acristalada mayor al 40% de la superficie neta de la pared, entonces en el caso base se reducirá esta superficie hasta el 40%.

La superficie translúcida de la edificación base debe ser la misma que la edificación a ser evaluada o 5% de la superficie neta del techo exterior, la que sea menor de las dos. La distribución de la superficie translúcida debe ser similar que en la edificación a ser evaluada. En caso que la edificación a ser evaluada tenga una superficie translúcida mayor al 5% de la superficie neta del techo, entonces en el caso base se reducirá esta superficie hasta el 5%.

El coeficiente global de transferencia de calor de las ventanas, así como el coeficiente de ganancia solar (SHGC) del edificio base debe ser el definido en las tablas de 4 a 9 para la zona climática correspondiente.

4.3. Control de la infiltración del aire.

4.3.1. Tasas de infiltración máxima permitidas.

Para fijar las tasas de infiltración máxima permitidas se debe hacer referencia a la normativa ASHRAE 90.2 donde se establecen los valores de la tabla 12 según los diferentes tipos de uniones.

Tabla 12. Tasas de infiltración máxima permitidas según los diferentes tipos de uniones.

Descripción	Límite de infiltración de aire
Ventanas con marco de aluminio y puertas deslizantes	25 m ³ /h m
Ventanas con marco de PVC y puertas deslizantes	25 m ³ /h m
Ventanas con marco de madera y puertas deslizantes	23 m ³ /h m
Puertas de madera	23 m ³ /h m
Ventanas fijas	6.22 m ³ /h m ² (área de ventana)
Puertas giratorias	9.2 m ³ /h m ² (área de la puerta)

4.4. Calidad del aire.

En esta sección se define la tasa de renovación de aire mínima que deben cumplir las edificaciones residenciales. La renovación de aire se medirá en forma de flujo volumétrico en volúmenes de renovación de aire por hora de la edificación (ACH) o en litros de aire por segundo (l/s).

4.4.1. Requerimientos de aire fresco para vivienda.

Para determinar el requerimiento de aire fresco se empleará la metodología de la norma ASHRAE 62.2, de esta forma, el requerimiento de aire fresco se lo determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{tot} = 0.15A_{piso} + 3.5(N_{dorm} + 1)$$

Dónde:

$$Q_{tot} = \text{requerimiento de aire fresco (l/s)}$$

$$A_{piso} = \text{área de la vivienda (m}^2\text{)}$$

$$N_{dorm} = \text{Número de dormitorios (No menos de 1)}$$

La renovación de aire se la puede hacer de forma natural por medio de las aperturas como puertas y ventanas, o de forma mecánica pasiva cuando las condiciones de la edificación limiten la aplicación de métodos naturales.

Para calcular la tasa de renovación de aire mediante las aperturas referirse a la NTE INEN 1126.

Además, en los baños y cocinas de las viviendas se debe asegurar una mayor tasa de renovación de aire como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Tasa de renovación de aire

Modo de operación	Bajo demanda	Continuo
<i>Aplicación</i>	<i>Flujo volumétrico</i>	<i>Flujo volumétrico</i>
Baño	25 l/s	10 l/s
Cocina	50 l/s	5 ACH

4.5. Valores mínimos de iluminación.

Se debe contar con un nivel mínimo de iluminación presente en el interior de la vivienda en función de las necesidades de cada espacio, de acuerdo a lo estipulado en la tabla 14.

Tabla 14. Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda

Áreas	Mínimo (LUX)	Recomendado (LUX)	Óptimo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo/baños	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio o trabajo	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

Los valores estipulados en la tabla, deben ser medidos en el centro de cada área, en plano horizontal a una altura de 60cm.

4.5.1. Aprovechamiento de luz natural.

Para la obtención de la iluminación natural presente en la vivienda, se debe cumplir con el porcentaje del factor de luz natural estipulado en la tabla 15 obtenida de la NTE INEN 1152 así como de los requisitos establecidos en la misma norma, considerando los métodos de determinación establecidos en la NTE INEN 1151.

Tabla 15. Factores de luz natural recomendados para interiores

Viviendas/Ambiente	Porcentaje del factor de luz natural
Salas	0,625
Cocinas	2,5
Dormitorios	0,313
Estudios	1,9
Circulaciones	0,313

Nota 7: Para la aplicación del factor de luz natural, revisar el ejemplo del anexo F

4.5.2. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).

La instalación de iluminación deberá ser energéticamente eficiente. El grado de eficiencia energética de la instalación proyectada se expresa mediante el Valor de Eficiencia Energética (VEEI), y se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2), calculada según lo dispuesto en la NTE INEN 2506; por cada 100 luxes se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S_i \times E_m}$$

Dónde:

P= Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas [W].

S_i= Superficie iluminada [m²].

E_m= Iluminancia promedio horizontal mantenida [lux].

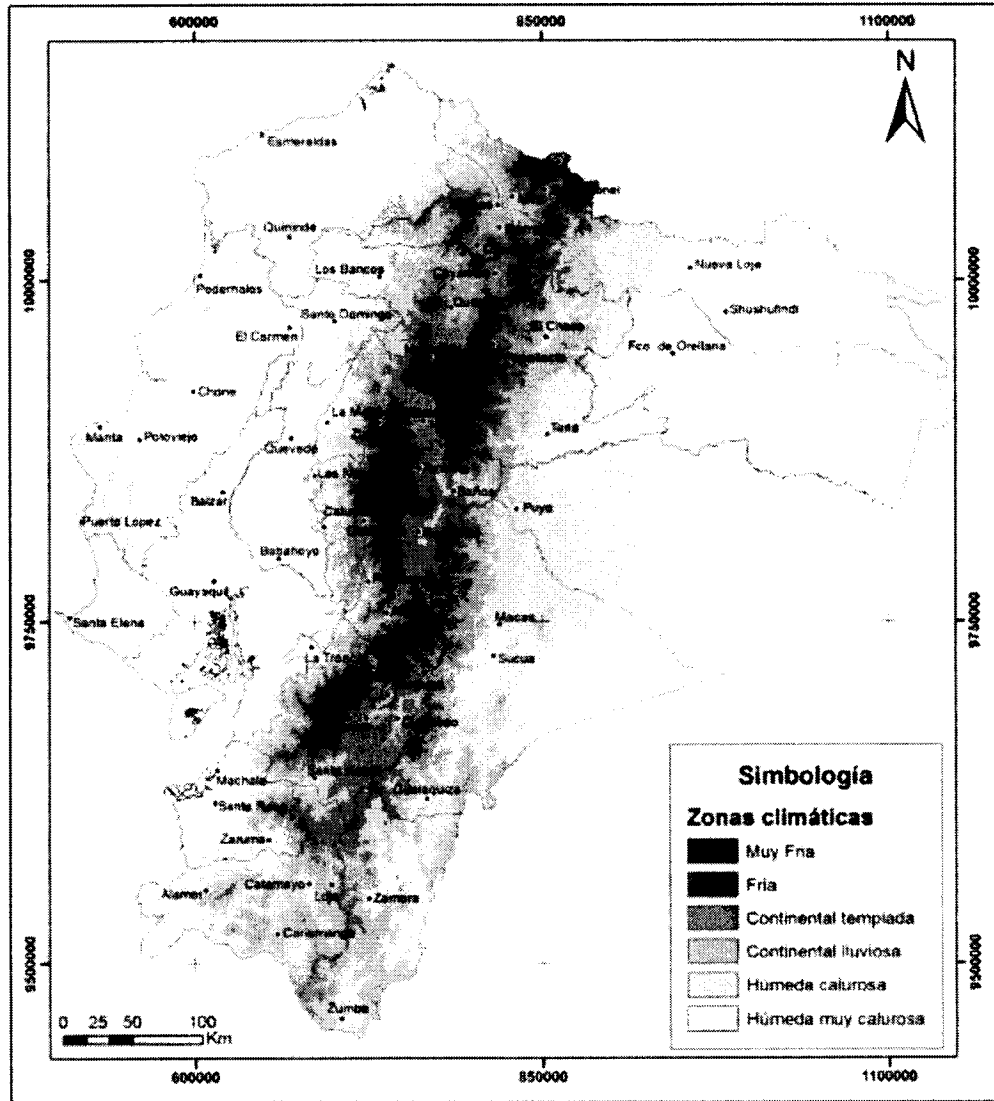
La instalación de iluminación no superará el Valor de Eficiencia Energética consignado en la tabla 16.

Tabla 16. VEEI máximo

Zona de actividad diferenciada	VEEI máximo (W/m ²)
Dormitorios	12,0
Salas	7,5
Cocina/comedor	10
Cuarto de estudio	10
Baños	12,0
Bodega	6,0

5. Apéndices / Anexos

5.1. Anexo A: Mapa de zonas climáticas (escala de grises).



ELABORACIÓN: INER E INAMHI; FUENTE: REGISTROS METEOROLOGICOS INAMHI (ESCALA DE GRISES)

5.2. Anexo B: Disposiciones generales

5.2.1. Consideraciones importantes

- **Aislamiento.** Cuando se requiera considerar el uso de aislamiento según las exigencias prescriptivas, este deberá cumplir con todos los requisitos de las secciones referentes a la información que se requiere sobre los productos aislantes y los requisitos de instalación.
- **Elementos translúcidos y puertas.** Los procedimientos para determinar el desempeño de elementos translúcidos y puertas se describen en la sección correspondiente. Las muestras utilizadas para determinar el desempeño de elementos translúcidos deben ser unidades de la línea de producción o muestras representativas de unidades adquiridas por el consumidor o contratista.
- **Excepciones.** De no contar con los certificados, se calcularán en base a los procedimientos descritos en el Anexo E.

5.2.2. Documentación a presentar

- **General.** La autoridad competente podrá requerir la presentación de documentación de cumplimiento e información complementaria.
- **Presentación de documento con etiquetado de categoría de espacio.** En los planos de planta que se entregan para revisión, se debe indicar claramente los espacios habitable y no habitable que hay en la edificación. (Incluir cuadro de espacios habitables y no habitables).

5.2.3. Información del producto y requisitos de instalación

Aislamiento:

- **Certificado de aislamientos para la envolvente del edificio.** El valor mínimo R nominal debe ser claramente identificado en un certificado que debe ser incluido como información por parte del fabricante, en cada elemento aislante de la envolvente del edificio.
- **Excepción:** Cuando el material aislante no tiene una etiqueta de identificación, el instalador de dicho aislante deberá presentar una certificación con firma y fecha del aislante instalado, en la que se incluirá el tipo de aislamiento, el nombre del fabricante y el valor mínimo R nominal.
- **Cumplimiento con los requisitos de los fabricantes.** Los materiales de aislamiento deben ser instalados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, de tal manera que se logre obtener el valor mínimo R nominal de aislamiento.
- **Contacto sustancial.** El aislante debe ser instalado de forma que esté permanentemente en contacto con la superficie interior, de conformidad con las recomendaciones de los fabricantes para el sistema utilizado.
- **Equipo empotrado.** Accesorios de iluminación, calefacción, ventilación y equipos de aire acondicionado y otros equipos, no serán empotrados de forma que puedan afectar el espesor de aislamiento a menos que:
 - a) El total del área afectada (incluyendo las holguras necesarias) sea inferior al 1 % del área opaca del ensamblaje.
 - b) Todo el techo, la pared o el suelo este cubierto con aislamiento a la profundidad necesaria.

004 - 18

- **Protección del aislamiento.** El aislamiento exterior deberá estar cubierto con un material protector para evitar el daño por la luz solar, por la humedad, por actividades de jardinería, por mantenimiento de equipos y por el viento.
- **Ubicación de aislamiento en techos.** No se debe instalar aislamiento en techos falsos (techos suspendidos) con paneles removibles.
- **Grado de aislamiento.** El aislamiento se extenderá sobre toda el área del componente que requiere un valor mínimo R nominal de aislamiento y un factor máximo U.

Elementos translúcidos y puertas:

- **Propiedades de elementos translúcidos.** El factor máximo U, el coeficiente SHGC, y la tasa de infiltración de aire para todos los productos translúcidos que se comercializan en el país, deben ser determinados por un laboratorio acreditado o por un organismo de acreditación reconocido nacionalmente como el Servicio de Acreditación Ecuatoriano.
- **Etiquetado de elementos translúcidos.** Todos los productos translúcidos que se comercializan en el país deben tener una etiqueta de identificación permanente, instalada por el fabricante, que contenga información sobre el factor máximo U, el coeficiente SHGC, y la tasa de infiltración de aire.
- **Excepción:** Cuando el producto translúcido no tiene dicha identificación, el instalador o distribuidor de tales productos, deberá presentar una certificación del producto con firma y fecha que contenga información sobre el factor máximo U, SHGC y la tasa de infiltración de aire.
- **Etiquetado de puertas.** El factor máximo U y la tasa de infiltración de aire para todas las puertas que se comercializan en el país y que se instalan entre espacios habitables, espacios no habitables y el espacio exterior, deben ser identificados en una etiqueta de identificación permanente ubicada en el producto por el fabricante.
- **Excepción:** Cuando las puertas no tienen dicha identificación, el instalador o distribuidor de tales productos, deberá presentar una certificación del producto con firma y fecha que contenga información sobre el factor máximo U y la tasa de infiltración de aire.
- **Factor Máximo U.** Los factores máximos U se determinarán de acuerdo con NFRC 100. Los factores máximos U para cerramientos translúcidos horizontales se determinarán para una pendiente de 20 grados sobre la horizontal.
- **Coefficiente de ganancia solar.** El SHGC para el área total de elementos translúcidos se determinará de acuerdo con NFRC 200.

Excepciones:

- a. El coeficiente de sombreado (SC) del centro de vidrio multiplicado por 0,86 puede ser una alternativa aceptable para determinar el cumplimiento de los requisitos de SHGC para el área total de elementos translúcidos. El SC deberá ser verificado y certificado por el fabricante.
 - b. El SHGC del centro de vidrio puede ser una alternativa aceptable para determinar el cumplimiento de los requisitos de SHGC para el área total de elementos translúcidos. El SHGC deberá ser verificado y certificado por el fabricante.
 - c. Los factores U de la Tabla 21, serán una alternativa para determinar el cumplimiento de los criterios del factor-U para lucernarios o tragaluces.
- **Transmitancia de luz visible (VLT).** La VLT se determinará de acuerdo con NFRC 200, y debe ser verificada y certificada por el fabricante.

5.3. Anexo C: Determinación del factor mínimo R.

5.3.1. Determinación del factor mínimo R expresado en m²K/W:

- Para determinar el factor mínimo R, se puede considerar los valores estipulados en las tablas 17 y 18.
- Para los materiales de la tabla 18 el factor mínimo R se debe calcular en base al siguiente calculo:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Dónde:

e, Espesor en metros.

λ, Conductividad térmica expresado en W/mK.

Tabla 17. Espesores requeridos de varios materiales para proporcionar valores mínimos R.²

VALOR R																	
MATERIAL	FACTOR K	38		33		30		26		22		19		13		11	
		mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg
POLIURETANO	.14	138	5¼"	114	4½"	108	4¼"	95	3¾"	83	3¼"	70	2¾"	51	2"	38	1½"
POLIESTIRENO EXPANDIDO	.24	228	9"	203	8"	184	7¼"	159	5¾"	133	5¼"	144	4¾"	83	3¼"	64	2½"
FIBRA DE VIDRIO	.28	267	10½"	241	9½"	215	8½"	184	7¼"	152	6"	159	5¼"	89	3½"	76	3"
CARTON DE FIBRA	.36	349	13¾"	305	12"	279	11"	241	9½"	203	8"	178	7"	127	5"	95	3¾"
PLANCHA DE CORCHO	.36	349	13¾"	305	12"	279	11"	241	9½"	203	8"	178	7"	127	5"	95	3¾"
PERLITA	.39	375	14¾"	330	13"	298	11¾"	246	10¾"	216	8½"	191	7½"	139	5¾"	102	4"
VERMICULITA	.48	483	18¾"	406	16"	318	14½"	267	12½"	267	10¾"	235	9¼"	155	6¼"	127	5"

Tabla 18. Espesores Métricos / ingleses de poliuretano calculado para valores mínimos R especificados.³

valor R(hpulgada ² F/ BTU) recomendado	mm ²	inches ²	C= W/m ² k	C=BTU/hpulgada ² F
11	38	1 1/2	0,0129	0,09
12	41	1 3/5	0,0119	0,083
13	47,5	1 7/8	0,0109	0,076
14	51	2	0,0102	0,071
15	54	2 1/8	0,0095	0,066
16	57	2 1/4	0,0089	0,062
17	60	2 1/3	0,0083	0,058
18	63,5	2 1/2	0,0079	0,055
19	66,5	2 5/8	0,0074	0,052

² AUTOR: UPJOHN - PRODUCTOS QUIMICOS POLIMEROS IMPRESO EN USA-1979
EXTRAIDO: GUIA PARA EL AISLAMIENTO TERMICO CON ESPUMA RIGIDA DE POLIURETANO

³ AUTOR: UPJOHN - PRODUCTOS QUIMICOS POLIMEROS IMPRESO EN USA-1979
EXTRAIDO: GUIA PARA EL AISLAMIENTO TERMICO CON ESPUMA RIGIDA DE POLIURETANO

20	73	2 7/8	0,0072	0,05
21	76	3	0,0067	0,047
22	82,5	3 1/4	0,0064	0,045
23	85,5	3 3/8	0,0062	0,043
24	89	3 1/2	0,0059	0,041
25	92	3 5/8	0,0057	0,04
26	95	3 3/4	0,0054	0,038
27	98,5	3 7/8	0,0053	0,037
28	101,5	4	0,005	0,035
29	108	4 1/4	0,0049	0,034
30	111	4 3/8	0,0047	0,033
31	114	4 1/2	0,0046	0,032
32	117,5	4 5/8	0,0044	0,031
33	120,5	4 3/4	0,0043	0,03
34	124	4 7/8	0,0041	0,029
35	127	5	0,004	0,028
36	130	5 1/8	0,0039	0,0277
37	133,5	5 1/4	0,0038	0,027
38	143	5 5/8	0,0037	0,0263
*Valores recomendados a la dimensión práctica				

- a) Para ensamblajes múltiples dentro de una clase de construcción para una sola categoría de espacio, el cumplimiento será mostrado ya sea para: (1) el requisito más restrictivo o (2) un promedio de área ponderada del factor máximo U.

Tabla 19. Guía para el cálculo del factor mínimo R. ⁴

	MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (λ) W/(mK)
ESTRUCTURA	ACERO	47-58
	MADERA LAMINADA	0.047
	HORMIGÓN ARMADO	1.40
	HORMIGÓN PRETENSADO	1.40
ENVOLTURAS DE ALTO RENDIMIENTO (PAREDES Y CIELO RASO)	LADRILLO	0.80
	PANELES HORMIGÓN PREFABRICADO	1.40
	PIEDRA	0.55
	PANELES FIBROCEMENTO	0.93
	PANELES YESO-CARTÓN	0.29-0.58
	VIDRIO	0.81
ENVOLTURAS DE ALTO RENDIMIENTO (TECHO)	CIELO RASO YESO-CARTÓN	0.29-0.58
	CIELO RASO ENDUELADO DE MADERA	0.209
	CUBIERTA CON MATERIAL DE TIERRA	0.76
PISOS	HORMIGÓN PULIDO	1.7
	PORCELANATO	0.81
AISLANTES	FIBRA DE VIDRIO	0.035
	LANA MINERAL	0.036-0.040
	ESPUMA DE POLIURETANO	0.029

⁴ Fuente: Criterios para la eficiencia energética en viviendas unifamiliares, Edyson García, Universidad de Cuenca, 2013

5.4. Anexo D: Propiedades higrotérmicas de materiales de construcción

Las propiedades térmicas necesarias para realizar un análisis térmico de una edificación son la conductividad térmica (K), calor específico (Cp) y la densidad (d). Estos parámetros pueden ser usados en cálculos manuales o en programas de simulación energética de edificaciones para analizar el comportamiento térmico de la vivienda como una herramienta de pre-diseño para arquitectos e ingenieros.

Para determinar los valores de las propiedades térmicas de los materiales de construcción, se utilizaron bases de datos internacionales como la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79 [1], una base de datos de origen británico que está incluida en la librería del programa de simulación energética Design Builder [2] y varias bases que recopilan información sobre materiales de construcción.

Los datos encontrados de esta búsqueda se resumen en la Tabla 20, donde se detallan las propiedades térmicas divididas por tipo de material con su respectiva fuente de información.

Tabla 20. Propiedades térmicas de los materiales a partir de la revisión literaria.

Tipo de material	Material	Propiedades térmicas				Referencia
		K [W/mK]	R [m ² K/W]	Cp [J/kg K]	d [kg/m ³]	
Piedra	Piedra – piedra compacta	3.49	-	840	2880	[2]
	Roca compacta	3.50	-	880	2750	[1]
	Piedra	1.83	-	712	2200	[2]
Asbestos, hormigón, bloques de hormigón	Hormigón	1.40	-	837	2220	[3]
	Concreto de mediana densidad	1.35	-	1000	1800	[2]
	Hormigón armado	1.63	-	1050	2400	[1]
	Asbesto	0.36	-	1050	1500	[2]
	Fibrocemento	0.93	-	1250	2000	[1]
	Bloque de concreto	0.62	-	840	1040	[2]
	Concreto muy baja densidad	0.05	-	-	305	[4]
	Bloque de concreto	0.49	-	-	-	[4]
	Bloque hormigón celular vapor L	0.35	-	-	600	[1]
	Bloque hormigón celular vapor M	0.41	-	-	800	[1]
	Bloque hueco hormigón L	0.44	-	-	1000	[1]
	Bloque hormigón celular vapor P	0.47	-	-	1000	[1]
	Bloque hueco hormigón M	0.49	-	-	1200	[1]
	Bloque hueco hormigón P	0.56	-	-	1400	[1]
	Bloque hormigón ligero macizo	0.33	-	1050	1000	[1]
Bloque hormigón ligero	0.56	-	1050	1400	[1]	
Materiales aislantes	Lana mineral (panel)	0.042	-	1030	12	[4]
	Lana mineral (manta/rollo)	0.038	-	1030	25	[4]
	Poliestireno expandido (EPS)	0.04	-	1450	15	[4]
	Poliestireno extruido (XEPS)	0.035	-	1400	40	[4]
	Espuma de poliuretano	0.025	-	1400	30	[4]
	Espuma de urea formaldehído (UF)	0.04	-	1400	10	[4]
	Fibra de vidrio (panel)	0.046 a 0.048	-	800	7.5 a 8.2	[5]
	Lana de roca o lana de escoria (panel)	0.036 a 0.037	-	800	32 a 37	[5]
		0.033 a 0.035	-	800	45	[5]
	Celulosa en spray para cavidades en paredes	0.039 a 0.040	-	-	26 a 42	[5]
Fibra de vidrio en spray para cavidades en paredes o áticos		0.039 a 0.042	-	-	16	[5]
		0.033 a 0.037	-	-	29 a 37	[5]
Ladrillos, adobes	Ladrillo común	0.80	-	840	1800	[3]
	Ladrillo de sílice	1.07	-	-	1900	[3]
	Ladrillo de magnesita	2.68	-	1130	2000	[2]
	Ladrillo macizo	0.87	-	1330	1800	[1]
	Ladrillo aireado	0.30	-	840	1000	[2]
	Ladrillo quemado	0.85	-	840	1500	[2]
	Ladrillo	0.75	-	880	1730	[2]

	Ladrillo al cromo	2.32		840	3000	[3]
	Adobe	0.95		920	1600	[1]
	Adobe	0.58		850	1280	[2]
	Ladrillo hueco	0.49		-	1200	[1]
	Ladrillo perforado	0.76		-	1600	[1]
	Ladrillo sílico-calcáreo	0.79		-	1600	[1]
	Ladrillo cerámico macizo	0.87		-	1800	[1]
Yesos	Gypsum	0.25		1000	900	[2]
	Placas de escayola	0.3		-	800	[1]
	Mortero de yeso	0.76		-	1000	[3]
	Placas de yeso	0.29-0.58		-	600-1200	[3]
	Yeso	0.81		837	1800	[3]
Madera	Maderas frondosas	0.21		-	800	[1]
	Madera de coníferas	0.14		-	600	[1]
	Contrachapado	0.14		-	600	[1]
	Plywood 19.0 mm	0.10		1880	450	[2]
	Tablero de partículas de madera	0.14		1700	600	[2]
	Tablero aglomerado de partículas	0.08		-	650	[1]
	Tableros de fibra orientada - OSB	0.13		1700	650	[2]
	Madera de roble	0.19		2390	700	[2]
	Madera	0.13		1381	840	[3]
	Madera de abedul	0.14		1884	650	[3]
	Madera de alerce	0.11		1298	650	[3]
	Madera de arce	0.34		1591	750	[3]
	Madera de chopo	0.15		1340	650	[3]
	Madera de fresno	0.34		1591	750	[3]
	Madera de haya	0.14		1340	800	[3]
	Madera de haya blanca	0.14		1340	700	[3]
	Madera de pino	0.16		1298	650	[3]
	Madera de pino blanco	0.11		1465	550	[3]
	Madera de roble	0.20		2386	850	[3]
Plásticos	Policarbonato	0.19-0.22		1200	1200	[5]
	Policarbonato alveolar		1.25 - 3.9 W/m ² k			[6]
<p>Nota :</p> <p><i>K es la conductividad térmica de los materiales</i></p> <p><i>Cp es el calor específico del material</i></p> <p><i>q es la densidad del material</i></p>						

En base a la Tabla 20, se han definido los posibles paquetes constructivos para cada elemento que conforma la envolvente de una edificación. Los valores para cada material en la Tabla 21 han sido calculados como un valor promedio de los valores encontrados en la revisión bibliográfica. Cabe mencionar que los elementos detallados como envolvente pueden ser usados en elementos verticales tanto interiores como exteriores.

Tabla 21. Propiedades de paquetes constructivos

Elemento constructivo	Paquete constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor-U (W/m ² K)
Paredes	Ladrillo sin revestimientos	Ladrillo	15	1920	0.72	2.79
	Ladrillo con revestimientos	Enlucido exterior	1	1300	0.5	2.55
		Ladrillo	15	1920	0.72	
		Enlucido interior	1	1760	0.72	
		Bloque de concreto	1	1300	0.5	
	Bloque de concreto	Enlucido exterior	1	1300	0.5	2.35
Bloque de concreto		15	1040	0.62		

	(15 cm)	Enlucido interior	1	1760	0.72	1.98
	Bloque de concreto (20 cm)	Enlucido exterior	1	1300	0.5	
		Bloque de concreto	20	1040	0.62	
		Enlucido interior	1	1760	0.72	
	Madera (paneles OSB)	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69
	Caña no revestida	Caña guadua	0.6	714	0.3	5.46
	Caña revestida	Enlucido exterior	1	1300	0.5	4.61
		Caña guadua	1	714	0.3	
		Enlucido interior	1	1760	0.72	
	Adobe	Adobe	30	1440	0.76	2.26
	Hormigón	Hormigón	15	2000	1.13	3.54
	Panel metálico	Lámina metálica	0.04	7800	50	1.8
		Poliuretano	10	30	0.04	
		Lámina metálica	0.04	7800	50	
	Panel de gypsum aislado	Gypsum	2	900	0.3	1.45
		Poliuretano	10	30	0.04	
		Gypsum	2	900	0.3	
	Panel OSB aislado	OSB	0.6	650	0.1	1.48
		Poliuretano	10	30	0.04	
OSB		0.6	650	0.1		
Panel de triplex aislado	Triplex	0.6	525	0.12	1.52	
	Poliuretano	10	30	0.04		
	Triplex	0.6	525	0.12		
Techos	Losa Hormigón	Hormigón armado	10	2400	2.3	4.7
	Teja	Teja de arcilla	2.5	2000	1	2.9
	Zinc	Zinc	0.6	7200	110	3.5
	Paja	Paja	2	270	0.09	2.8
	Fibrocemento	Panel de fibrocemento	0.6	1120	1	3.1
Piso	Hormigón	Piedra	10	2880	3.49	3.2
		Polietileno	0.04	920	0.33	
		Hormigón	5	1800	1.35	
	Tierra	Tierra apisonada	15	1885	1.1	3.3
	Madera	Madera dura	1.5	1700	0.18	3.4
Puerta	Metal	Acero	0.03	7800	50	3.124
		Aire (R0.15 m ² K/W)	0.1	-	-	
		Acero	0.03	7800	50	
	Madera sólida	Roble pintado	4.2	700	0.19	2.56
	Madera hueca	Plywood	0.6	700	0.15	2.5
		Aire (R0.15 m ² K/W)	3	-	-	
Ventanas	Vidrio simple (3 mm)	Vidrio transparente	0.3	-	0.9	5.89
	Vidrio simple LoE (e=0.2) (3	Vidrio con lámina	0.3	-	0.9	3.84

	mm)					
	Vidrio simple (6 mm)	Vidrio transparente	0.6	-	0.9	5.78
	Vidrio doble (3 mm)	Vidrio transparente	0.3	-	0.9	3.16
		Aire (R0.15 m2K/W)	0.6	-	-	
		Vidrio transparente	0.3	-	0.9	

Nota: *K es la conductividad térmica de los materiales*
Cp es el calor específico del material
ρ es la densidad del material
E es el espesor de cada material
U es el coeficiente de transferencia de calor

Es importante tener en cuenta que debido a la falta de información sobre las propiedades térmicas de materiales de construcción nacionales, fue necesario generar esta información a partir de bases de datos internacionales.

En un futuro, las propiedades que se muestran en este documento deben ser contrastadas con datos obtenidos en laboratorios nacionales de caracterización térmica de materiales de construcción, ya que las proporciones químicas y procesos usados en la fabricación de los materiales pueden variar incluso por fabricante.

Como información de referencia adicional, se recomienda revisar la información incluida en la norma ISO 10456:2007 "Building materials and products -- Hygrothermal properties -- Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values", que incluye propiedades como la densidad, la conductividad térmica y el calor específico de varios materiales y productos de construcción.

Además, en caso de que un proyecto de edificación tenga algún paquete constructivo diferente a los que se incluyen en la Tabla 21, se debe calcular su transmitancia térmica (U) conforme a la norma ISO 6946:2007 Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation Method, con el fin de demostrar el cumplimiento de las exigencias prescriptivas.

Referencias

- [1] Ministerio de obras públicas y urbanismo, 1979, "NBE-CT-79 Condiciones térmicas en los edificios", In Normas básicas de la edificación, España.
- [2] Tindale, A., 2005, "DesignBuilder software", Design-Builder Software Ltd, Stroud, Gloucestershire UK.
- [3] Miliarium Aureum, 2015, "Propiedades térmicas de los materiales". Retrieved from <http://www.miliarium.com/Ayuda/Contacto.asp>
- [4] CIBSE, 2006, "Environmental Design: CIBSE Guide A", Chartered Institution of Building Services Engineers.
- [5] ASHRAE, 2013, "ASHRAE Handbook – Fundamentals (SI)", American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- [6] Polygal, 2016, "Policarbonato alveolar Polygal. Especificaciones técnicas".

5.5. Anexo E: Ejemplo de cálculo para determinar la zona climática.

Como se menciona en la Sección 3, para la aplicación de esta norma es necesario identificar la zona climática de la localidad donde se pretende implantar una edificación, para lo cual se presentan los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1. Para el caso que la ciudad donde se va a implantar la edificación, consta en la Tabla 2 “Zonas climáticas de algunas ciudades”.

Si la ciudad donde se va a implantar la edificación es Guayaquil, identificamos a esta ciudad en la Tabla 2 y vemos que corresponde a una zona climática húmeda muy calurosa, con este dato revisamos en la tabla 3 y comprobamos que corresponde a la zona climática 1. A partir de esta información, en la tabla 4, se determinan los requisitos que debe cumplir la envolvente de las edificaciones ubicadas en la zona climática 1, como se muestra para este caso, (marcado con color).

A continuación, se presentan las tablas empleadas.

Tabla 2. Zonas climáticas de algunas ciudades

Provincia	Ciudad	Zona climática
REGIÓN COSTA		
El Oro	Machala	Húmeda muy calurosa
	Zaruma	Húmeda muy calurosa
	Santa Rosa	Húmeda muy calurosa
Esmeraldas	Esmeraldas	Húmeda muy calurosa
	Quinindé	Húmeda muy calurosa
Guayas	Guayaquil	Húmeda muy calurosa
	Balzar	Húmeda muy calurosa
Los Ríos	Babahoyo	Húmeda muy calurosa
	Quevedo	Húmeda muy calurosa
Manabí	Puerto López	Húmeda muy calurosa
	Portoviejo	Húmeda muy calurosa
	Manta	Húmeda muy calurosa
	Chone	Húmeda muy calurosa
	El Carmen	Húmeda muy calurosa
	Pedernales	Húmeda muy calurosa
REGIÓN SIERRA		
Azuay	Cuenca	Continental lluviosa
	Santa Isabel	Húmeda calurosa
	Gualaceo	Continental lluviosa
Bolívar	Guaranda	Continental templada
	Caluma	Húmeda calurosa
	Las Naves	Húmeda muy calurosa
Cañar	Azogues	Húmeda calurosa
	Cañar	Fría
	La Troncal	Húmeda muy calurosa
Carchi	Mira	Continental lluviosa
	San Gabriel	Continental templada
	Tulcán	Fría

004 - 18

Chimborazo	Riobamba	Continental templada
	Alausí	Continental lluviosa
	Pallatanga	Continental lluviosa
Cotopaxi	La Maná	Húmeda muy calurosa
	Latacunga	Continental templada
	Zumbahua	Fría
Imbabura	Ibarra	Continental lluviosa
	Otavaló	Continental templada
	Salinas	Húmeda calurosa
Loja	Loja	Continental lluviosa
	Cañamanga	Continental lluviosa
	Alamor	Húmeda calurosa
	Catamayo	Húmeda calurosa
Pichincha	Cayambe	Continental lluviosa
	Machachi	Fría
	Quito	Continental lluviosa
	Los Bancos	Húmeda calurosa
Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo	Húmeda muy calurosa
Tungurahua	Ambato	Continental templada
	Baños	Continental lluviosa
REGIÓN ORIENTE		
Morona Santiago	Macas	Húmeda calurosa
	Gualaquiza	Húmeda calurosa
	Sucua	Húmeda muy calurosa
Napo	Tena	Húmeda calurosa
	Papallacta	Fría
	El Chaco	Húmeda calurosa
Orellana	Francisco de Orellana	Húmeda muy calurosa
Pastaza	Puyo	Húmeda calurosa
Zamora Chinchipe	Zamora	Húmeda calurosa
	Zumba	Húmeda calurosa

Tabla 3. Referencia para zonificación climática

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	1A	HUMEDA MUY CALUROSA	$5000 < CDD_{10^{\circ}C}$
2	2A	HUMEDA CALUROSA	$3500 < CDD_{10^{\circ}C} \leq 5000$
3	3C	CONTINENTAL LLUVIOSA	$CDD_{10^{\circ}C} \leq 2500$ y $HDD_{18^{\circ}C} \leq 2000$
4	4C	CONTINENTAL TEMPLADO	$2000 < HDD_{18^{\circ}C} \leq 3000$
5	5C	FRIA	$CDD_{10^{\circ}C} \leq 2500$ y $HDD_{18^{\circ}C} \leq 2000$ $2000 < HDD_{18^{\circ}C} \leq 3000$ $3000 \text{ m} < \text{Altura (m)} \leq 5000 \text{ m}$
6	6B	MUY FRIA	$CDD_{10^{\circ}C} \leq 2500$ y $HDD_{18^{\circ}C} \leq 2000$ $2000 < HDD_{18^{\circ}C} \leq 3000$ $5000 \text{ m} < \text{Altura (m)}$

Tabla 4. Requisitos de envolvente para la zona climática 1.

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-3.5	R-0.3	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.857	R-1.0	U-4.61	R-0.2	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-1.825	R-1.5	U-3.4	R-0.3	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-3.2	NA	U-3.2	NA	U-3.2	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Area translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-6.81	SHGC-0.25	U-3.84	SHGC-0.77	U-6.81	NA
Area translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	NA

Ejemplo 2. Para el caso en que la ciudad en donde se va a implantar la edificación no esté incluida en la Tabla 2 "Zonas climáticas de algunas ciudades".

En el caso de que la localidad no esté incluida en la Tabla 2 "Zonas climáticas de las principales ciudades", se puede identificar la zona climática deseada mediante el uso de la Tabla 3 "Referencia para zonificación climática".

Para ello, resulta fundamental contar con datos meteorológicos como el promedio diario de temperatura del aire exterior a lo largo de un año (el ente oficial que emite este tipo de información es el INAMHI). Idealmente la información climática que se utilice debe ser representativa de la localidad, para lo cual generalmente se utiliza el Año Meteorológico Típico (AMT o TMY por sus siglas en inglés).

Para construir el TMY se debe contar con al menos cinco años de información, debido a que si se tipifica las características del clima con información menor a este tiempo, el producto obtenido sería poco confiable.

En esta información se deben incluir variables como la temperatura, humedad relativa, la radiación solar media y la velocidad del viento máxima y media diaria. Con la conjugación de todas estas variables y mediante un método denominado Sandia y la ecuación estadística Finkelstein-Schafer se realizan cálculos matemáticos para obtener el año meteorológico típico.

Para el ejemplo de cálculo (en el que se utiliza el TMY), se utilizó el archivo climático que representa a un año meteorológico típico de la ciudad de Quito. A partir de los 365 datos de temperatura promedio del aire exterior, correspondientes a los 365 días de un año meteorológico típico, se sigue el procedimiento detallado a continuación:

Debido a la información.

1. En base a lo que indica la norma, se establece una temperatura de balance de 10 grados centígrado para calcular los grados día de enfriamiento, y una temperatura de balance de 18 grados centígrados para calcular los grados día de calefacción. Así:

$$T_{balance}(\text{grados día de calefacción HDD}) = 18^\circ\text{C}$$

$$T_{balance}(\text{grados día de enfriamiento CDD}) = 10^\circ\text{C}$$

2. Conforme a la definición de grados día presentada en la Sección 1.3, los grados día de calefacción se obtienen a partir de la diferencia entre la temperatura de balance (18°C para calefacción) y el promedio diario de la temperatura del aire exterior (en grados Celsius),

siempre que el promedio diario de temperatura sea menor a 18 °C. Los grados día de calefacción anuales se obtienen a partir de la suma de los grados día de calefacción de un año calendario completo, en base a la siguiente ecuación:

$$HDD = \sum_{i=1}^N (T_{balance} - \bar{T}_i)^+$$

donde N es el número de días del mes, $T_{balance}$ es la temperatura de balance con la cual los grados días de calefacción son calculados y T_i es la temperatura diaria promedio calculada sumando la temperatura máxima y mínima de cada día y dividida para 2. El símbolo + indica que solo se deben sumar los valores positivos de la ecuación.

De forma similar, los grados día de enfriamiento se obtienen a partir de la diferencia entre el promedio diario de la temperatura del aire exterior (en grados Celsius) y la temperatura de balance (10 °C para enfriamiento), siempre que el promedio diario de temperatura sea mayor a 10 °C. Los grados día de enfriamiento anuales se obtienen a partir de la suma de los grados día de enfriamiento de un año calendario completo, en base a la siguiente ecuación:

$$CDD = \sum_{i=1}^N (\bar{T}_i - T_{balance})^+$$

El cálculo de los grados día de calefacción y enfriamiento se lleva a cabo para los 365 días del año, como se muestra en la tabla a continuación:

N	Mes	Día	Temperatura exterior	Grados día de calefacción HDD18	Grados día de enfriamiento CDD10
1	1	1	13.24	4.76	3.24
2	1	2	12.48	5.52	2.48
3	1	3	11.44	6.56	1.44
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
29	1	29	13.53	4.47	3.53
30	1	30	13.6	4.4	3.6
31	1	31	14.32	3.68	4.32
32	2	1	11.62	6.38	1.62
33	2	2	12.14	5.86	2.14
34	2	3	12.81	5.19	2.81
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
332	11	28	15.37	2.63	5.37
333	11	29	13.86	4.14	3.86
334	11	30	14.31	3.69	4.31
335	12	1	14.48	3.52	4.48
336	12	2	12.92	5.08	2.92
337	12	3	13.8	4.2	3.8
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
363	12	29	11.45	6.55	1.45
364	12	30	12.1	5.9	2.1
365	12	31	13.33	4.67	3.33
				1554.06	1365.94
				HDD18	CDD10

3. En base al cálculo anterior, podemos observar que la sumatoria de los grados día de calefacción de un año calendario completo es:

$$HDD18 = 1554$$

Por otro lado, la sumatoria de los grados día de enfriamiento de un año calendario completo es:

$$CDD10 = 1366$$

Con estos valores, se usa la Tabla 3 "Referencia para zonificación climática" de la Sección 3, en donde se observa que los valores obtenidos de HDD18 y CDD10 corresponden a la Zona 3 ($CDD10 \leq 2500$ y $HDD18 \leq 2000$). Así, se puede verificar que Quito se encuentra en una zona "Continental lluviosa" (Zona climática 3), tal y como se indica en la Tabla 2 de la Sección 3 y se aplicará los requisitos para la envolvente presentados en la tabla 6.

A continuación, se presentan las tablas empleadas.

Tabla 3. Referencia para zonificación climática

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	1A	HUMEDA MUY CALUROSA	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	2A	HUMEDA CALUROSA	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	3C	CONTINENTAL LLUVIOSA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	4C	CONTINENTAL TEMPLADO	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$
5	5C	FRIA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $3000 \text{ m} < \text{Altura (m)} \leq 5000 \text{ m}$
6	6B	MUY FRIA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $5000 \text{ m} < \text{Altura (m)}$

Tabla 2. Zonas climáticas de algunas ciudades

Provincia	Ciudad	Zona climática
REGIÓN COSTA		
El Oro	Machala	Húmeda muy calurosa
	Zaruma	Húmeda muy calurosa
	Santa Rosa	Húmeda muy calurosa
Esmeraldas	Esmeraldas	Húmeda muy calurosa
	Quinindé	Húmeda muy calurosa
Guayas	Guayaquil	Húmeda muy calurosa
	Balzar	Húmeda muy calurosa
Los Ríos	Babahoyo	Húmeda muy calurosa
	Quevedo	Húmeda muy calurosa
Manabí	Puerto López	Húmeda muy calurosa
	Portoviejo	Húmeda muy calurosa
	Manta	Húmeda muy calurosa
	Chone	Húmeda muy calurosa
	El Carmen	Húmeda muy calurosa
	Pedernales	Húmeda muy calurosa
REGIÓN SIERRA		
Azuay	Cuenca	Continental lluviosa
	Santa Isabel	Húmeda calurosa

004 - 18

	Gualaceo	Continental lluviosa
Bolívar	Guaranda	Continental templada
	Caluma	Húmeda calurosa
	Las Naves	Húmeda muy calurosa
Cañar	Azogues	Húmeda calurosa
	Cañar	Fría
	La Troncal	Húmeda muy calurosa
Carchi	Mira	Continental lluviosa
	San Gabriel	Continental templada
	Tulcán	Fría
Chimborazo	Riobamba	Continental templada
	Alausí	Continental lluviosa
	Pallatanga	Continental lluviosa
Cotopaxi	La Maná	Húmeda muy calurosa
	Latacunga	Continental templada
	Zumbahua	Fría
Imbabura	Ibarra	Continental lluviosa
	Otavalo	Continental templada
	Salinas	Húmeda calurosa
Loja	Loja	Continental lluviosa
	Cariamanga	Continental lluviosa
	Alamor	Húmeda calurosa
	Catamayo	Húmeda calurosa
Pichincha	Cayambe	Continental lluviosa
	Machachi	Fría
	Quito	Continental lluviosa
	Los Bancos	Húmeda calurosa
Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo	Húmeda muy calurosa
Tungurahua	Ambato	Continental templada
	Baños	Continental lluviosa
REGIÓN ORIENTE		
Morona Santiago	Macas	Húmeda calurosa
	Gualaquiza	Húmeda calurosa
	Sucua	Húmeda muy calurosa
Napo	Tena	Húmeda calurosa
	Papallacta	Fría
	El Chaco	Húmeda calurosa
Orellana	Francisco de Orellana	Húmeda muy calurosa
Pastaza	Puyo	Húmeda calurosa
Zamora Chinchipe	Zamora	Húmeda calurosa
	Zumba	Húmeda calurosa

Tabla 6. Requisitos de envolvente para la zona climática 3.

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	<i>Transmitancia máxima</i>	<i>Montaje máximo SHGC</i>	<i>Transmitancia máxima</i>	<i>Montaje máximo SHGC</i>	<i>Transmitancia máxima</i>	<i>Montaje máximo SHGC</i>
Vidriado vertical $\geq 45^\circ$	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Vidriado horizontal $< 45^\circ$	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

5.6. Anexo F: Ejemplo de cálculo del factor de luz natural

Para calcular la Iluminancia interior para una cocina se toma una medida de Iluminancia externa de 5000 luxes y con estos datos se procede a realizar los siguientes cálculos:

FLN (Factor de luz natural promedio) = (Iluminancia Interior media/Iluminancia Exterior Horizontal sin obstáculos) * 100 %

El FLN según la Tabla 15 para la cocina es 2,5 %, por lo tanto se tiene que:

Iluminancia Interior media = (FLN * Iluminancia Exterior horizontal sin obstáculos)/100 %

Iluminancia Interior media = (2,5 % * 5 000 luxes) / 100 %

Iluminancia Interior media = 125 luxes.