

MANUAL DE DISEÑO DE EQUIPAMIENTOS DE EDUCACIÓN



Documento de Trabajo

MANUAL DE DISEÑO DE EQUIPAMIENTOS DE EDUCACIÓN



Documento de Trabajo

Alcalde de Cali

Norman Maurice Armitage Cadavid

Secretaria de Educación

Luz Elena Azcarate Sinisterra

Directora de Resiliencia

Vivian Argueta Bernal

Equipo MaDEE

Martha Lucía Avendaño Posada

David Berón Echavarría

John Jairo Chiquito Bejarano

Carlos Hernán López Restrepo

Diego Alejandro Quintero Arce

Edison Vargas Muñoz

Jacqueline Zurita Restrepo

Bernardo Marmolejo

Dennis Ortiz

Diseño

Caterina Serra

diseño@caterinaserra.com.co

Agradecimientos especiales

Fernando Lesmes, Juan Carlos Álvarez, Prodecon,

100 Resilient Cities, Perkins and Will, AECOM,

WSP, Save the Children y Build Change.

Cali, diciembre de 2019

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción y contexto | 7 |
| Introducción | 8 |
| Contexto | 11 |
| Normativa | 14 |
| Objetivos | 15 |
| Criterios | 16 |
| 2. Hoja de ruta para el diseño y licenciamiento de infraestructura educativa en Santiago de Cali | 19 |
| Tipos de intervenciones en planteles educativos | 20 |
| Documentación requerida para la obtención de permisos y licencias | 22 |
| Licencia de urbanización | 22 |
| Esquema de implantación y regularización | 24 |
| Licencia de construcción | 24 |
| Consideraciones especiales | 25 |
| Normatividad según la calidad del bien | 25 |
| Licencias ambientales | 26 |
| 3. Diagnostico urbano | 29 |
| Sistemas estructurantes del territorio | 29 |
| Estructura ecológica | 31 |
| Sistema de servicios públicos domiciliarios y TICs | 32 |
| Sistema de movilidad | 32 |
| Sistema de equipamientos | 32 |
| Sistema de espacio público | 33 |
| Articulación entre el área de intervención y los sistemas estructurantes del territorio | 35 |
| Semiología del espacio urbano | 42 |

| | |
|---|------------|
| 4. Programa arquitectónico | 51 |
| Requerimiento de áreas | 52 |
| Accesibilidad y aproximación a la institución educativa | 60 |
| Seguridad humana | 64 |
| Requisitos generales de protección contra incendios | 64 |
| Disposiciones generales de seguridad | 70 |
| Implantación de las edificaciones | 71 |
| Aislamientos | 71 |
| Estacionamientos | 74 |
| Zonas verdes y zonas blandas | 76 |
| Confort | 83 |
| Iluminación | 83 |
| Térmica | 83 |
| Ventilación | 84 |
| Acústica | 85 |
| Dotación de las sedes | 85 |
| 5. Proyectos técnicos | 89 |
| Lineamientos estructurales | 90 |
| Cimentación | 90 |
| Estructura | 99 |
| Lineamientos eléctricos | 104 |
| Lineamientos TICs | 111 |
| Lineamientos hidrosanitarios | 111 |
| Lineamientos de gas natural | 115 |
| 6. Elementos constitutivos de los espacios educativos/Materialidad | 119 |
| Estructura | 119 |
| Particiones | 122 |
| Cerramientos | 122 |
| Cubiertas | 122 |
| Exteriores | 126 |
| Elementos de protección de fachadas | 127 |

| | |
|--|------------|
| 7. Apéndice | 131 |
| Anexo 1 - Plantillas para presentación proyectos licencia de construcción | 132 |
| Anexo 2 - Plan de contingencias | 135 |
| Anexo 3 - Carta de zonificación geotécnica de las sedes educativas del Municipio de Santiago de Cali | 136 |
| Anexo 4 - Sistema de Equipamientos. (Mapa 33 POT) | 137 |
| Anexo 5 - Sistema de Espacio Público. (Mapa 37 del POT) | 138 |

1

Introducción y contexto

Introducción

El Artículo 67 de la Constitución Política de Colombia define la educación como “un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social”. La educación no solo permite el acceso al conocimiento para el individuo; es también la base del respeto por los derechos humanos, la paz y la democracia. La educación es uno de los pilares de la sociedad y la infraestructura educativa es el cimiento físico sobre el cual se construye este pilar. Como tal, en el espacio nacional, regional y local, tanto en las zonas rurales como urbanas, los colegios deben ser equipamientos de alta jerarquía.

En los últimos años, la Alcaldía de Santiago de Cali ha realizado una serie de inversiones históricas para mejorar la infraestructura y las prácticas pedagógicas en las instituciones educativas oficiales y en los centros de desarrollo infantil. Además de la construcción de nueva infraestructura, la adecuación de infraestructura existente y la dotación de herramientas tecnológicas, uno de los resultados más importantes de este proceso ha sido la identificación de las deficiencias del sistema de equipamientos educativos en cuanto al cumplimiento de normas técnicas arquitectónicas y de gestión del riesgo. Partiendo de

Sede principal de la IEO Llano Verde en la comuna 21. Este equipamiento tiene capacidad para 1440 cupos.



un diagnóstico del sistema y el establecimiento de una línea base, el Plan Municipal de Infraestructura Educativa busca, en un periodo de 12 años, cerrar las brechas funcionales, estructurales y de capacidad de la infraestructura educativa de Cali.

Este manual apoyará el proceso de construcción de nueva infraestructura educativa y de reposición de la infraestructura existente para que las instituciones educativas oficiales y los centros de desarrollo infantil del municipio sean equipamientos eficientes, resilientes y de alta calidad. El MaDEE busca que las escuelas se piensen de afuera para adentro; que se diseñen para las condiciones climáticas de Cali y las necesidades pedagógicas de sus usuarios y que funcionen en red entre ellas y con otros equipamientos de los distintos sistemas estructurantes del territorio.

El Manual de Diseño para Equipamientos de Educación es el producto de un análisis detallado de buenas prácticas internacionales, de las normas nacionales y locales y del mercado de la construcción en Cali y la región. Construyendo sobre estos insumos, el MaDEE describe el proceso de diseño de los equipamientos de educación, desde la etapa de planificación y obtención de licencias hasta la incorporación de medidas para la reducción del consumo de agua y energía.

Este documento está dividido en seis partes que resaltan los elementos clave de cada aspecto del proceso de diseño. La

primera parte describe el marco normativo y los objetivos y criterios del manual. La segunda parte describe de manera detallada la hoja de ruta para el diseño y licenciamiento de infraestructura educativa en el Municipio de Santiago de Cali.

El tercer capítulo del manual, “Diagnóstico urbano”, explica la relación entre los equipamientos educativos y los distintos sistemas estructurantes del territorio. Este capítulo introduce el concepto de funcionamiento en red para los equipamientos educativos de Cali, no solo como un elemento clave para la integración entre los equipamientos educativos, sino también entre los colegios y su entorno social más amplio.

El cuarto capítulo define los ambientes educativos y sus disposiciones generales, haciendo énfasis en los requerimientos de áreas, la implantación de edificaciones y las características esenciales en cuanto a accesibilidad y aproximación, seguridad humana, confort y dotación de mobiliario. El siguiente capítulo describe los lineamientos para los distintos proyectos técnicos, incluyendo lineamientos estructurales, eléctricos, tecnológicos (TIC) e hidrosanitarios.

Finalmente, la última sección describe los elementos constitutivos de los espacios educativos, estableciendo lineamientos sobre la materialidad de las estructuras, cerramientos, acabados, cubiertas, exteriores y zonas verdes.



Contexto

En febrero de 2018, la Oficina de Resiliencia de Cali organizó el “Colab de Infraestructura Educativa Resiliente”, un taller de tres días en el que participaron distintos organismos de la alcaldía y organizaciones nacionales e internacionales con experiencia en la construcción de infraestructura educativa resiliente, incluyendo Air WorldWide, International Code Council (ICC), AECOM, Findeter y Global Earthquake Model (GEM) Foundation. Durante el taller, el personal técnico de la alcaldía y los expertos externos discutieron las experiencias locales y analizaron buenas prácticas internacionales para desarrollar una serie de recomendaciones para el diseño, construcción y operación de escuelas más resilientes.

Al ver los avances en infraestructura educativa en Cali durante el CoLab, el Banco Mundial, a través del Programa Global de Escuelas Seguras (GPSS) decidió involucrarse de manera activa en el desarrollo de un diagnóstico integral y un plan de acción con un horizonte de 12 años, denominado “Plan Municipal de Infraestructura Educativa” (PMIE). El PMIE establece tres programas que orientan la inversión en infraestructura educativa durante las próximas tres administraciones: 1) construcción de infraestructura nueva, 2) reposición de infraestructura existente y 3) reforzamiento y adecuación de infraestructura existente.

Entre 2017 y 2019 la Secretaría de Educación Municipal de Cali construyó 18 colegios y 7 centros de desarrollo infantil nuevos como parte del programa Mi Comunidad es Escuela. En esta imagen se ve el proceso constructivo de la IEO Jesús Villafañe Franco, ubicada en el barrio Marroquín III. La sede principal de esta institución educativa tiene capacidad para 1440 estudiantes.



Teniendo en cuenta el gran número de reposiciones y construcciones nuevas que plantea el PMIE, la Secretaría de Educación Municipal (SEM) decidió desarrollar un manual de diseño para equipamientos de educación que permita la aplicación de las normas nacionales en el contexto local y que garantice calidad y eficiencia en el diseño y construcción de nuevos equipamientos educativos. Entre otras funciones, el manual debía incluir directrices y recomendaciones arquitectónicas, ingenieriles y urbanísticas que correspondan a las características geológicas, sociales y de ordenamiento territorial en las distintas zonas del municipio.

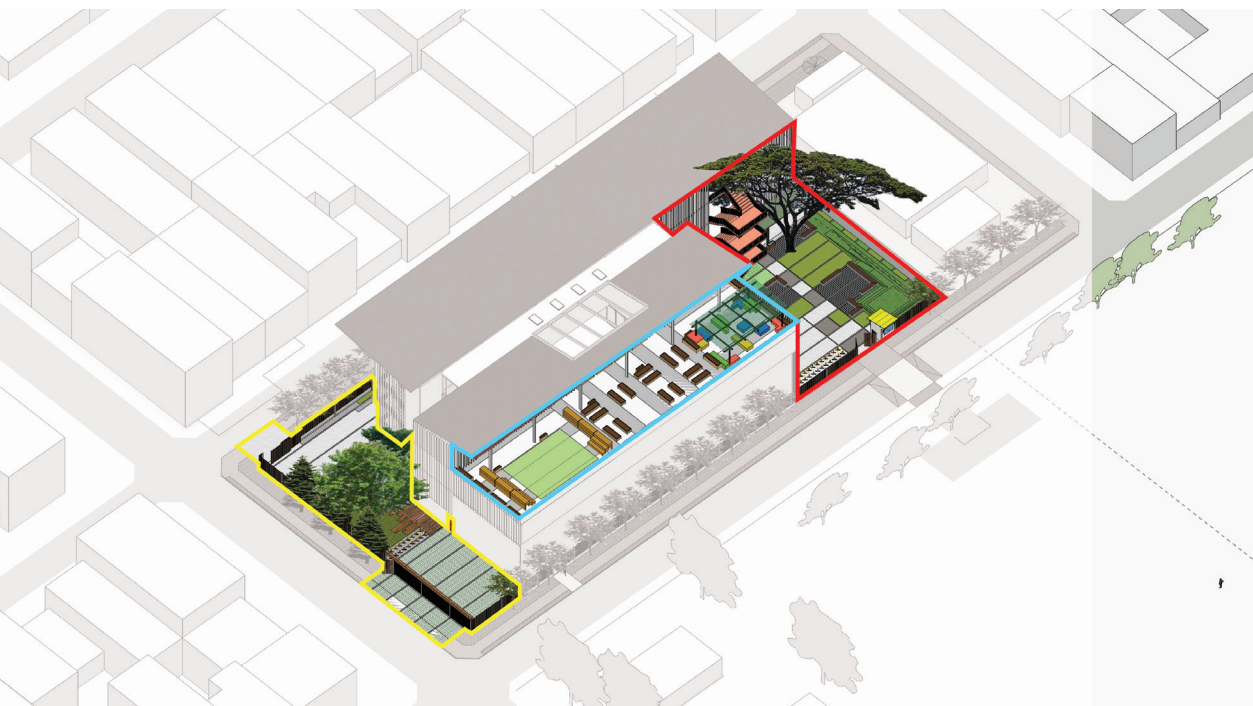
En mayo de 2019, el Programa de 100 Ciudades Resilientes de la Fundación Rockefeller convocó a un equipo de aliados extranjeros o con sede en Colombia para apoyar al equipo local de ingenieros y arquitectos en el desarrollo del marco conceptual del manual de diseño de equipamientos de educación. El equipo de aliados fue conformado por expertos de Perkins + Will, AECOM, WSP, Build Change y Save the Children que ofrecieron sus servicios de forma gratuita. En el transcurso de un taller de tres días en Cali, el equipo desarrolló un enfoque estratégico para el manual, trazó características y componentes clave a ser incluidos y definió los objetivos generales de resiliencia para nuevos proyectos escolares.

Como el manual debía documentar un proceso de planificación y diseño que pueda aplicarse en una gama amplia de condiciones y proporcionar orientación y apoyo para la toma de decisiones, el equipo decidió enfocarse en desarrollar el diseño conceptual para un colegio existente y documentar el proceso de planificación. El equipamiento seleccionado para el

caso de estudio fue la sede principal de la IEO Cristóbal Colón, la cual presenta una serie de condiciones y limitaciones que el equipo colectivamente consideró importante estudiar y abordar porque se evidencian en muchas otras sedes de la ciudad: predios de tamaño limitado, deficiencias en el espacio recreacional, deficiencias en el ambiente interior, desafíos de drenaje, vulnerabilidades estructurales, necesidades de integración con la comunidad circundante y altos costos de mantenimiento.

El equipo de aliados de 100RC, dirigido por Perkins+Will, AECOM y WSP, desarrolló conceptos de diseño, representaciones visuales y planos axiomáticos para el caso seleccionado. Adicionalmente, enfocaron sus esfuerzos en recolectar y registrar buenas prácticas arquitectónicas, ingenieriles y paisajísticas para reducir el consumo de agua y energía, generar estructuras más seguras y costo-efectivas y aprovechar al máximo la brisa, la luz natural y el agua pluvial para generar eficiencia y confort en los equipamientos de educación. Todo el proceso, desde la definición de principios de diseño hasta el diseño final de la sede y su integración al entorno urbanístico y social, está documentado en el informe “Escuelas para la Resiliencia: Caso de estudio IEO Cristóbal Colón”.

Posteriormente, el equipo de ingenieros y arquitectos de la SEM construyó sobre la estructura propuesta en el caso de estudio, recogiendo las mejores prácticas internacionales incorporadas en el informe y validando su aplicación en el contexto local. El equipo investigó y profundizó en los requerimientos de norma locales y nacionales e identificó los “cuellos de botella” en el proceso de diseño y licenciamiento. También desarrolló en mayor detalle los lineamientos y recomendaciones relacio-



El caso de estudio de la IEO Cristóbal Colón, un insumo fundamental para el MaDEE, recoge buenas prácticas arquitectónicas, ingenieriles y paisajísticas para diseñar estructuras más seguras y costo-efectivas y generar eficiencia y confort en los equipamientos e educación. Esta imagen muestra las tres zonas al aire libre propuestas en el caso de estudio de la sede. Cada una de ellas cumple una función diferente relacionada a la gestión del riesgo, la recreación, la conectividad ecológica y la provisión de servicios ambientales.

nadas a la materialidad de los equipamientos para reducir los costos de mantenimiento en el corto y mediano plazo e incrementar el uso de materiales locales de bajo costo.

Entre julio y octubre de 2019, el equipo de la SEM se reunió con el personal técnico de los distintos organismos de la alcaldía, incluyendo el DAPM y el DAGMA, y con expertos de las curadurías urbanas, las universidades locales y el cuerpo de bomberos. Finalmente, se llevaron a cabo reuniones con proveedores locales como Premoldeados S.A.S., Metecno de Colombia, Colombiana de PVC y Fora Design para generar insumos sobre el mercado local de la construcción y las op-

ciones de mobiliario prefabricado o modular disponibles en la región.

En noviembre, el equipo consolidó los contenidos de las distintas secciones para publicar esta primera versión del MaDEE en diciembre de 2019. Este documento circulará libremente entre enero y marzo de 2020. La SEM espera recibir sugerencias de parte de la comunidad técnica, académica y empresarial durante este periodo de revisión. Las recomendaciones recibidas serán incorporadas entre abril y mayo. La versión oficial del manual, aprobada por el DAPM, será publicada en el segundo semestre de 2020.

Normativa

En Colombia, garantizar el derecho constitucional a la educación de los niños y adolescentes es un deber del Estado. Como tal, la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) señala las normas generales que regulan el servicio público de educación y es la sombrilla de la cual se desprenden las demás normas que rigen el sector.

En el caso específico de la infraestructura educativa, vale la pena resaltar dos normas particularmente relevantes. La norma técnica colombiana para el planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares (NTC-4595) define lineamientos para las instituciones educativas y sus distintos espacios escolares. Por otro lado, el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) establece los parámetros ingenieriles que deben cumplir todas las edificaciones en Colombia. Las edificaciones educativas tienen una categoría de riesgo alto, por lo cual la NSR-10 define estándares de diseño estructural particularmente exigentes para dichos equipamientos. Todas las instituciones educativas oficiales y centros de desarrollo infantil construidos en Santiago de Cali y el resto de Colombia deben cumplir estas normas nacionales.

En el ámbito local, además de cumplir las normas nacionales como la NSR-10 y la NTC-4595, la construcción de equipamientos educativos está condicionada al cumplimiento de normas urbanísticas y de ordenamiento territorial. Específicamente, dichas normas se definen en el Plan de Ordenamiento Territorial de Cali (Acuerdo 0373 de 2014) y en los instrumentos de planificación de menor escala que lo complementen. El Plan Maestro de Equipamientos de Educación (PMEE) debe detallar a nivel específico ciertas normas urbanísticas establecidas de manera general en el POT para el sistema de equipamientos de educación de Cali.

La propuesta del PMEE que será presentada al Concejo Municipal de Cali a principios de 2020 define que el Manual de Diseño para Equipamientos de Educación (MaDEE) deberá “establecer lineamientos arquitectónicos, ingenieriles y urbanísticos para el diseño de equipamientos de educación en Santiago de Cali que cumplan con todas las normas locales y nacionales, tengan en cuenta las características sociales y ambientales particulares del municipio, e incorporen criterios de resiliencia en los nuevos equipamientos de educación a ser construidos en Santiago de Cali”.

Como tal, el MaDEE juega un papel a nivel local similar al que juega la Guía Colegios 10 a nivel nacional. Sin embargo, más allá de ofrecer lineamientos de diseño que conlleven al cumplimiento de normas como la NTC-4595 y la NSR-10, así como la transición nacional hacia la jornada única, el MaDEE incorpora elementos propios del entorno local en el diseño de colegios para los niños y adolescentes de Cali, teniendo en cuenta los elementos estructurantes del territorio, los distintos tipos de suelo del municipio y las características sociales de los diversos sectores y barrios de las zonas urbanas y rurales.

El MaDEE hace énfasis en la resiliencia, uniendo las buenas prácticas internacionales y la experiencia local para ilustrar el paso a paso del aprovechamiento de la brisa, la luz natural y el recurso hídrico que privilegian a este municipio. Por medio de estas estrategias de diseño bioclimático se busca no solo el cumplimiento de normas nacionales para la construcción sostenible, como la Resolución 549 de 2015, sino también el diseño de colegios más cómodos y frescos que consuman menos agua y energía e integren el entorno natural y los ambientes para el aprendizaje.

Objetivos

El objetivo general del MaDEE es proveer una serie de lineamientos estructurales, arquitectónicos y urbanísticos que conlleven a la construcción de infraestructura educativa más segura y resiliente en Santiago de Cali.

Al reunir en un solo documento los requisitos de norma para los equipamientos de educación, el MaDEE busca agilizar el proceso de diseño, licenciamiento y construcción de infraestructura educativa, promoviendo las buenas prácticas, velando por el cumplimiento de las normas locales y nacionales e incrementando la efectividad de la contratación pública.

Por otro lado, el MaDEE reúne la experiencia de la administración municipal y el trabajo de organismos privados y públicos en Colombia y EEUU para incorporar criterios de resiliencia en los futuros colegios de Santiago de Cali. Más allá de garantizar espacios dignos y seguros, el MaDEE es la hoja de ruta para que las instituciones educativas oficiales en Cali potencien el desarrollo social y el bienestar de las comunidades que atienden.

Criterios

Criterios generales

La elaboración del MaDEE es uno de los desarrollos prioritarios para la implementación del Plan Maestro de Equipamientos de Educación. Como tal, los tres criterios generales de este manual coinciden con los tres ejes fundamentales establecidos en la propuesta del PMEE: los lineamientos y recomendaciones establecidas en este manual deben promover la equidad, complementariedad y sostenibilidad del sistema de equipamientos de educación.



Criterio de equidad: los equipamientos de educación de Santiago de Cali deben ser accesibles, incluyendo para personas con movilidad reducida u otras formas de discapacidad física. El diseño de los ambientes escolares, la funcionalidad de los equipamientos y la aproximación a los mismos debe generar mayor equidad en el acceso a los servicios educativos. En este sentido, un incremento en cobertura debe ser el resultado no sólo de más infraestructura educativa, sino también de infraestructura más accesible e incluyente.



Criterio de complementariedad: los equipamientos de educación no funcionan de manera aislada. Los ambientes para el aprendizaje se extienden más allá de los colegios. Los centros culturales, deportivos y tecnológicos, entre otros, juegan un papel fundamental en la educación. Desde su diseño, los equipamientos de educación deben ser pensados como componentes del sistema de equipamientos de la ciudad que están integrados a los demás sistemas estructurantes del territorio.



Criterio de sostenibilidad: La eficiencia, costo-efectividad y operación óptima son clave para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura educativa. Los componentes estructurales, arquitectónicos y urbanísticos de los equipamientos de educación deben garantizar una alta calidad al menor costo posible, el consumo eficiente de recursos naturales y servicios públicos y una administración que reduzca los costos de mantenimiento debido al uso de materiales resistentes y sistemas de fácil operación.

Criterios específicos

Como complemento a los tres criterios generales, el MaDEE establece una serie de criterios específicos para guiar el proceso de diseño de los equipamientos de educación. Dichos criterios reflejan la necesidad de ir más allá del cumplimiento de normas: no sólo seguridad, sino también resiliencia; no sólo calidad, sino también confort.



Criterio de funcionamiento en red: el diseño de infraestructura educativa debe tener en cuenta las relaciones funcionales entre la sede principal y las demás sedes de una institución educativa. Asimismo, debe promover la interconexión entre distintas instituciones educativas y los equipamientos culturales, deportivos y recreativos aledaños.



Criterio de integralidad: los equipamientos de educación deben reflejar el contexto social inmediato, incorporando elementos de la identidad local y proveyendo espacios para acercar a las familias y la comunidad a las instituciones educativas.



Criterio de versatilidad: los ambientes escolares deben ser flexibles y fácilmente adaptables para la implementación de distintas prácticas pedagógicas. Asimismo, deben incorporar ambientes multiuso, algunos de los cuales podrán estar abiertos a la comunidad.



Criterio de calidad: los equipamientos de educación deben cumplir estándares altos de diseño y construcción que garanticen no solo la seguridad de sus ocupantes, sino también durabilidad, confort, estética y relaciones espaciales que generen eficiencia y bienestar. La calidad de los ambientes escolares genera sentido de pertenencia y fomenta en los estudiantes mayor interés en el aprendizaje.



Criterio de materialidad: los materiales utilizados en la construcción de infraestructura educativa deben, en lo posible, ser modulares y de origen local o regional. Asimismo, deben ser seleccionados para maximizar la vida útil y minimizar los costos de mantenimiento sin afectar la calidad estética de los equipamientos.



Criterio de eficiencia: el diseño de infraestructura debe incorporar estrategias bioclimáticas para aprovechar la luz natural, la brisa y el agua pluvial, reduciendo así el consumo de energía y agua durante la operación de los equipamientos educativos. También se debe priorizar las técnicas de diseño que generen mayor eficiencia en el uso de recursos durante el proceso constructivo.

2

**Hoja de ruta para el diseño
y licenciamiento
de infraestructura educativa
en Santiago de Cali**

La etapa de diseño y licenciamiento es crítica para el desarrollo exitoso de cualquier obra de infraestructura educativa. La experiencia de la Secretaría de Educación Municipal ha demostrado que esta etapa tiende a sufrir retrocesos debido a la complejidad del marco normativo y los cambios constantes en las regulaciones del sector. A menudo, el desconocimiento de la norma implica la necesidad de modificar los diseños originales, afectando el equilibrio financiero y la planificación del proyecto. Para evitar sobrecostos e imprevistos en el diseño de infraestructura educativa, es esencial conocer de fondo el entorno normativo del sector y los requerimientos locales. Por consiguiente, este capítulo compila y detalla el proceso de licenciamiento para la construcción de infraestructura educativa en Santiago de Cali.

Tipos de intervenciones en planteles educativos

La Secretaría de Educación Municipal de Santiago de Cali desarrolla varios tipos de intervenciones en las sedes educativas a su cargo, incluyendo reforzamientos, reposiciones, ampliaciones y construcciones nuevas. Como se observa en la Tabla 1, los requerimientos para el licenciamiento de la obra varía en cada uno de estos casos.

■ **Obras de reposición parcial de bloque(s):** obras en las cuales se debe demoler uno o varios bloques del plantel educativo por amenazas de ruina o deterioro que constituyan un riesgo inminente para la integridad física de los estudiantes o visitantes de la sede.

TABLA 1: Trámites requeridos para la ejecución de obras de infraestructura educativa

| # | Descripción de la intervención | Requisito normativo | | | | |
|---|--|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| | | LÍNEA DEMARCACIÓN | ESQUEMA BÁSICO | CONCEPTO AMBIENTAL CVC DAGMA | CONCEPTO DE RIESGO | CONCEPTO DE NORMA URBANÍSTICA |
| 1 | Obras por reposición parcial de bloques | X | * | * | * | X |
| 2 | Obras por reposición total | X | * | * | * | X |
| 3 | Obras por reforzamiento de bloques en sedes en condición de bien de interés cultural | X | * | * | * | X |
| 4 | Obras por ampliación de bloques en sedes en condición de bien de interés cultural | X | * | * | * | X |
| 5 | Obra nueva | N/A | X | X | X | X |

Fuente: Elaboración propia

■ **Obras de reposición total:** obras en las cuales se debe demoler la totalidad del plantel educativo por amenazas de ruina o deterioro que constituyan un riesgo inminente para la integridad física de los estudiantes o visitantes de la sede.

■ **Obras para el reforzamiento de bloques en sedes que sean bienes de interés cultural:** obras donde no se puede demoler infraestructura aunque el plantel educativo sufra amenazas de ruina o deterioro que constituyan un riesgo inminente a la integridad física de los estudiantes o visitantes de la sede. Los bienes de interés cultural, incluyendo los equipamientos de educación con esta categorización, deben ser reforzados para no afectar sus atributos arquitectónicos.

■ **Obras de ampliación:** obras para ampliar la infraestructura física de la sede educativa. Estas obras incrementan la altura o el área ocupada de la sede.

■ **Obras nuevas:** construcción de equipamientos de educación nuevos sobre predios destinados exclusivamente para ese fin. Estas obras contribuyen a la ampliación la cobertura del servicio de educación al incrementar el número de cupos disponibles y la localización de la oferta.

| DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS | CONCEPTO PATRIMONIO URBANO | EIR | LICENCIA DE URBANIZACIÓN | LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN |
|-----------------------------|----------------------------|-----|--------------------------|--------------------------|
| * | N/A | X | N/A | X |
| X | N/A | X | N/A | X |
| * | X | X | N/A | X |
| * | X | X | N/A | X |
| X | N/A | X | X | X |

| Convenciones | Sigla |
|--|-------|
| Gestion obligatoria | X |
| En algunos casos (Consultar al Supervisor delegado por la SEM) | - |
| No aplica | N/A |

Documentación requerida para la obtención de permisos y licencias

Cada tipo de intervención implica ciertos trámites de licenciamiento y cada trámite requiere documentos de soporte distintos. Como se observa en la Tabla 2, la documentación requerida para la obtención de permisos y licencias varía de caso en caso. Entre los permisos requeridos para la mayoría de obras de infraestructura educativa se destacan tres: la licencia de urbanización, el esquema de implantación y regularización y la licencia de construcción.

■ Licencia de urbanización

Las licencias de urbanización son requeridas para establecer las cargas urbanísticas de los proyectos a ser desarrollados en lotes urbanizables no urbanizados. El diseño del proyecto urbanístico establece los polígonos espaciales definidos para el proyecto con base en los lineamientos del POT, el concepto de norma urbanística y el esquema básico. Estos documentos establecen las cargas urbanísticas exigidas y consolidan el cuadro de áreas del proyecto urbanístico (área neta y área útil del predio).

Para la obtención de licencias de parcelación se requiere el esquema básico y un certificado de la disponibilidad de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, aseo y energía). También se le debe presentar a la Subdirección de Planificación del Territorio del DAPM un estudio de amenazas y riesgos y un estudio a ladera completa para determinar los cortes, taludes, rellenos y empujes del área de influencia del proyecto.

TABLA 2: Documentación requerida para la obtención de permisos y licencias

| # | Documentos | LÍNEA DEMARCACION |
|----|--|-------------------|
| | | |
| 1 | Escritura pública | X |
| 2 | Certificado de tradición | |
| 3 | Calidad del bien | |
| 4 | Certificación predial | |
| 5 | Fotocopia de la cédula del representante legal del Municipio | |
| 6 | Plano topográfico físico y en CD (Sistema de Coordenadas Magna Sirgas) | |
| 7 | Formulario de radicación en la página web del DAPM | X |
| 8 | Formulario de radicación EMCALI | |
| 9 | Formulario Único de Radicación Nacional - FUN | |
| 10 | Peritaje estructural | |
| 11 | Levantamiento arquitectónico | |
| 12 | Poder autenticado para trámites | |
| 13 | Fotocopia cédula de apoderado de los trámites | |
| 14 | Copia de la matrícula profesional de arquitectos e ingenieros | |
| 15 | Estudio de suelos | |
| 16 | Proyecto arquitectónico de la propuesta | |
| 17 | Proyecto estructural con memorias | |
| 18 | Carta del revisor estructural | |
| 19 | Oficio de radicación por parte de la SEM | |
| 20 | Memoria justificativa del proyecto | |
| 21 | Certificado de disponibilidad de servicios: energía, acueducto y alcantarillado, aseo (operador local) y gas natural | |
| 22 | Documento de gestión paralela | |

Permisos y licencias

| Tipo de licencia o permiso | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| ESQUEMA BASICO | CONCEPTO AMBIENTAL CVC DAGMA | CONCEPTO DE RIESGO | CONCEPTO DE NORMA URBANISTICA | DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS | CONCEPTO PATRIMONIO URBANO | EIR | LICENCIA DE URBANIZACION | LICENCIA DE CONSTRUCCION |
| X | X | X | | | X | X | X | X |
| | X | X | | | X | X | X | X |
| | | | | | X | X | X | X |
| | | | | | X | X | X | X |
| | | | | | | | X | X |
| X | X | | | | | X | X | X |
| X | | X | X | | | | | |
| | | | | X | | | | |
| | | | | | | | X | X |
| | | | | | | X | | X |
| | | | | | X | X | | X |
| | | | | | | | X | X |
| | | | | | | | X | X |
| | | | | | | X | X | X |
| | | | | | | | X | X |
| | | | | | X | X | X | X |
| | | | | | | | | X |
| | | | | | | | | X |
| | | | | | X | X | | |
| | | | | | X | | | |
| | | | | | | | X | |
| Concepto Ambiental | | | | | Linea demarcación y/o esquema básico | Linea demarcación y/o esquema básico | Todos los documentos descritos en las columnas | Todas las anteriores gestiones |

■ Esquema de implantación y regularización

Los esquemas de implantación y regularización (EIR) ayudan a dimensionar los proyectos para reducir y mitigar los impactos urbanísticos y ambientales generados por el desarrollo inmobiliario. Estos impactos, contemplados en el Artículo 510 del POT, incluyen la generación de ruido, la congestión vehicular y la ocupación del espacio público.

Para los equipamientos educativos existen dos tipos de EIR: simple y complejo. Los proyectos con un área construida superior a 10.000 m² deben tener un EIR complejo y adicionalmente requieren estudios urbanísticos, ambientales y de movilidad. Los EIR deben contener los siguientes componentes:

1. Documento de diagnóstico del área de influencia que incluya un análisis de las características de movilidad, uso del suelo, edificabilidad y espacio público. Este diagnóstico debe caracterizar las condiciones ambientales del sitio.
2. Estudios y modelaciones que permitan identificar los posibles impactos ambientales y urbanísticos generados por la implantación del proyecto. Esta etapa incluye el desarrollo de un estudio de tráfico y movilidad.
3. Propuesta de manejo que incluye las recomendaciones arrojadas por los estudios. Esta propuesta debe contemplar los siguientes elementos:
 - a. Plan de mitigación de impactos ambientales y urbanísticos
 - b. Plan para el mejoramiento, manejo y articulación con el sistema de espacio público.

- c. Plan para la adecuación o ampliación de la red intermedia o local requerida para mitigar los impactos de movilidad.
- d. Establecimiento de las condiciones de acceso vehicular y peatonal.

El estudio de tránsito debe contener un análisis del impacto del proyecto sobre la movilidad circundante inmediata y en las zonas de influencia e incluir medidas de mitigación en cuanto a vialidad, accesibilidad, espacio público, tránsito y estacionamientos. El estudio de tránsito deberá ser aprobado por el Departamento Administrativo de Planeación Municipal.

Los esquemas de implantación y regularización deberán garantizar como mínimo el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Artículo 297 del POT, “Usos de Alto Impacto Ambiental y Urbanístico Sujetos a Requerimientos Específicos para su Desarrollo”.

■ Licencia de construcción

La licencia de construcción es una resolución expedida por la curaduría urbana que aprueba la construcción de obras de infraestructura. Es indispensable contar con este requerimiento previo al inicio de las obras. Adicionalmente, es un requisito para la obtención de planes de movilidad y de manejo ambiental y para gestionar otros trámites ante las entidades prestadoras de servicios públicos o de vigilancia y control de los sistemas contra incendios.

Existen varios tipos de licencias de construcción que corresponden a los distintos tipos de obra: obra nueva, ampliación, restauración, reforzamiento estructural, demolición parcial o

total y cerramiento. Para la licencia de construcción se requiere el esquema básico y un certificado de la disponibilidad de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, aseo y energía). También se le debe presentar a la Subdirección de Planificación del Territorio del DAPM un estudio de amenazas y riesgos y un estudio a ladera completa para determinar los cortes, taludes, rellenos y empujes del área de influencia del proyecto.

Consideraciones especiales

■ Normatividad según la calidad del bien

Para los proyectos de infraestructura en las instituciones educativas la normatividad a ser aplicada para el proceso de licenciamiento depende de la calidad del bien del inmueble, ya sea un bien de uso público o un bien fiscal.

Cuando se trata de un bien de uso público y el proyecto es una reposición parcial de bloques o una reposición total dejando una preexistencia, la normativa a ser aplicada se rige por el

Decreto Municipal 0179 de 2017 “Por el cual se reglamenta el reconocimiento de las edificaciones públicas educativas de niveles preescolar, primaria, básica y media, y sus áreas conexas y complementarias en zonas de cesión obligatoria.”

Cuando se trata de un bien fiscal, sin importar qué tipo de obra se vaya a ejecutar, sea una reposición parcial de bloques, una reposición total o una obra nueva, la normativa a ser aplicada se rige por el Acuerdo No. 0373 de 2014.

Para todo proyecto, sea un bien fiscal o un bien de uso público, es necesario realizar un levantamiento arquitectónico de las estructuras preexistentes. Cuando sea un bien de uso público, el DAPM puede realizar el reconocimiento del bien por medio de un esquema de implantación y regularización. El levantamiento arquitectónico debe contener toda la Información descrita en la Tabla 3. De ser un bien fiscal, el reconocimiento será aprobado por la curaduría urbana y deberá cumplir con los lineamientos del POT. Las plantillas para la presentación de planos para el trámite de reconocimiento del bien se detallan en el Anexo 1.

TABLA 3: Cuadro de áreas para el reconocimiento del bien

| Descripción | UNIDAD | EXISTENTE | NO RECONOCIBLE | ÁREA A RECONOCER |
|---------------------------------|--------|-----------|----------------|------------------|
| Área del lote zona | M2 | | | |
| Área construida en primer piso | M2 | | | |
| Área construida en segundo piso | M3 | | | |
| Total resultante | M2 | | | |
| Número de pisos | UND | | | |
| Índice de ocupación I.O | | | | |
| Índice de construcción I.C | | | | |

Fuente: Elaboración propia

■ Licencias ambientales

Para los proyectos de infraestructura educativa se deben tramitar una serie de licencias ambientales ante la autoridad regional. En el caso de Cali, estos trámites se deben realizar ante la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, e incluyen los siguientes estudios y permisos:

1. Permisos y estudios para la recolección y el tratamiento de aguas residuales:

cuando el proyecto no cuente con una conexión inmediata a la red de alcantarillado, se requiere un permiso de vertimientos para el manejo y la disposición final de las aguas residuales. Para la obtención del permiso de vertimientos se requiere un estudio de percolación para determinar la capacidad de filtración del terreno y definir las alternativas de manejo superficial (campos de filtración) o profunda (pozos). Adicionalmente, se pueden utilizar filtros fito pedológicos para el tratamiento terciario de las aguas residuales. Las aguas que reciban un tratamiento terciario pueden ser utilizadas como agua de riego.

2. Manejo de escorrentías: para el manejo de las aguas superficiales se debe realizar un estudio de manejo de escorrentías con base en un periodo de retorno de 2 a 5 años. El estudio debe arrojar recomendaciones para el manejo de escorrentías, ya sea por medio de regulación o almacenamiento.

3. Permiso de explanaciones de vías y carretables: este permiso establece la forma de manejar los terrenos, ya sea para la modificación de terreno o el manejo de rellenos.

Para trámites ante la curaduría urbana y la CVC...

... es necesario contar con un geotecnista profesional responsable del estudio de amenazas y riesgos y un ingeniero estructural para el diseño de los aspectos de manejo ambiental. El trámite de erradicación de especies para las intervenciones en la zona rural debe estar a cargo de un ingeniero forestal.

4. Estudio de arqueología: para viabilizar las obras en el predio del proyecto se requiere un informe técnico sobre la presencia de vestigios arqueológicos, de haberlos. El Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) revisa este informe para expedir una licencia.

5. Erradicación de especies arbóreas: los requisitos para éste trámite incluyen un levantamiento general topográfico y de especies arbóreas, la presentación de fichas para la identificación de especies y la identificación de especies que no se pueden tocar.



Hoja de ruta

para el diseño y licenciamiento de infraestructura
educativa en Santiago de Cali

2

3

Diagnóstico Urbano

Para planear y diseñar nueva infraestructura educativa se requiere una comprensión integral de los problemas y vulnerabilidades de la población beneficiaria, desde la escala regional hasta la barrial. Así mismo, se requiere una integración impecable entre la arquitectura, el paisaje, la infraestructura y el entorno urbano para guiar e incentivar la unidad en el diseño de la localidad a lo largo del tiempo, de forma que los colegios diseñados individualmente hagan parte de una estructura escolar y cívica más amplia.

En el diagnóstico urbano previo al diseño de un equipamiento de educación se debe identificar aspectos esenciales de accesibilidad y seguridad, servicios sociales, bienes comunitarios aledaños y oportunidades para abordar objetivos sociales y ambientales más amplios, como la revitalización de barrios existentes y el mejoramiento de la conectividad con la estructura ecológica. De esta manera, el nuevo equipamiento responderá directamente a las necesidades de la comunidad y estará estrechamente articulado con los sistemas estructurantes del territorio, tal y como lo estipula la Política de Complementariedad Funcional del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali¹.

Sistemas estructurantes del territorio

Según el modelo de ordenamiento territorial de Cali, la estructura ecológica y los componentes de la estructura funcional son sistemas estructurantes del territorio:

Objetivos de la política de complementariedad funcional del POT:

1. Promover la articulación de las redes de movilidad, servicios públicos, equipamientos y espacio público, entre sí y con la estructura ecológica municipal.
2. Orientar el desarrollo de los sistemas estructurantes de Santiago de Cali para la mejora de la competitividad de la ciudad, garantizando la equidad en la accesibilidad a bienes y servicios públicos.

- Estructura ecológica
- Estructura funcional
 - Sistema de servicios públicos domiciliarios y TICs
 - Sistema de movilidad
 - Sistema de espacio público
 - Sistema de equipamientos

La fase de diagnóstico urbano para el diseño de un equipamiento de educación nuevo tiene el objetivo de identificar la relación entre el área a ser intervenida y los sistemas estructurantes del territorio. En esta sección se describe en detalle cada uno de estos sistemas.

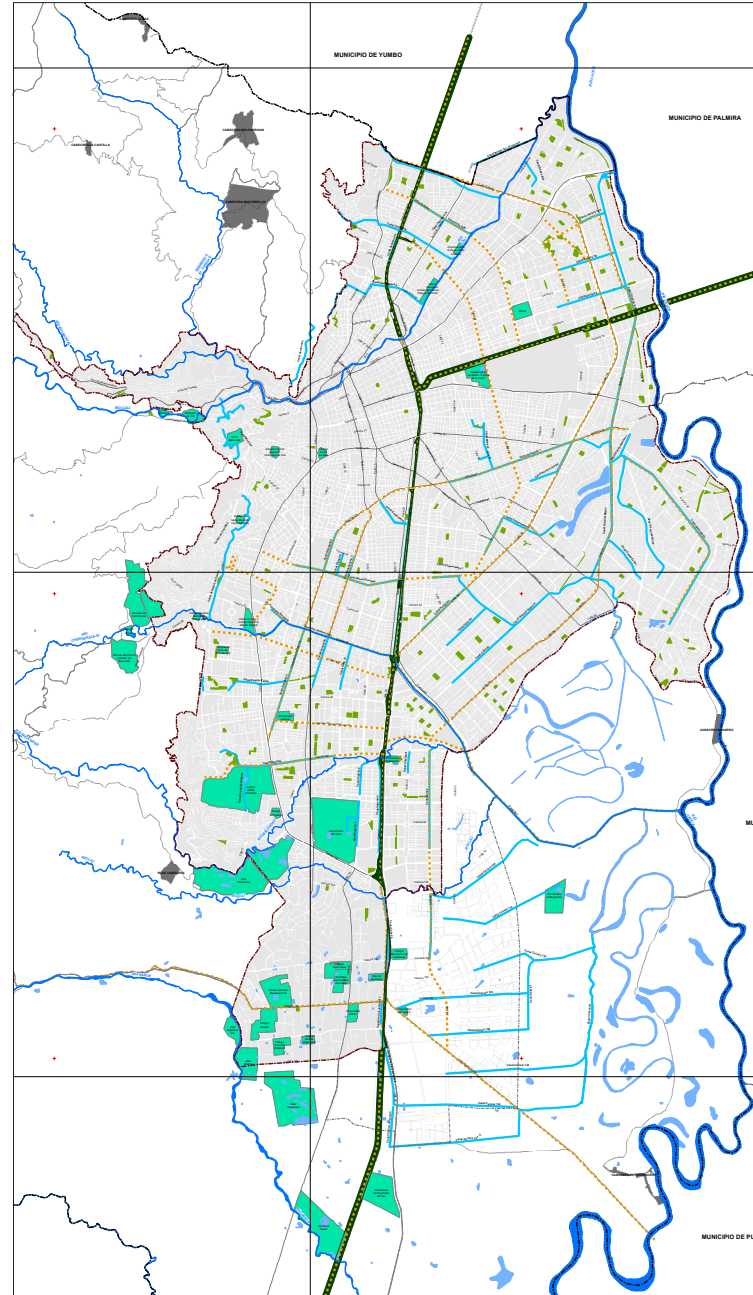
¹ Artículo 18 del Acuerdo 0373 de 2014

Estructura ecológica

El sistema ambiental es el conjunto de ofertas y restricciones ambientales y geográficas, como las cuencas hidrográficas y las fuentes de agua, que articulan y estructuran el territorio urbano-rural. El sistema ambiental incluye las dinámicas geológicas, climatológicas e hidrológicas que determinan las opciones de uso, ocupación y manejo del territorio². El Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali define la estructura ecológica municipal (EEM) como “el conjunto de elementos naturales y construidos, cuya calidad ambiental y/o ecosistémica aporta a la conformación de una malla verde que conecte, recupere y conserve la Base Ecosistémica asegurando a largo plazo los procesos que sustentan la vida humana, la biodiversidad, el suministro de servicios ambientales y la calidad ambiental del Municipio”³.

La EEM está compuesta por la estructura ecológica principal --conformada por áreas protegidas y áreas de especial importancia ecológica -- y la estructura ecológica complementaria, a su vez conformada por elementos con valor ambiental que hacen parte de los sistemas estructurantes del municipio, como los parques y clubes campestres o ciertos componentes del sistema de drenaje pluvial⁴.

La cartografía oficial del POT de Cali está compuesta por 55 mapas. Esta imagen muestra una parte del mapa 14, “estructura ecológica complementaria”. Se pueden apreciar los parques y las zonas verdes de los equipamientos y algunos elementos de importancia ecológica en el sistema de movilidad y de drenaje urbano. El mapa también muestra algunos elementos de la estructura ecológica principal, como los ríos y humedales.



2 Artículo 4 del Acuerdo 0373 de 2014
 3 Artículo 58 del Acuerdo 0373 de 2014
 4 Artículo 59 y artículo 89 del Acuerdo 0373 de 2014

■ Sistema de servicios públicos domiciliarios y TICs

El sistema de servicios públicos domiciliarios y TICs incluye seis subsistemas⁵:

- Subsistema de Abastecimiento de Agua Potable
- Subsistema de Recolección, Transporte y Tratamiento de Aguas Residuales
- Subsistema de Drenaje Pluvial
- Subsistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Subsistema de energía eléctrica, gas natural y fuentes alternativas
- Subsistema de Tecnologías de la Información y Comunicación

Cada uno de estos seis subsistemas se describe en mayor detalle en los artículos 142-199 del POT y en los mapas No. 25-29 del mismo documento. Los servicios públicos domiciliarios son esenciales para la operación de los equipamientos educativos y el bienestar de los estudiantes. Adicionalmente, las tecnologías de la información y las comunicaciones tienen un impacto directo en las prácticas pedagógicas y juegan un papel fundamental en la educación. Como tal, la disponibilidad de servicios públicos domiciliarios y TICs es un requisito para la selección de la ubicación de un nuevo equipamiento de educación. Asimismo, la relación espacial entre el área a ser intervenida y la infraestructura del subsistema de drenaje pluvial de la zona determinará las adecuaciones topográficas e intervenciones paisajísticas requeridas para aprovechar al máximo las aguas pluviales y reducir el riesgo de inundaciones.

■ Sistema de movilidad

De acuerdo al Artículo 200 del POT, “el sistema de movilidad es el conjunto integrado de redes de diferentes modos de transporte, constituidas por su infraestructura, equipamientos, sistemas de regulación y operación que permiten el desplazamiento de personas y bienes, conectan los diferentes componentes urbano-regionales y garantizan la accesibilidad a las oportunidades que brinda al municipio.” El sistema de movilidad está compuesto por cinco subsistemas⁶:

- Subsistema peatonal de accesibilidad universal
- Subsistema transporte en bicicleta
- Subsistema integrado de transporte público
- Subsistema de transporte privado
- Subsistema de carga y logística

De estos cinco subsistemas, los tres primeros son particularmente importantes para el diagnóstico urbano en la etapa de diseño de un equipamiento de educación, sobre todo en aquellos casos en los que se espera que una gran parte de los estudiantes matriculados se desplacen entre la sede educativa y sus hogares utilizando medios no motorizados.

■ Sistema de equipamientos

El sistema de equipamientos está constituido por el conjunto de bienes inmuebles públicos, privados y mixtos en los cuales se prestan los servicios sociales y urbanos de la ciudad⁷. Los equipamientos pueden ser de escala regional, urbana, zonal o local dependiendo del área del predio o del área construida y

⁵ Artículo 142 del Acuerdo 0373 de 2014

⁶ Artículo 201 del Acuerdo 0373 de 2014

⁷ Artículo 231 del Acuerdo 0373 de 2014

pueden operar de manera individual o en nodos de tres o más equipamientos articulados física y/o funcionalmente. Aunque todos los equipamientos tienen un fin colectivo, el sistema se divide en dos subsistemas que corresponden al tipo de servicio que presta cada equipamiento:

Subsistema de equipamientos colectivos: incluye los equipamientos de salud, educación, bienestar social, cultura, recreación y culto.⁸

Subsistema de equipamientos de servicios urbanos básicos: incluye los equipamientos de abastecimiento de alimentos, seguridad ciudadana, administración de justicia y convivencia, sedes de la administración pública, equipamientos funerarios, recintos feriales, equipamientos deportivos y de atención a la flora y fauna.⁹

Los equipamientos de distintos tipos pueden complementarse entre sí. Por ejemplo, un nodo de equipamientos de bienestar social y de salud concentra en una sola localidad a un grupo de usuarios que puede utilizar varios o todos los equipamientos individuales del nodo. Asimismo, la presencia de un equipamiento de seguridad ciudadana puede impactar positivamente el uso de un equipamiento para la recreación. En el caso de los equipamientos de educación -- y en cumplimiento con la política de complementariedad funcional del POT -- se debe promover y fortalecer la articulación entre dichos equipamientos y los equipamientos de cultura, deporte, recreación, bienestar social y seguridad ciudadana. Dichos equipamientos también son espacios para el aprendizaje y la realización de actividades extracurriculares.

La política de complementariedad funcional del POT establece ocho estrategias; tres de ellas conciernen directamente la ubicación y el diseño de los equipamientos de educación:

- Generar espacio público de calidad, como alamedas, plazas, parques y plazoletas, en los nodos de equipamientos y las centralidades.
- Fortalecer la oferta de equipamientos culturales y educativos en las centralidades.
- Promover equipamientos multifuncionales bajo criterios de compatibilidad y complementariedad, a través de la conformación de nodos de equipamientos.

■ Sistema de espacio público

El Artículo 245 del POT define el espacio público como “el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por naturaleza, usos o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden los límites de los intereses individuales de los habitantes.” A su vez, el sistema de espacio público está compuesto por “elementos estructurantes de escala urbana y regional, principalmente elementos de la Estructura Ecológica Principal como los Corredores Ambientales y Ecoparques, y los elementos de la Estructura Ecológica Complementaria como canales y separadores viales adecuados como parques

8 Artículo 233 del Acuerdo 0373 de 2014

9 Artículo 234 del Acuerdo 0373 de 2014

lineales; y por elementos de escala zonal y local, como parques, plazas y plazoletas que generan elementos de encuentro ciudadano de menor escala (...).”

Los elementos que conforman el sistema de espacio público se agrupan en dos grandes categorías según su finalidad:¹⁰

Elementos constitutivos del espacio público:

- **Subsistema de espacio público de valor ambiental:** incluye ciertos elementos de la estructura ecológica principal del sistema ambiental como los eco parques, corredores ambientales, canales y separadores viales, las áreas forestales de protección del recurso hídrico y los cinturones ecológicos.
- **Subsistema de espacio público de encuentro ciudadano y recreación:** incluye las plazas duras y de jardín, las plazoletas de enlace urbano, acceso a equipamientos, recorrido y contemplación del paisaje, los parques locales, zonales, urbanos y regionales y las zonas verdes.
- **Subsistema de espacio público de movilidad:** incluye ciertos elementos del sistema de movilidad como las vías peatonales, la cicloinfraestructura y los elementos de apoyo a la infraestructura del SITM.

Elementos complementarios del espacio público:

- **Elementos de propiedad privada conformantes del espacio público abierto:** elementos arquitectónicos como cubiertas, fachadas pórticos, antejardines y cerramientos.

Material de consulta para el diseño, construcción y adecuación de espacio público en Santiago de Cali:

- Manual de diseño y construcción de los elementos constitutivos del espacio público (Mecep).
- Manual de elementos complementarios del espacio público (Mecoep).
- Manual de adecuación del espacio público efectivo (Maepe)
- Plan Maestro de Espacio Público (PMEP).

- **Vegetación natural e intervenida:** elementos para jardines, arborización y protección del paisaje.
- **Amoblamiento urbano:** elementos de mobiliario de comunicación, organización, ambientación, recreación, servicio, salud e higiene y seguridad y elementos de señalización de nomenclatura domiciliaria o urbana u de señalización vial, fluvial, férrea y aérea.

El Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAPM) ha elaborado una serie de manuales que describen en mayor detalle los elementos constitutivos y complementarios del espacio público y proveen lineamientos para el diseño, construcción y adecuación de los distintos tipos de espacio público. Adicionalmente, el DAPM deberá elaborar el Plan

¹⁰ Artículo 246 del Acuerdo 0373 de 2014

Maestro de Espacio Público como un instrumento reglamentario del POT para regir la administración, el mantenimiento y el uso y aprovechamiento del espacio público.¹¹

Articulación entre el área de intervención y los sistemas estructurantes del territorio

La complementariedad entre la estructura ecológica municipal y los sistemas funcionales es uno de los objetivos fundamentales del modelo de ordenamiento territorial. Como tal, todas las intervenciones en el territorio - sea la construcción de un parque lineal, una biblioteca o una nueva troncal de transporte masivo - deben aportar al cumplimiento de este objetivo. En el caso de los equipamientos de educación, la complementariedad funcional es particularmente importante para garantizar la accesibilidad multimodal a los colegios, el aprovechamiento de áreas verdes y espacios públicos aledaños, la utilización suple-

mentaria de equipamientos públicos existentes y la protección y disfrute de las zonas de importancia ecológica vecinas. La complementariedad funcional no solo aumenta los beneficios de los colegios, sino que crea entornos educativos más amplios, multisectoriales y entrelazados en la red funcional y vivencial de la ciudad y los barrios.

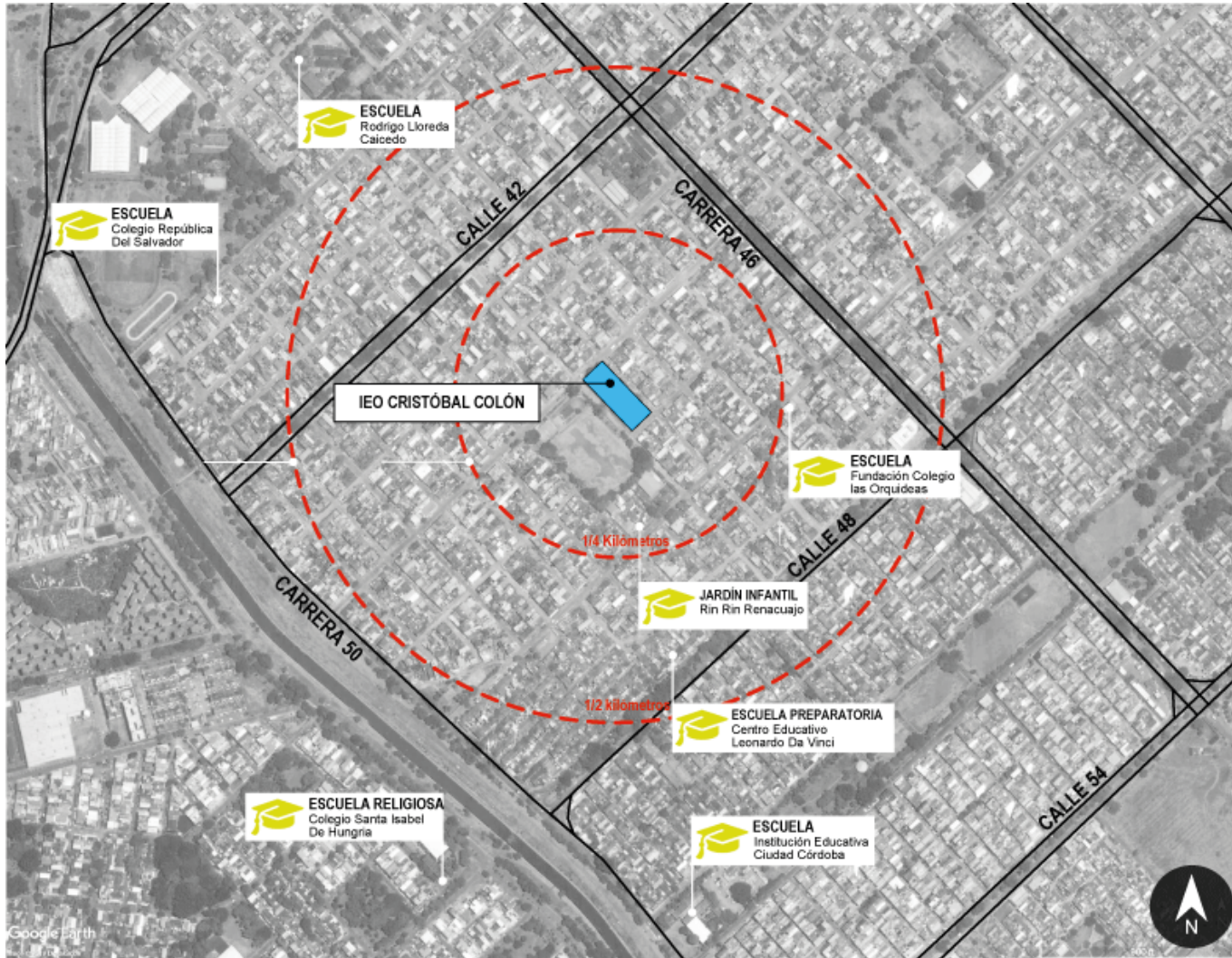
El recurso más importante para analizar, destacar y potenciar la articulación entre el área de intervención y los sistemas estructurantes del territorio es la cartografía oficial del Plan de Ordenamiento Territorial sobre el modelo de ordenamiento territorial, la estructura ecológica y los cuatro sistemas funcionales del territorio. Estos mapas son documentos de acceso libre anexos al Acuerdo 0373 de 2014. Adicionalmente, la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali (IDESC) reúne estos documentos cartográficos de manera interactiva. El geovisor de IDESC está disponible en la página web del Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Cali.

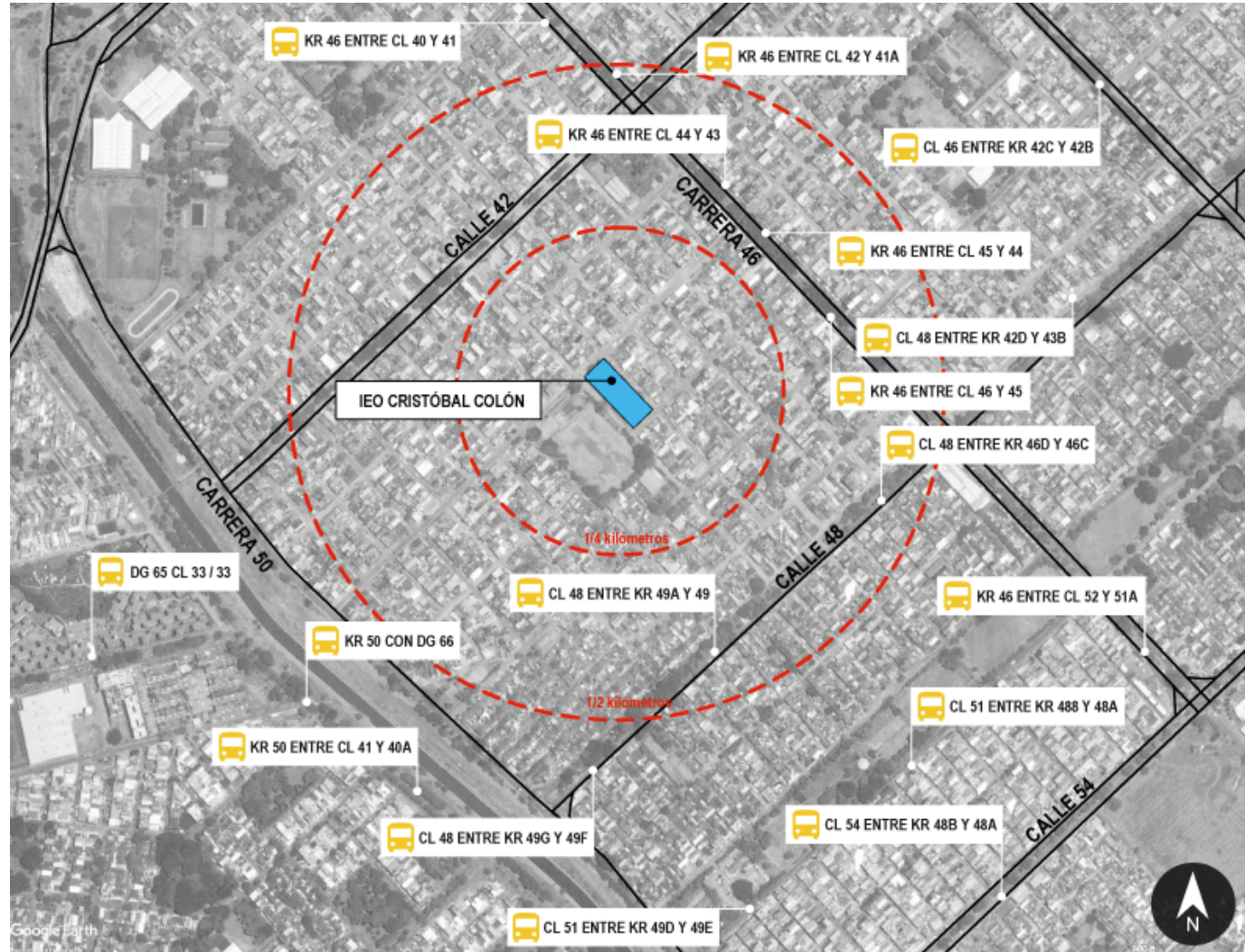
| Cartografía POT (Acuerdo 0373 de 2014) | Mapas: |
|--|------------------------------------|
| Modelo de Ordenamiento Territorial | 1 |
| Estructura ecológica | 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 |
| Sistema de servicios públicos y TIC | 25, 26, 27, 28, 29 |
| Sistema de movilidad | 30, 31, 32 |
| Sistema de equipamientos | 33, 34, 35, 36 |
| Sistema de espacio público | 37, 38, 39, 40 |

11 Artículo 256 del Acuerdo 0373 de 2014



Esta imagen muestra el contexto urbano del predio en el cual se ubica una sede educativa. Las imágenes en las tres páginas siguientes muestran la sede y su área de influencia en relación al sistema de equipamientos de educación, el sistema de transporte público y las zonas verdes aledañas.







Para entender la interacción entre el área de intervención y los sistemas estructurantes del territorio durante la fase de diagnóstico urbano, los diseñadores deben ir más allá de las relaciones espaciales y plantear preguntas sobre cómo pueden estas relaciones de contexto influenciar el diseño del colegio, substituyendo, complementando, impidiendo o amplificando algunos de los espacios necesarios en el equipamiento:

- ¿Qué tipo de vías circundan el predio? ¿Existe infraestructura de movilidad activa en el vecindario? ¿Cómo afectan o facilitan estas condiciones la accesibilidad a la sede? ¿Se requiere definir áreas complementarias dentro del predio o infraestructura complementaria externa para garantizar la accesibilidad al sitio?
- ¿Hay disponibilidad de todos los servicios públicos domiciliarios necesarios? ¿Cómo impacta la disponibilidad de servicios la ubicación del equipamiento y de los distintos espacios requeridos dentro del equipamiento? ¿Qué tipo de infraestructura de drenaje de aguas lluvias existe en el vecindario? ¿Se requiere construir infraestructura complementaria dentro del predio para suplir las necesidades de servicios públicos domiciliarios?
- ¿Qué zonas verdes y espacios públicos existen en el área de intervención? ¿De qué manera se conectan con el predio? ¿Pueden estos espacios cumplir una función complementaria para el equipamiento educativo (por ejemplo, como plaza de recibimiento o área de esparcimiento)? ¿Qué conexiones interrumpidas entre el predio y los espacios públicos se pueden recuperar en el corto y mediano plazo?
- ¿Existen áreas de importancia ecológica, como cuerpos hídricos o áreas protegidas, junto al predio? ¿Qué medidas se

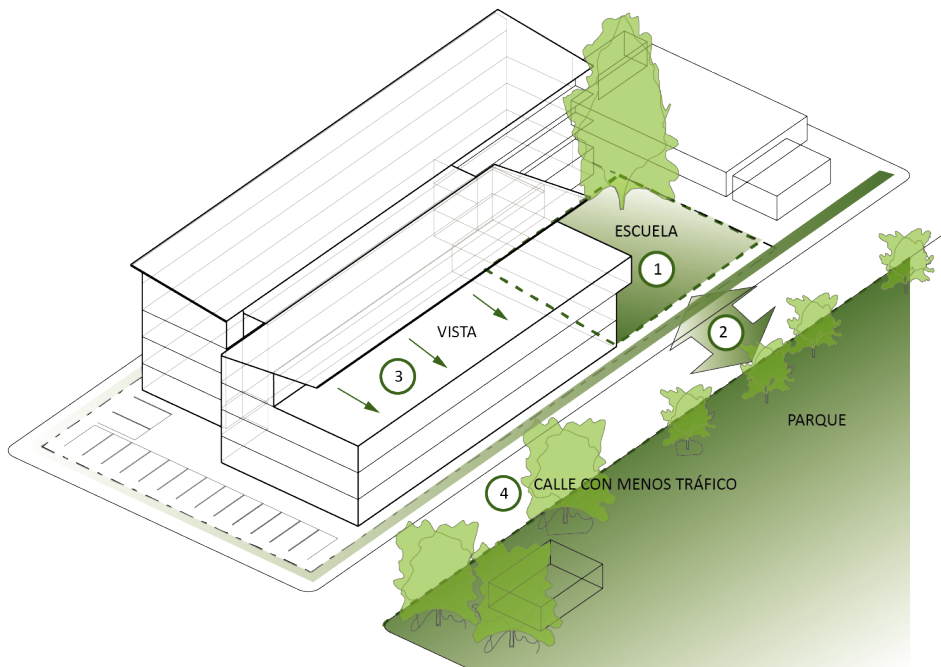
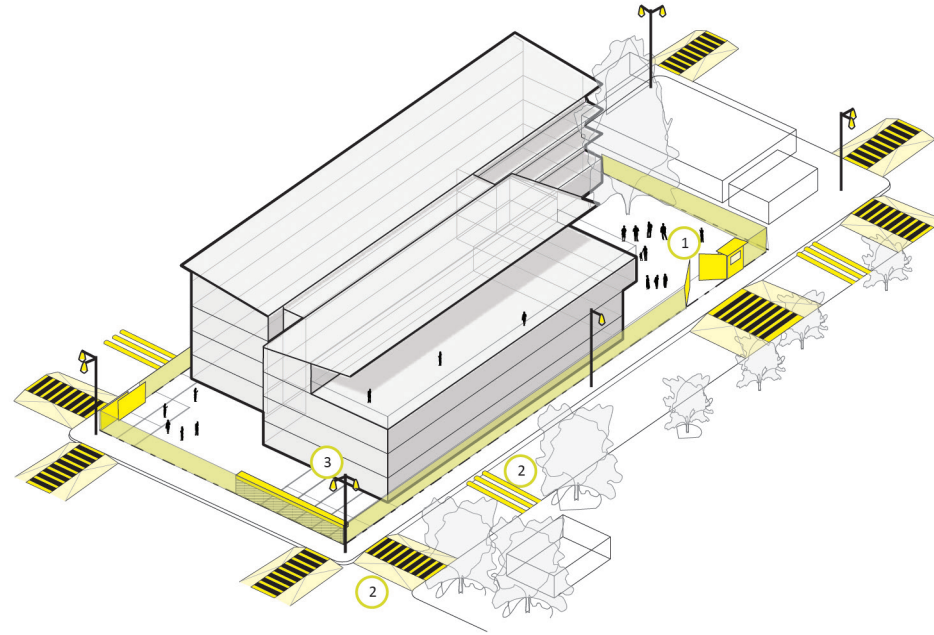
deben tomar para proteger estos espacios? ¿Qué servicios ecosistémicos le pueden prestar estos espacios al colegio y cómo se pueden aprovechar (p. ej. vistas privilegiadas, reducción de impactos de isla de calor, silencio para mejorar el aprendizaje, etc.)?

- ¿Qué tipo de equipamientos existen en el vecindario (p. ej. centros culturales, bibliotecas, polideportivos, etc.)? ¿Qué tan accesibles son desde el área de intervención? ¿Cómo pueden articularse estos equipamientos para prestar servicios afines (p. ej. biblioteca externa como espacio de estudio o polideportivo para practicar deportes como natación o ciclismo)? ¿De qué manera se pueden complementar estos equipamientos para formar entornos para el aprendizaje que vayan más allá de los colegios?
- A nivel general, ¿Qué déficits se evidencian en la zona de intervención en cuanto a espacio público, servicios TIC, zonas verdes, movilidad o equipamientos? ¿Cómo puede la escuela suplir algunas de estas necesidades? ¿Qué ambientes escolares se deben priorizar (p. ej. ampliar el centro de recursos o arborizar las zonas verdes)?

La información cartográfica de los sistemas estructurantes del territorio y el análisis de su articulación con el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto ayudará a los diseñadores a entender el contexto específico del área de intervención e identificar oportunidades para crear tejidos urbanos de equipamientos y espacios públicos que aprovechen al máximo las potencialidades urbanísticas, arquitectónicas y paisajísticas del entorno. Desde la primera fase del proceso de diseño se debe destacar estas potencialidades como aspectos que guiarán el desarrollo de la propuesta.

Ejemplos de propuestas de diseño basadas en el análisis de los sistemas estructurantes del territorio: aprovechar la vista al parque y conectar el área verde externa con un área verde interna; ubicar la entrada peatonal principal sobre la calle menos transitada, incluir iluminación pública en las zonas oscuras y reductores de velocidad en las calles más transitadas junto a las entradas peatonales.

- 1 Crear un perímetro continuo y ubicar una caseta de guarda en la entrada principal
- 2 Proteger a los peatones con reductores de velocidad, cebras y pasos pompeyanos
- 3 Mejorar la iluminación en el exterior de la sede



- 1 Ampliar las áreas verdes externas con áreas verdes complementarias internas
- 2 Generar una conexión directa entre el parque y el colegio
- 3 Crear una vista al parque
- 4 Orientar el edificio hacia el parque con una entrada principal en la calle con menos tráfico

Semiología del espacio urbano

La articulación con los sistemas estructurantes del territorio es esencial para entender las relaciones funcionales en el área de intervención, sus limitaciones y potencialidades. Sin embargo, un análisis a nivel urbanístico de estas relaciones funcionales es insuficiente para entender cómo se viven diariamente en el territorio. ¿Qué tanto utiliza la gente los parques del barrio y con qué fin? ¿Qué tipo de vehículos o peatones transitan las vías aledañas? ¿Qué tipo de equipamientos valora la comunidad? Para identificar estos “intangibles”, los diseñadores deben entender las características semiológicas del espacio urbano. De esta manera, los colegios no solo estarán urbanísticamente consolidados, sino que su diseño será consecuente con las necesidades, aspiraciones y prioridades de los usuarios finales.

La semiología del espacio urbano es el estudio de los signos, sendas, nodos, hitos, bordes y activos comunitarios de un territorio. Todos estos tipos de espacios y relaciones son productos de la manera en que los miembros de una comunidad habitan el territorio, cómo y dónde se mueven y por qué. Para poder identificar estos espacios es indispensable el involucramiento activo de la comunidad, ya que las respuestas a estas preguntas son estrictamente vivenciales. En el caso de Cali, hay dos ejemplos recientes de ejercicios de cartografía social para obtener información semiológica:

1. Metodología para diagnósticos participativos con comunidad en territorios de inclusión y oportunidades, preparada por el equipo TIO en Octubre de 2016.
2. Caso de Estudio IEO Cristóbal Colón, elaborado en 2019 por Perkins+Will, WSP, AECOM, 100RC, la Secretaría de Educación Municipal, la Oficina de Resiliencia de Cali, Build Change y Save the Children.

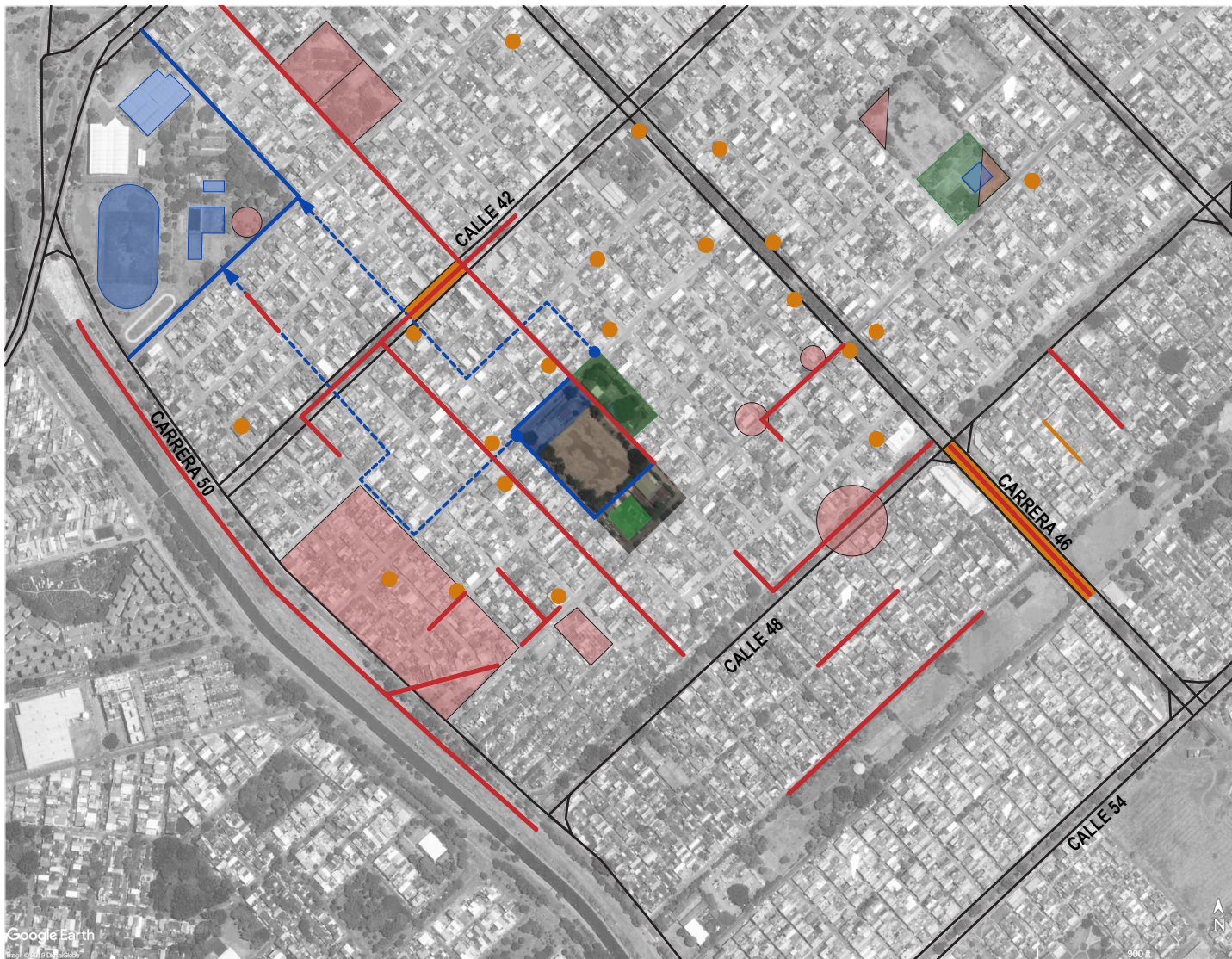
Adicionalmente, el Taller de Espacio Público del DAPM, creado en 2016, tiene experiencia en el diseño participativo de espacios públicos en Cali y puede ser una fuente importante de consulta para los proyectos de nueva infraestructura educativa de la alcaldía, los cuales deben tener un fuerte enfoque en la creación y aprovechamiento del espacio público.



Para tener una comprensión integral del contexto de la sede, la Oficina de Resiliencia de Cali, en alianza con Save the Children, realizó un ejercicio de mapeo de bienes comunitarios. La metodología se basó en los principios del Desarrollo Comunitario Basado en Bienes (ABCD, por sus siglas en inglés), una aproximación que se enfoca en los bienes y recursos de la comunidad para entender el contexto y las necesidades locales. En el ejercicio se le pidió a los estudiantes que registraran sus respuestas en un mapa de la sede Cristóbal Colón y el área circundante. Se usaron cinco colores para representar cinco tipos de bienes:

- **Azul:** espacios para la recreación (por ejemplo, deporte y arte)
- **Amarillo:** espacios para programas y servicios considerados importantes por los estudiantes (por ejemplo, iglesias, piscinas, centros culturales y parques)
- **Verde:** espacios seguros
- **Rojo:** espacios inseguros y fronteras invisibles
- **Naranja:** espacios de ocio (por ejemplo, áreas sociales, comida o refrigerios y heladerías)







El mapeo de bienes comunitarios que se utilizó en el caso de estudio de la IEO Cristóbal Colón, y que se representa en las imágenes de las páginas anteriores, es un método de participación comunitaria para generar información importante sobre el contexto de la sede y las necesidades de la comunidad. Aunque se puede utilizar otras metodologías de trabajo, todos los ejercicios semiológicos deben enfocarse en responder preguntas clave sobre el entorno del área de intervención y la manera en que las personas viven este entorno en su día a día:

¿Cuáles son las características sobresalientes de la comunidad y el barrio del área de intervención?

¿Cuáles son los servicios provistos en el vecindario que la comunidad utiliza o podría usar? ¿Qué servicios son usados por los estudiantes por fuera de la escuela? ¿Dónde practican deporte los niños? ¿La comunidad usa la escuela después de la jornada escolar, y si es así, cómo?

¿Cuáles son los riesgos del vecindario frente a los cuales los niños deberían estar protegidos (por ejemplo, seguridad vial, crimen o expendio de drogas)?

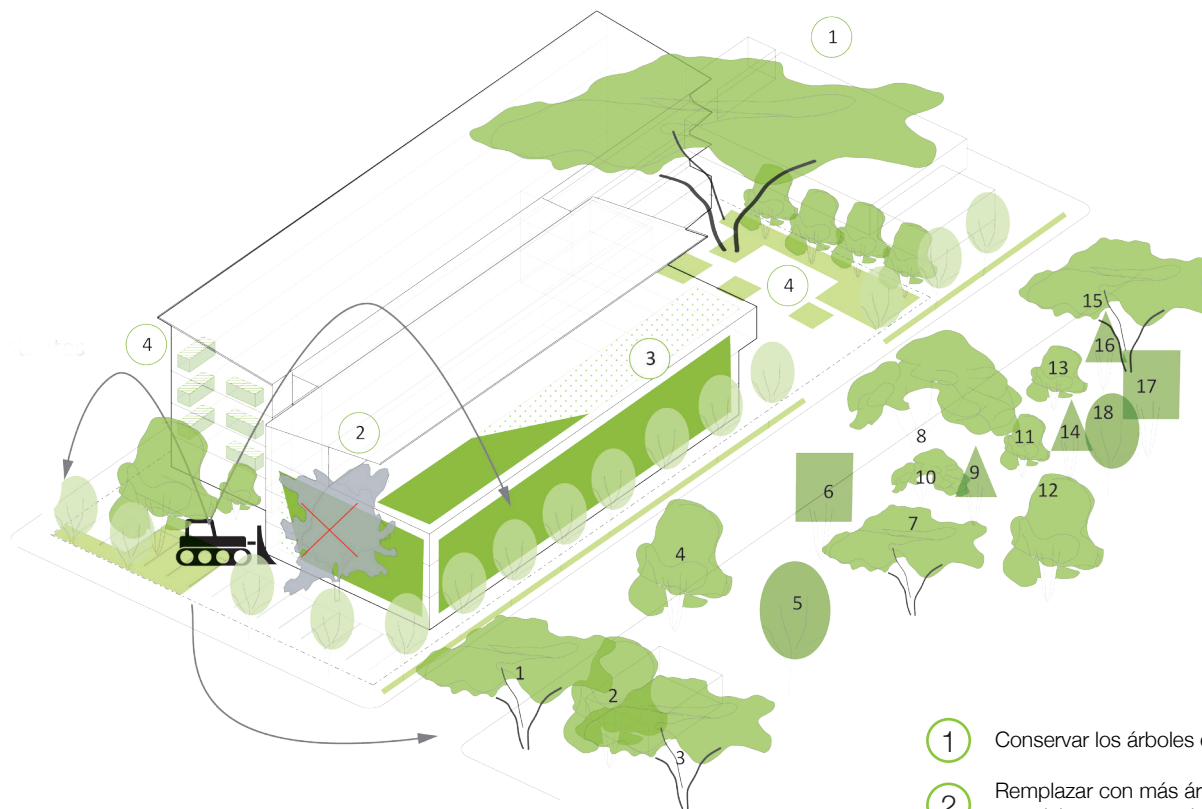
¿Dónde viven los niños y cómo llegan a la escuela? ¿Dónde está ubicado el transporte público con respecto a la escuela? ¿Dónde dejan y recogen los padres a sus hijos?

¿Qué tanto espacio verde hay en el vecindario que rodea la escuela?

En proyectos de gran envergadura se debe tener un plan de participación comunitaria para vincular a los usuarios directos y a la comunidad en general en todos los aspectos del ciclo de vida del proyecto, especialmente en la planeación y el diseño. La información obtenida por medio de la participación comunitaria complementa los resultados del análisis de los sistemas estructurantes del territorio y ayuda a los diseñadores a reconocer los espacios significativos y los bordes y fronteras visibles e invisibles del lugar de intervención y su contexto inmediato.

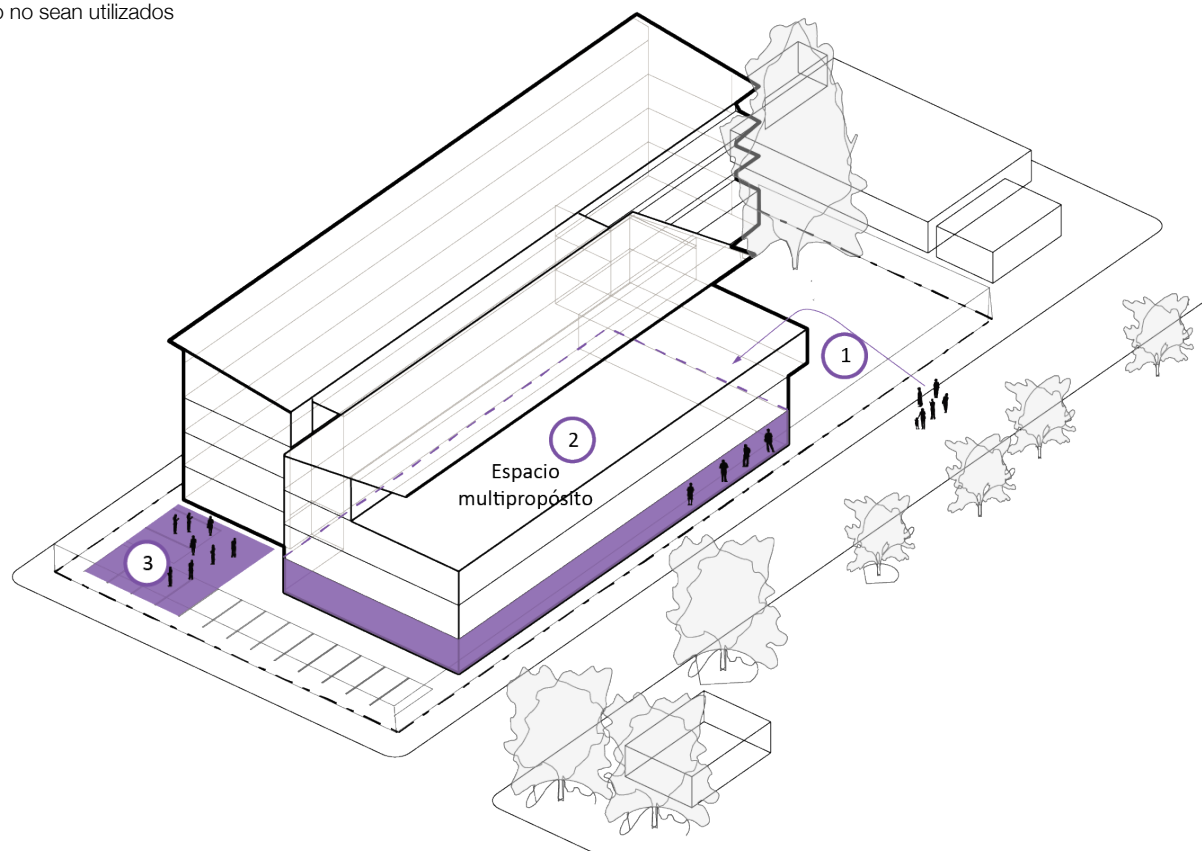
Al darle a los diseñadores una visión más amplia y dinámica sobre el entorno del área de intervención, los resultados de los ejercicios semiológicos pueden mejorar el acceso y la aproximación al colegio, crear nuevas redes funcionales entre equipamientos, generar espacios públicos mejor adaptados a las necesidades de los usuarios finales y proveer ciertos servicios deficitarios en la comunidad.

Ejemplos de decisiones de diseño basadas en las necesidades de la comunidad: arborización, áreas verdes integradas al parque del barrio y creación de espacios multipropósito para proveer servicios deficitarios en el vecindario.



- 1 Conservar los árboles existentes cuando sea posible
- 2 Reemplazar con más árboles de distintas especies aquellos que deban ser removidos
- 3 Integrar muros y terrazas verdes para reducir el calor y mejorar la calidad del aire
- 4 Maximizar las áreas internas y externas de vegetación

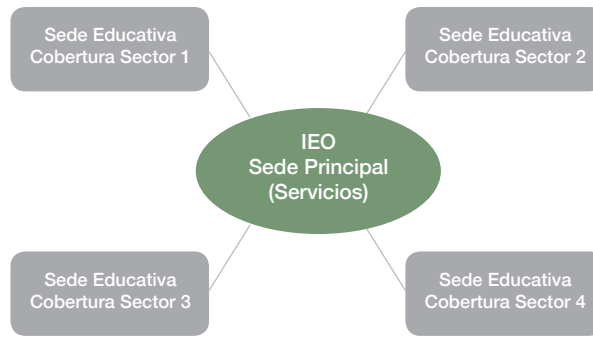
- 1 Proveer acceso seguro al espacio multipropósito fuera de la jornada académica
- 2 Proveer espacios flexibles para distintos usos de acuerdo a las necesidades de la comunidad
- 3 Diseñar los espacios de estacionamiento para poder albergar personas cuando no sean utilizados



4

**Programa
arquitectónico**

Este capítulo contiene herramientas de planeamiento y diseño físico-espacial para la reposición de infraestructura existente y el desarrollo de infraestructura nueva. Las recomendaciones de las secciones a continuación se basan en la normatividad vigente, las políticas del Ministerio de Educación Nacional y la experiencia de la Secretaría de Educación Municipal aplicando dichas regulaciones nacionales a nivel local. El capítulo está dividido en cinco secciones que corresponden a los distintas disposiciones específicas de los ambientes escolares.



Las instituciones educativas oficiales (IEO) en el Municipio de Santiago de Cali se definen a partir de un modelo administrativo que comprende una sede principal de la cual dependen una o más sedes educativas.

- La sede principal de una institución educativa oficial es el equipamiento desde el cual se administra un conjunto de sedes pertenecientes a la institución a escala de sector. Desde la sede principal se ejercen actividades administrativas que afectan a la totalidad de sus sedes, incluyendo la acciones de la rectoría, el archivo general y la pagaduría. Estos equipamientos deben contar con todas las áreas requeridas para suplir las necesidades académicas propias y de sus sedes.

En la sede principal de una IEO se suelen prestar servicios educativos para los grados superiores. Su escala es de nivel sectorial, de ciudad y hasta puede ser regional.

- Las sedes educativas tienen una planta física independiente pero su funcionamiento depende de la sede principal de una IEO. Su escala puede ser barrial o sectorial y por generalmente presta servicios educativos de primaria y preescolar.

Requerimiento de áreas

La elaboración del programa de diseño arquitectónico debe tomar en cuenta tres aspectos fundamentales que definen la escala del equipamiento, los ambientes escolares prioritarios y la importancia de las áreas administrativas y de funcionamiento:

- **Matrícula:** número de estudiantes que estudian en un establecimiento educativo
- **Programa Educativo Institucional (PEI):** pedagogía definida para el establecimiento educativo
- **Tipo de sede:** equipamiento principal o satélite de una institución educativa oficial

Tener en cuenta estos aspectos le permite al diseñador incluir en el equipamiento los ambientes especializados necesarios (como laboratorios de ciencia) o deseados (como talleres de arte o música) según el tipo de sede y su vocación académica. En todos los casos, el diseño propuesto debe cumplir con los requerimientos de área que establece la NTC-4595 para los distintos ambientes escolares. Estos requerimientos se incluyen en la tabla 1A de la norma, cuyo contenido se replica en este documento en la Tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos de área para los ambientes escolares

Centros Educativos de Educación Primaria, Secundaria y Media

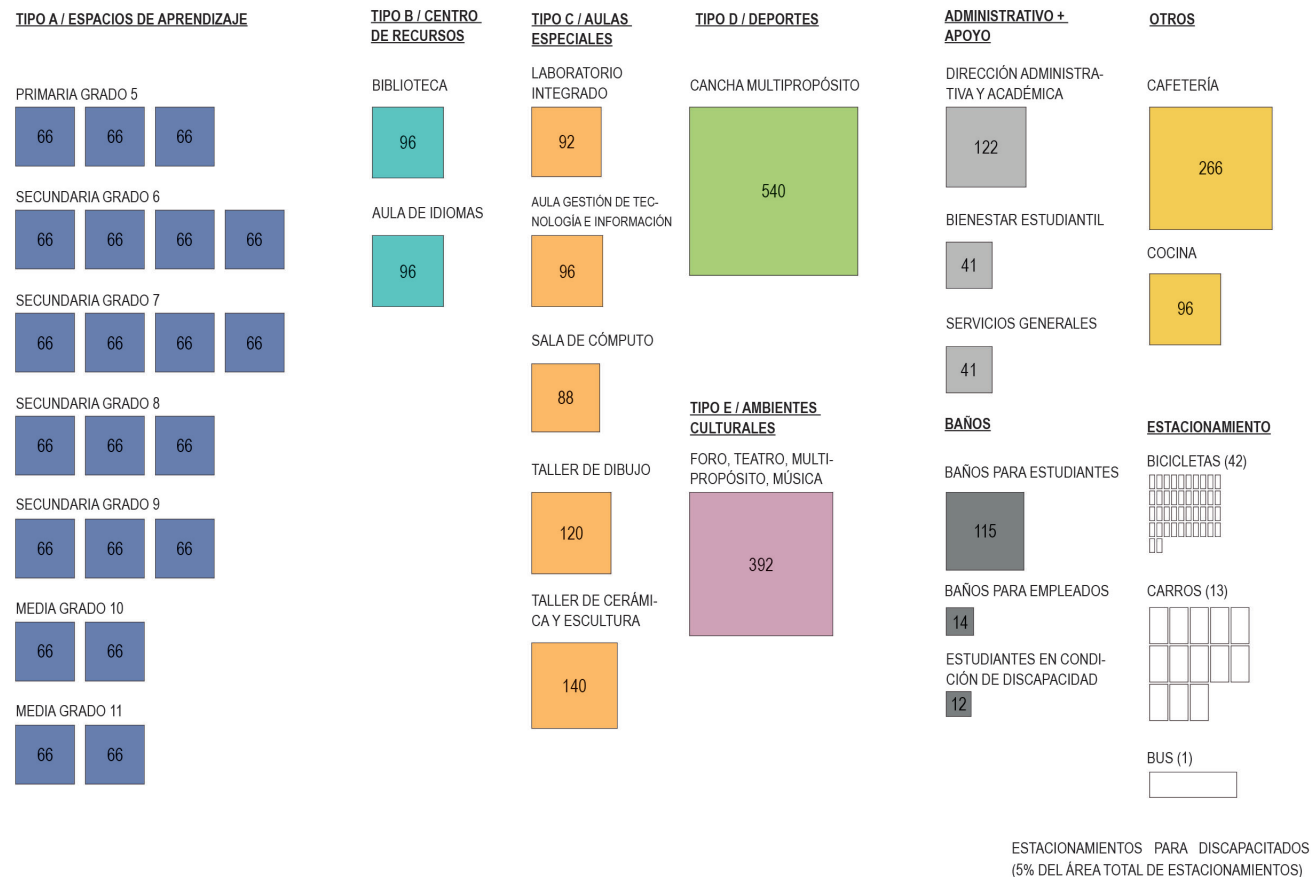
| Ambientes pedagógicos Básicos | Tipo de espacio | Área por espacio* | 1 grupo por grado | 2 grupos por grados | 3 grupos por grado |
|-------------------------------|--|------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | 480 estudiantes | 960 estudiantes | 1 440 estudiantes |
| A | Preescolar/Transición | 40 m ² ** | 2 unidades | 4 unidades | 6 unidades |
| | Básica Primaria (con rotación) | 66 m ² | 4 unidades | 9 unidades | 13 unidades |
| A | Básica Primaria (sin rotación) | 66 m ² | 5 unidades | 10 unidades | 15 unidades |
| A | Básica Secundaria y Media (con rotación) | 66 m ² | 5 unidades | 10 unidades | 14 unidades |
| A | Básica Secundaria y Media (sin rotación) | 66 m ² | 6 unidades | 12 unidades | 18 unidades |
| A | Especial | 22 m ² | 1 unidad | 2 unidades | 3 unidades |
| B | Centro de recursos (incluye biblioteca, ayudas educativas y ambiente de aprendizaje de lengua extranjera) | | 211,2 m ² | 230,4 m ² | 345,6 m ² |
| C | Laboratorio integrado | 92 m ² | 1 unidad | 2 unidades | 3 unidades |
| C | Aula de tecnología e innovación | 92 m ² | 1 unidad | 1 unidades | 1 unidades |
| C | Taller de artes | 120 m ² | 1 unidad | 2 unidades | 2 unidades |
| C | Taller especializado | Opcional | | | |
| D | Cancha multiuso (descubierta) | 540 m ² | 1 unidad | 2 unidades | 2 unidades |
| E | Circulaciones, incluye extensiones y otros (con rotación) hasta 50 % | | 881,5 m ² | 1604,4 m ² | 2254,4 m ² |
| E | Circulaciones, incluye extensiones y otros (sin rotación) hasta 50 % | | 947,5 m ² | 1703,4 m ² | 2452,4 m ² |
| F | Aula múltiple (cafetería) | | 224 m ² | 448 m ² | 672 m ² |
| | Dirección administrativa/académica | | 74,88 m ² | 149,76 m ² | 224,64 m ² |
| | Bienestar estudiantil | | 24,96 m ² | 49,92 m ² | 74,88 m ² |
| | Servicios generales | | 24,96 m ² | 49,92 m ² | 74,88 m ² |
| | Parqueaderos bicicletas(por puestos) | 1,1 m ² + circulación | 48 puestos | 96 puestos | 144 puestos |
| | Parqueaderos autos (por puestos) | 18,75 m ² + circulación | 9+1 puestos | 19+1 puestos | 29+1 puestos |
| | Cocina, alacenas y áreas de autoservicio. | | 72 m ² | 96 m ² | 139,2 m ² |
| | Servicios sanitarios (área total) | | (131 m ²) | (210,8 m ²) | (281,6 m ²) |
| | Preescolares | 3 m ² ** | 3 aparatos | 6 aparatos | 8 aparatos |
| | Escolares | 3,6 m ² | 18 aparatos | 36 aparatos | 53 aparatos |
| | Personal administrativo y docente | 3,6 m ² | 2 aparatos | 2 aparatos | 3 aparatos |
| | Población con discapacidad | 6 m ² | 1 aparato | 2 aparatos | 2 aparatos |
| | Vestidores/duchas | 5,5 m ² | 8 aparatos | 8 aparatos | 8 aparatos |
| | Área total construida cubierta (con rotación) | | 2 644,5 m ² | 4 813,2 m ² | 6 763,2 m ² |
| | Área total construida cubierta (sin rotación) | | 2 842,5 m ² | 5 110,2 m ² | 7 357,2 m ² |
| | Área construida cubierta por estudiante (con rotación) | | 5,5 m ² | 5,01 m ² | 4,69 m ² |
| | Área construida cubierta por estudiante (sin rotación) | | 5,92 m ² | 5,32 m ² | 5,1 m ² |

Es recomendable que tanto los ambientes de aprendizaje ya sean especializados o no, permitan en lo posible su flexibilidad de uso para diversas actividades pedagógicas. En el caso de los ambientes pedagógicos básicos C, (véase el numeral 5.3.3) que cada ambiente sea utilizado como mínimo un 75 % de las horas en que se encuentra en servicio el establecimiento educativo y un 85 % del tiempo para los demás ambientes pedagógicos.

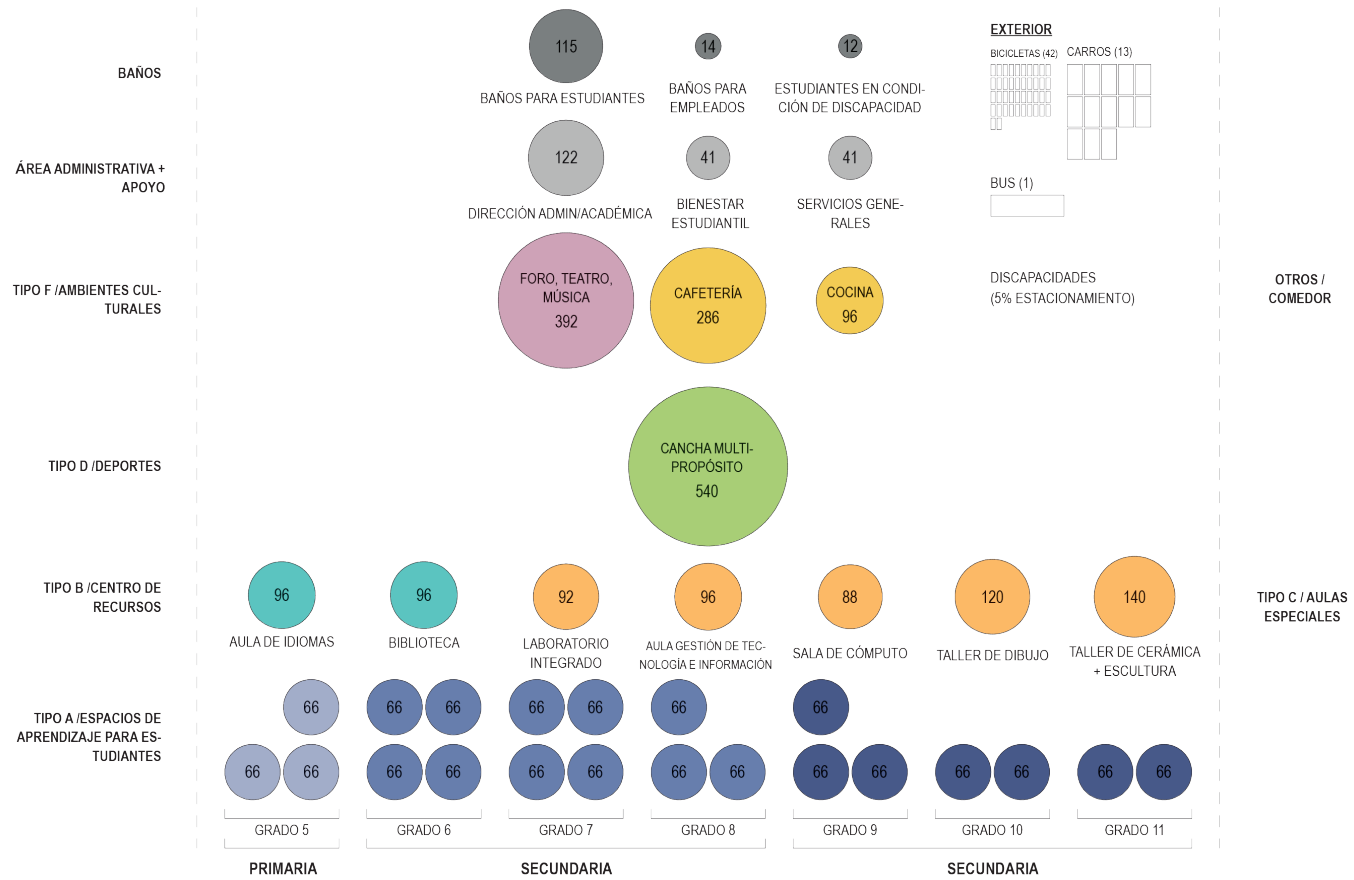
Fuente: NTC-4595 (segunda actualización)

Las áreas requeridas por la NTC-4595 para cada tipo de ambiente escolar son la base del diseño del programa arquitectónico de la sede. Partiendo de los valores de referencia establecidos en la Tabla 4, los esquemas en las páginas 54 a 57 muestran referentes ilustrativos de la distribución de los ambientes escolares. Comenzando por cuantificar las áreas de

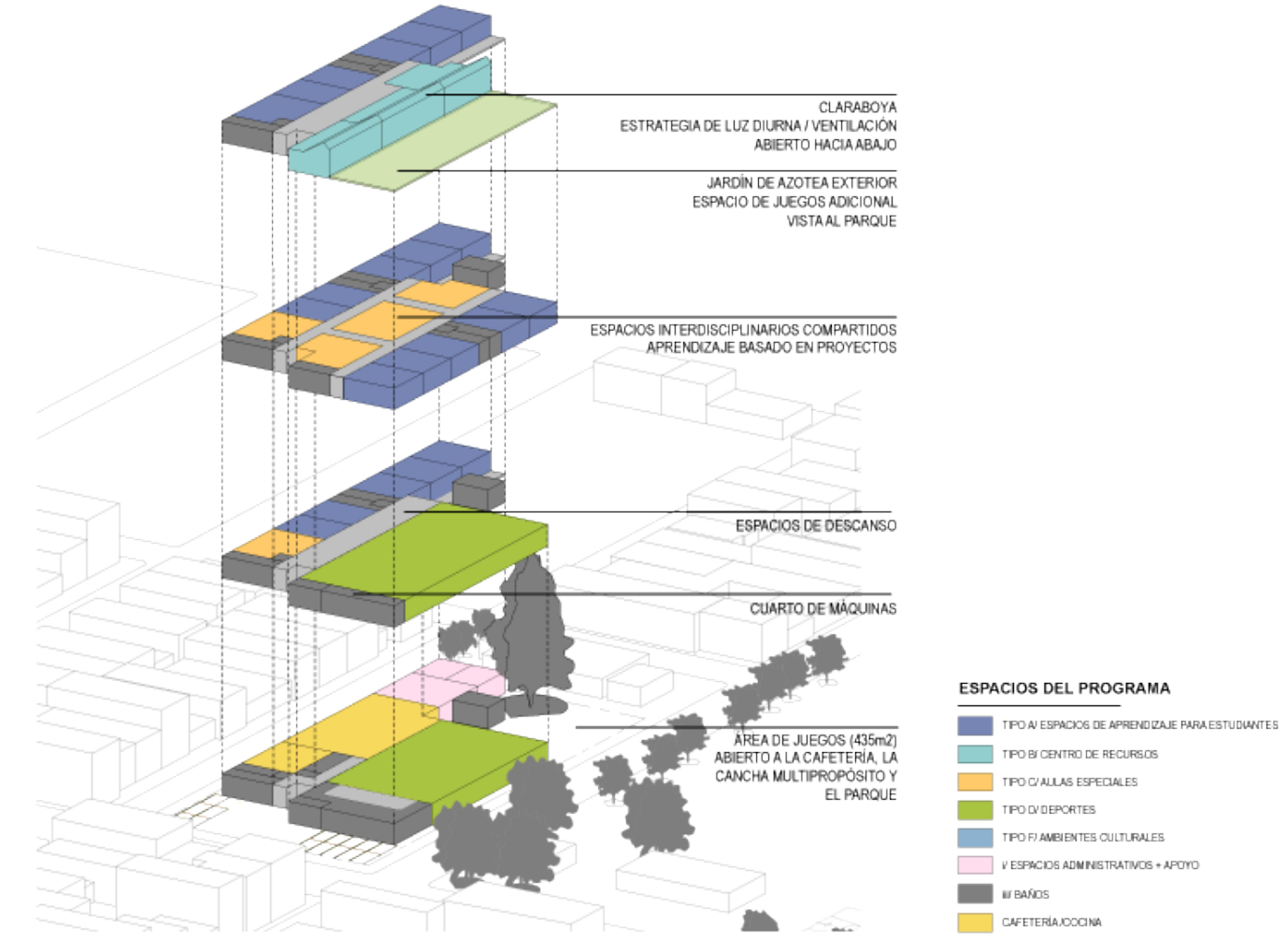
cada tipo de ambiente, se procede a distribuirlas de acuerdo a las necesidades de cada nivel educativo y las dinámicas de uso esperadas según el programa educativo institucional. Aunque estos esquemas muestran saltos grandes a lo largo del proceso de diseño, ilustran la conexión directa entre cada uno de estos pasos.



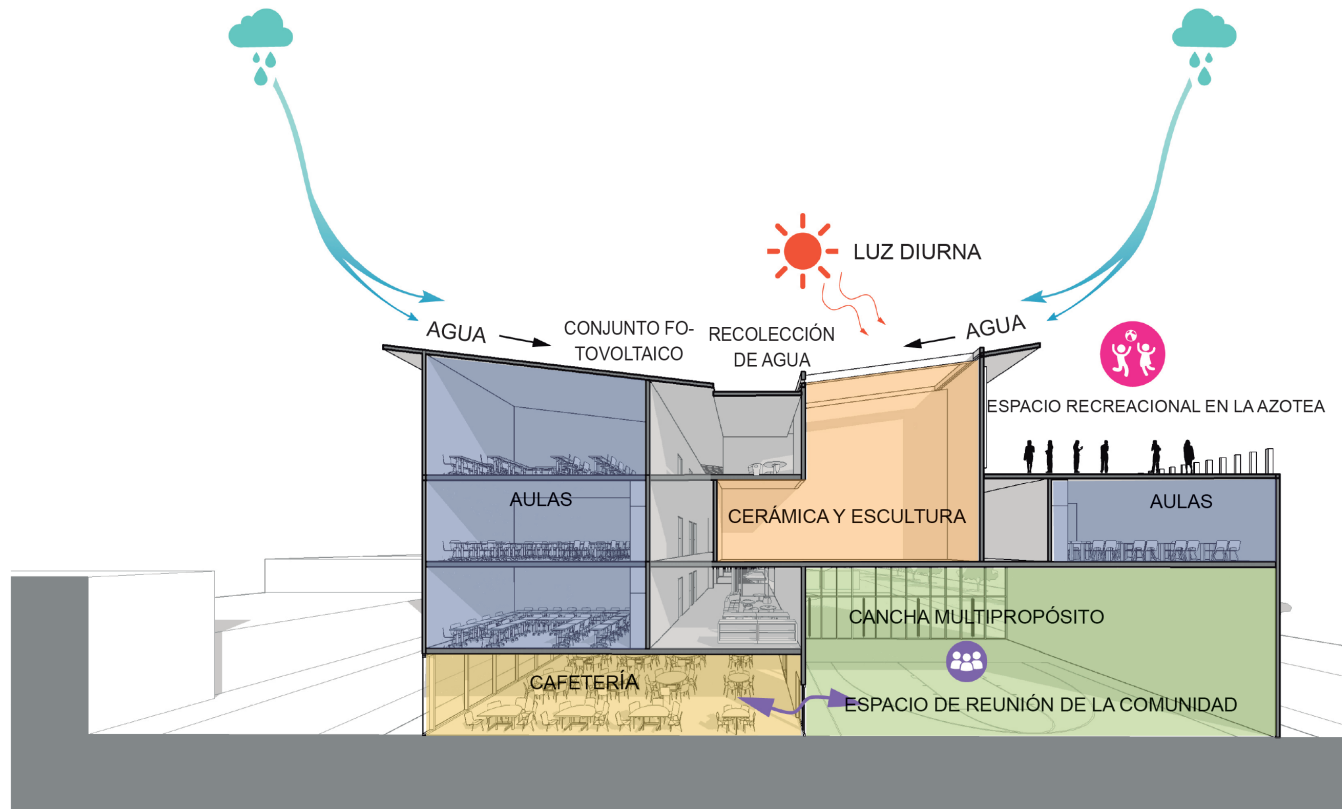
4.1 Cuantificación del número de espacios y el área total requerida para cada tipo de ambiente escolar.



4.2 Áreas requeridas para cada tipo de ambiente escolar y nivel educativo.



4.3 Diagrama axonométrico del programa.



4.4 Perspectiva seccional del programa. Se contempla la interacción espacial entre la cafetería y el espacio deportivo, la inclusión de zonas al aire libre para la recreación y las variables ambientales relacionadas a la luz solar y la lluvia.

Para el diseño individual de cada ambiente escolar se consideran dos tipos de modulaciones: una para las aulas y otra más flexible para los demás ambientes. En el caso de las aulas se consideran módulos constantes para espacios singulares en función del número de estudiantes. Se sugiere una modulación que permite optimizar la capacidad de la infraestructura a diseñar, considerando las relaciones técnicas por alumno de 1 docente por 40 estudiantes y 1,65 M2 de aula por estudiante. La aplicación de estos parámetros y de ciertas recomendaciones estructurales resulta en un módulo con las siguientes características:

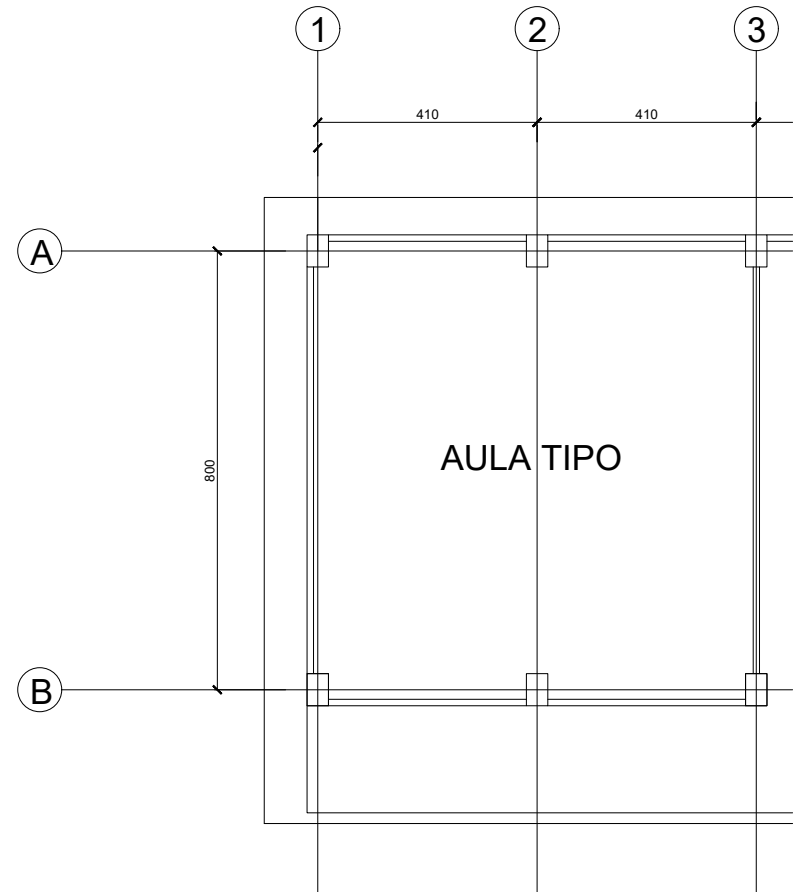
- Área neta (interna) de 66,0 m²
- Dimensiones aproximadas entre ejes de 8,2 m x 8,0 m
- Distancia máxima entre eje longitudinal: 4,1 m
- Distancia máxima entre eje transversal: 8,2 m
- Base de vigas transversales: mínimo 0,4 m de ancho
- Altura de tres metros libres entre el piso y nivel inferior de la losa.

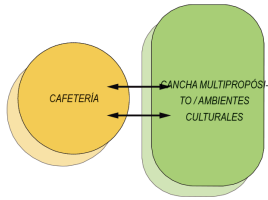
La guía Colegio 10 del Ministerio de Educación Nacional establece lineamientos para la definición de módulos para otros ambientes escolares, incluyendo la cafetería, la cocina y los baños, los laboratorios y el aula múltiple, el área de administración y el centro de recursos (biblioteca, tecnología, bilingüismo).

Al diseñar los espacios requeridos para cada ambiente escolar es importante aprovechar al máximo la complementariedad entre los distintos espacios. Para garantizar su apropiada integración, los diseñadores deben establecer principios de aso-

ciación y vínculo entre las distintas áreas a diseñar. Las figuras en la página 59 representan esquemáticamente los vínculos de asociación entre los ambientes escolares y los elementos del espacio urbano y destacan características deseables en el diseño de ambientes para el aprendizaje.

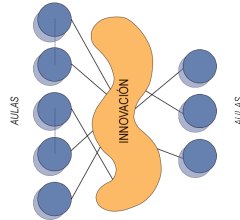
Módulo para los ambientes escolares tipo A: aulas





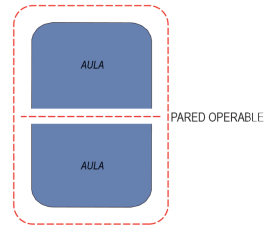
MULTIPROPÓSITO

- ① Facilidad de acceso comunitario
- ② Cafetería como función previa al espacio multipropósito
- ③ Espacios públicos en la primera planta



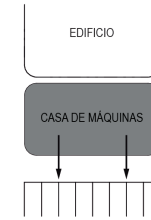
INTERDISCIPLINARIO

- ① Aprendizaje basado en proyectos
- ② Proximidad a las aulas
- ③ Innovación



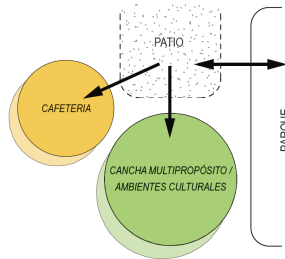
FLEXIBILIDAD

- ① Reunión de grupos pequeños
- ② Reunión de grupos grandes
- ③ Mayores oportunidades de aprendizaje



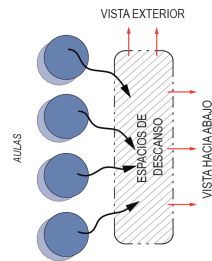
SERVICIOS

- ① Acceso fácil de la casa de máquinas al exterior
- ② Separar vehículos y peatones
- ③ Reciclar



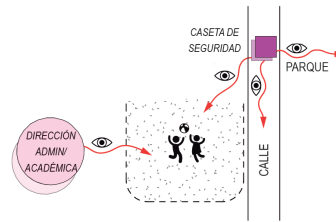
COMUNIDAD

- ① Acceso del parque a la escuela
- ② Facilidad de uso después de la jornada escolar
- ③ Patio para reunión antes y después de la jornada escolar



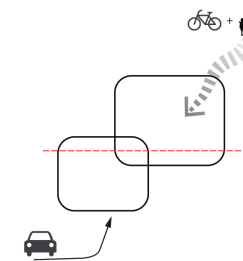
DESCANSO

- ① Colaboración
- ② Docente / estudiante
- ③ Estudiante / estudiante



SEGURIDAD

- ① Conexión visual de la administración con la entrada al patio
- ② Entrada segura
- ③ Caseta de seguridad con campo visual amplio



ACCESO

- ① Acceso peatonal separado del tráfico vehicular
- ② Seguridad para estudiantes
- ③ A través del patio

Accesibilidad y aproximación a la institución educativa

Este capítulo establece algunas de las condiciones mínimas que se deben cumplir para garantizar la autonomía de las personas en el acceso a las edificaciones, las cuales tienen como objetivo crear entornos cómodos y fáciles de usar para los dife-

rentes usuarios. Este capítulo hace énfasis en las condiciones requeridas para proteger a los peatones y garantizar que los equipamientos de educación sean accesibles para las personas con movilidad reducida, sea ésta temporal o permanente, o cuya capacidad de orientación se encuentre disminuida por la edad, analfabetismo, limitación o enfermedad.

| Norma | Descripción |
|----------------------------------|--|
| NTC 4139 | Accesibilidad al medio físico. Símbolo gráfico. Características generales |
| NTC 4140 (primera actualización) | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, actualización, pasillos y corredores. Características generales |
| NTC 4143 (segunda actualización) | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Rampas fijas |
| NTC 4144 (primera actualización) | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Espacios rurales. Señalización |
| NTC 4145 (segunda actualización) | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Escaleras |
| NTC 4201 (primera actualización) | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Equipamientos, Bordillos, Pasamanos y Agarraderas. |
| NTC 4279 (segunda actualización) | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Espacios urbanos y rurales. Vías de circulación peatonales horizontales. |
| NTC 4695 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización para tránsito peatonal en el espacio público urbano. |
| NTC 4774 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales. Cruces peatonales a nivel y elevados o puentes peatonales y pasos subterráneos. |
| NTC 4902 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Cruces peatonales a nivel. Señalización sonora para semáforos peatonales |
| NTC 4904 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Estacionamientos accesibles |
| NTC 4960 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Puertas accesibles |
| NTC 4961 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Elementos urbanos y rurales. Teléfonos públicos accesibles. |
| NTC 5017 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Servicios sanitarios accesibles. |
| NTC 5351 | Accesibilidad de las personas al medio físico. Paraderos accesibles para transporte público, colectivo y masivo de pasajeros. |
| GTC 87 | Directrices para tener en cuenta las necesidades de personas mayores y personas con discapacidad en el desarrollo de normas técnicas. |

Fuente. NSR-10

Un componente esencial de la accesibilidad tiene que ver con la localización de los equipamientos. Por consiguiente, la NTC 4595 establece las siguientes condiciones generales de localización para equipamientos de educación de preescolar, básica y media:

- **Proximidad:** la implantación de los equipamientos debe tender a minimizar distancias al lugar de residencia de la mayoría de sus usuarios, siendo el caso más crítico el de equipamiento de nivel preescolar que deben localizarse a una distancia no mayor a 500 metros entre el equipamiento y las viviendas atendidas más lejanas.
- **Áreas en condición de amenaza y riesgo:** los equipamientos no deben localizarse en zonas pantanosas, rellenos sanitarios, áreas expuestas a amenazas naturales (inundación, movimientos en masa, etc.).
- **Disponibilidad de vías:** Los predios deben contar con dos vías de acceso claramente definidas para peatones y/o algún medio de transporte.

Por su parte, el POT establece, en el artículo 237, los criterios generales de localización para nuevos equipamientos dependiendo de la escala de la edificación y el tipo de actividad predominante en el área donde se implante el equipamiento:

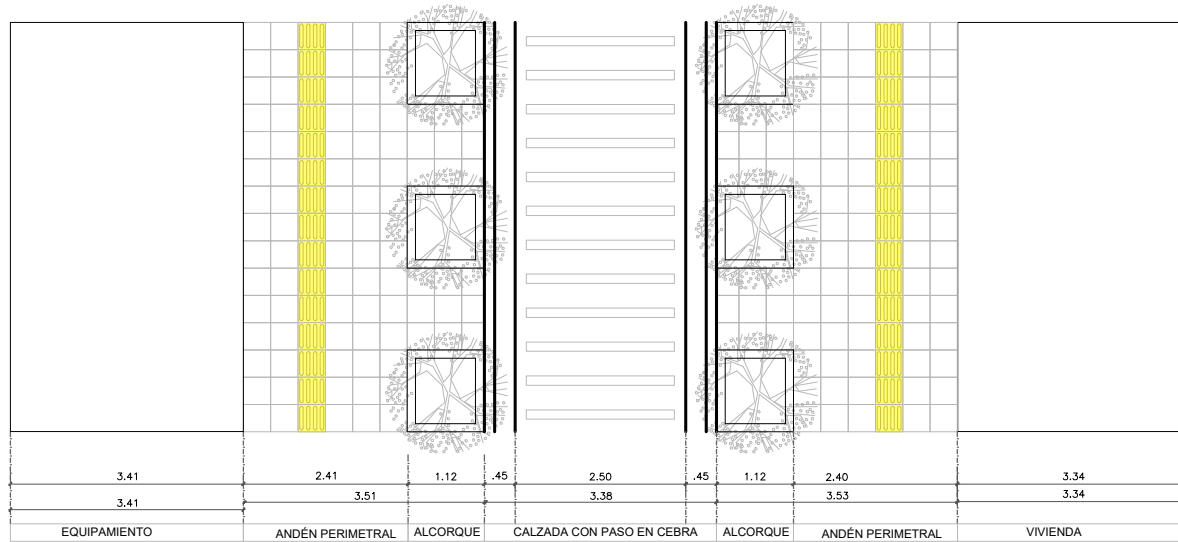
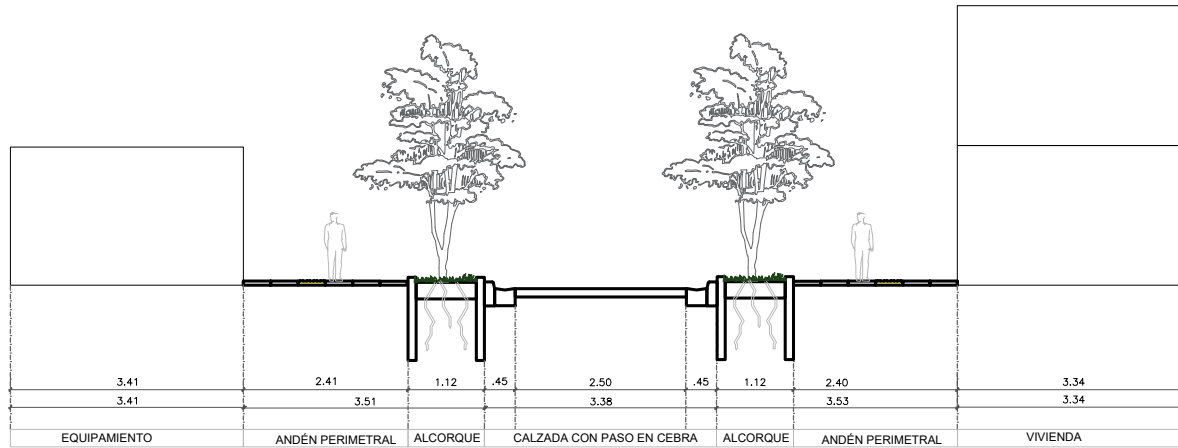
- Los equipamientos de escala regional y urbana deben estar localizados sobre vías de la malla vial arterial principal o secundaria.

- Los equipamientos de escala zonal deben estar localizados sobre vías secundarias o colectoras.
- Los equipamiento de escala local deben estar localizados sobre vías secundarias, colectoras y locales frente a parques, plazas y plazoletas.

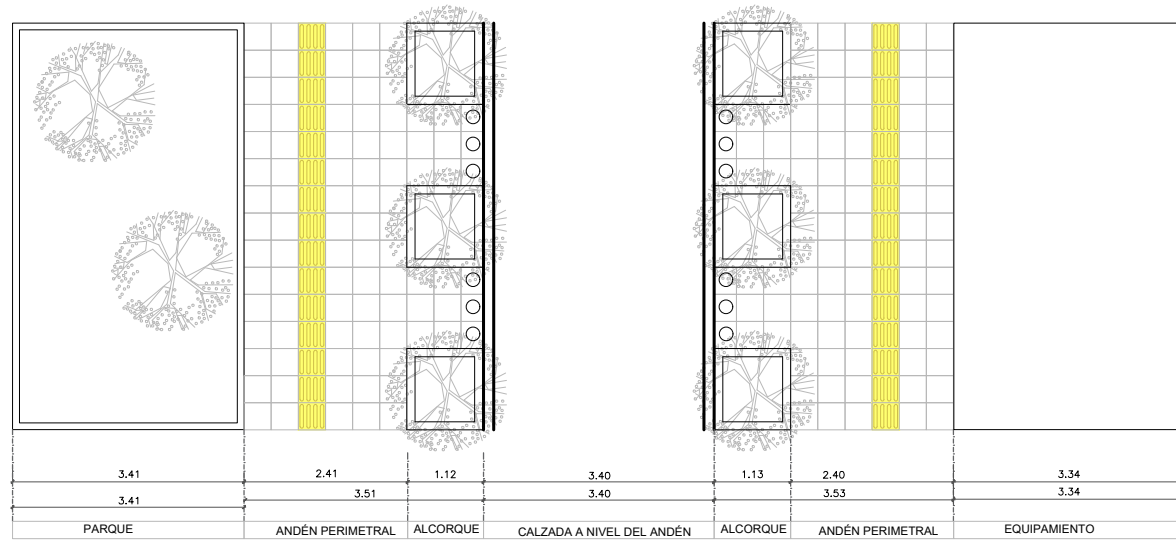
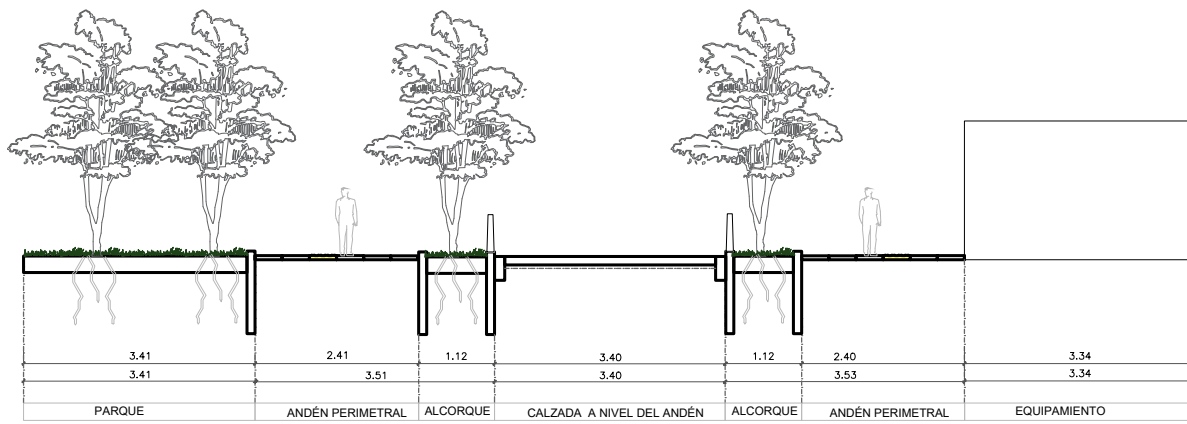
Los espacios de transición entre el exterior y el interior del equipamiento, como plazoletas de acceso y parques, cumplen una función importante a la hora de recibir y evacuar a los usuarios. Estos espacios deben estar conectados con los accesos peatonales y vehiculares más importantes y articularse con las características del entorno a nivel ambiental y paisajístico.

Teniendo en cuenta la importancia para la accesibilidad de la conectividad entre los equipamientos de educación, el espacio público y el sistema de movilidad, es esencial considerar la demarcación de los cruces viales colindantes con la infraestructura educativa, especialmente en el área de ingreso principal. *Ver diagrama P. 62*

Cuando se presente un cruce hacia otros equipamientos complementarios al colegio, como parques, zonas verdes, museos o equipamientos culturales, se debe establecer un paso preferencial para peatones. Este paso debe considerar la alternativa de cruce en paso pompeyano para darle prioridad al flujo de los estudiantes entre los distintos equipamientos y garantizar su seguridad. *Ver diagrama P.63*



■ Demarcación vial tipo cebra sobre la vía de ingreso para el cruce de peatones hacia el equipamiento.



■ Paso pompeyano entre dos equipamientos para garantizar la seguridad de los estudiantes.

Seguridad humana

En este apartado se establecen los requisitos mínimos de seguridad que las edificaciones de servicio educativo deben cumplir, para salvaguardar en primera instancia la vida humana y en segunda los bienes materiales. Estos tienen como marco de referencia los Títulos J y K del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) que condicionan los materiales de construcción a ser utilizados, determinan los sistemas de evacuación de acuerdo a la capacidad y número de las salidas, definen la distancia de recorrido hasta una salida, la protección de los medios de evacuación y la señalización de las salidas, la iluminación de los medios de evacuación, las barreras pasivas y activas y los mecanismos para la detección temprana y la extinción de incendios.

La NSR-10 clasifica a los equipamientos educativos en el grupo I de ocupación (institucional) y el subgrupo I-3 (educación), el cual incluye jardines infantiles y escuelas. Esta sección desarrolla los lineamientos de los títulos J y K para este grupo.

■ Requisitos generales de protección contra incendios

El Título J establece los requisitos mínimos de protección contra incendios para reducir el riesgo de los mismos en edificaciones, evitar la propagación del fuego, facilitar la evacuación de los ocupantes de las edificaciones y el proceso de extinción y minimizar el riesgo de colapso durante las labores de extinción.

■ Prevención de propagación hacia el exterior

De acuerdo a literal J.2.4.4, la cantidad de hidrantes que deben instalarse por cada metro cuadrado depende del tipo de edificación. Como se muestra en la tabla J.2.4-1 del título J, la cual se replica en este documento en la Tabla 6, las edificaciones educativas deben tener por lo menos un hidrante con caudal de 63 L/s por cada mil metros cuadrados. Todos los hidrantes deben tener suministro permanente de agua.

Tabla 6. Área construida y caudal mínimo requerido por hidrante

| Edificación | Área / hidrante, m2 | Caudal / hidrante, L/s |
|--|---------------------|------------------------|
| Edificios cuya altura de evacuación descendente sea más de 28 metros o ascendente de más de 6 metros | 500 | 32 |
| Cines, teatros, auditorios y discotecas | 500 | 63 |
| Recintos deportivos | 500 | 63 |
| Locales comerciales | 1000 | 63 |
| Estacionamientos | 1000 | 63 |
| Hospitales | 500 | 63 |
| Residencias | 5000 | 32 |
| Atención al público | 500 | 63 |
| Educación | 1000 | 63 |
| Almacenamiento | 500 | 63 |

Fuente. NSR-10 (tabla J.2.4-1)

■ Prevención de propagación hacia el interior

De acuerdo al literal J.2.5.1, toda área mayor de 1 000 m² debe dividirse en áreas menores por medio de muros cortafuego hechos de ladrillos macizos o de concreto con los espesores mínimos prescritos en las tablas J.3.5-2, J.3.5-7 y J.3.5-8. Así mismo, de acuerdo al literal J.2.5.1.5, los muros cortafuego

podrán tener aberturas solamente para dar continuidad a circulaciones horizontales, siempre y cuando tengan un sistema de cierre hermético contra el paso de humo que asegure como mínimo una resistencia contra el fuego de una hora y que cumpla con las características de apertura y cierre consignadas en el capítulo J (consultar literal J.2.5.1.9).

| Tabla 7. Índice de propagación de llama para acabados interiores de acuerdo al grupo de ocupación | | | | | |
|---|-------|--------------------------------|------------|---|---|
| Grupo de Ocupación | | Ubicación del acabado interior | | | |
| | | Medios de Salida Normales | Corredores | Espacios con áreas < 170 m ² | Espacios con áreas > 170 m ² |
| Almacenamiento | (A-1) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | (A-2) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Comercial | (C-1) | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | (C-2) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Especial | (E) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Fabril e Industrial | (F-1) | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | (F-2) | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Institucional | (I-1) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | (I-2) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | (I-3) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | (I-4) | 1 | 2 | 2 | 3 |
| | (I-5) | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Lugares de reunión | (L) | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Mixto y otros | (M) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Alta peligrosidad | (P) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Residencial | (R-1) | 2 | 2 | 4 | 4 |
| | (R-2) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | (R-3) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Temporal | (T) | 1 | 2 | 3 | 3 |

Fuente. NSR-10 (Tabla J.2.5-4)

Para poder clasificar de la mejor manera los acabados interiores de las edificaciones de uso educativo, la Tabla 8 presenta una categorización indicativa de distintos materiales utilizados para acabados interiores y su índice de propagación de llama. La primera categoría (clase 1) es la de menor propagación y la última categoría (clase 4) la de mayor propagación.

Ver *Tabla 8*.

Requisitos generales de resistencia contra incendios en las edificaciones

Para efectos de adoptar las medidas pertinentes en casos de conflagración, se debe tomar en cuenta las categorías de riesgo definidas en la Tabla 9. La Tabla 10 muestra la resistencia requerida al fuego (normalizado en horas) de los distintos elementos de una edificación, de acuerdo a las categorías de riesgo definidas en la Tabla 9.

Tabla 8. Clasificación de materiales utilizados para acabados interiores y su índice de propagación de llama

| Clase | Materiales |
|---------|---|
| 1 | Pañetes de cemento |
| | Cartón de fibro - cemento |
| | Fibro - asfalto |
| | Placas planas de fibrocemento |
| | Placas planas de fibrosilicato |
| | Ladrillo |
| | Baldosas de cerámica |
| | Lana de vidrio sin aglutinantes ni aditivos |
| | Vidrio |
| 2 | Algunos azulejos antiacústicos |
| | Hoja de aluminio sobre respaldo apropiado |
| | Cartón de fibra o yeso con revestimiento de papel |
| | Madera tratada mediante impregnación |
| | Algunos pañetes antisonoros |
| 3 | Algunos azulejos antiacústicos |
| | Madera de espesor nominal de 2,5 cm o más |
| | Planchas de fibra con revestimiento a prueba de fuego |
| | Azulejo antiacústicos, combustible, con revestimiento a prueba de fuego |
| | Cartón endurecido |
| 4 | Algunos plásticos |
| | Papel asfáltico |
| | Tela |
| | Viruta |
| | Superficies cubiertas con aceite o parafina |
| | Papel |
| | Plásticos, sin grado que permita asignarlos a otras clases |
| Algodón | |

Nota: Clasificación obtenida siguiendo procedimiento de la "Prueba de Túnel"

| Tabla 9. Categorización de resistencia contra el fuego de las edificaciones | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-----------------|-----|-----|----|----|----|-----|
| Grupos y subgrupos de ocupación | Área total construida, At m2 | Número de pisos | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | >=7 |
| (C-1) | At>1500 | III | III | II | II | II | I | I |
| | At<1500 | III | III | III | II | II | II | I |
| (C-2) | At>500 | II | I | I | I | I | I | I |
| | At<500 | | | II | I | I | I | I |
| (E) | Sin límite | III | III | III | II | II | II | I |
| (I-2), (I-4) | At>1000 | III | II | II | I | I | I | I |
| | 500<At<1500 | III | III | II | II | I | I | I |
| | At<500 | III | III | III | II | II | II | I |
| (I-3) | At>1000 | II | II | I | I | I | I | I |
| | At<1000 | | III | II | II | I | I | I |
| (L-1), (L-2), (L-3), (L-4) | At>1000 | II | I | I | I | I | I | I |
| (L-5), (I-1), (I-5) | 500<At<1000 | II | II | I | I | I | I | I |
| | At<500 | III | III | II | II | I | I | I |
| (R-1), (R-2) | Unidades>140 m2 | | III | | II | I | I | I |
| | Unidades<=140 m2 | | II | | II | I | | |
| (R-3) | At>5000 | III | II | I | I | I | I | I |
| | At<5000 | III | II | II | II | I | I | I |

Fuente NSR-10 (Tabla J.3.3-1)

Notas: (1). En edificios para vivienda, el límite de 140 m2 por unidad corresponde al promedio aritmético de las áreas de todas las unidades, sin tener en cuenta las zonas comunes.

Tabla 10. Resistencia requerida al fuego (normalizado en horas) de los elementos de una edificación

| Elementos de la construcción | Categoría según la clasificación dada en tabla 9 | | |
|---|--|-------|-------|
| | I | II | III |
| Muros cortafuego | 3 | 2 1/2 | 2 |
| Muros de cerramiento de escaleras, ascensores, buitrones, ductos para basuras y corredores de evacuación | 2 | 2 | 1 1/2 |
| Muros divisorios entre unidades | 2 | 1 1/2 | 1 |
| Muros interiores no portantes | 1/2 | 1/4 | - |
| Columnas, vigas, viguetas, losas y muros portantes de cualquier material y estructuras metálicas en celosía | 2 | 1 1/2 | 1 |
| Cubiertas | 1 | 1 | 1/2 |
| Escaleras interiores no encerradas con muros | 2 | 1 1/2 | 1 |

Fuente NSR-10 (Tabla J.3.4-3)

■ Detección y extinción de incendios

De acuerdo a la tabla J.4.2-1 de la NSR-10, debe haber pulsadores manuales en el interior de los locales de las edificaciones de uso educativo clasificadas en las categorías de riesgo I y II, siempre y cuando la superficie total construida sea mayor a 5.000 m² o la altura superior a tres pisos.

Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional), y especialmente en el subgrupo I-3, debe estar protegida por un sistema de rociadores automáticos que cumpla con los lineamientos de la última versión del código para el suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios (NTC 2301) y la norma para la Instalación de sistema de rociadores (NFPA 13). Estos requerimientos se aplican

para los edificios con áreas iguales o superiores a 2000 m² y en edificios con más de 4 pisos o 12 metros de altura y con uno o más pisos bajo el nivel del suelo.

Así mismo, estas edificaciones deben estar protegidas por un sistema de toma fijo para bomberos y por mangueras para extinción de incendios de acuerdo a los lineamientos del Código para la Instalación de Tuberías Verticales y Mangueras (NTC 1669) y la NFPA 14. Estos requerimientos se aplican para los edificios de más de 3 pisos de altura o con sótano y también en edificios donde la distancia a cualquier punto desde el acceso para el cuerpo de bomberos sea mayor a 30 metros.

Para garantizar que las zonas comunes de las edificaciones de uso educativo puedan proporcionar medios seguros de eva-

cuación, es necesario definir en primera medida la carga de ocupación de las mismas. Esta se determina usando el valor que sea superior entre el resultado del número de ocupantes para los cuales se diseñó y el número resultante de dividir el área del espacio por el índice de ocupación previsto en la tabla K.3.3-1 del título K de la NSR-10. Con base en el criterio de

mayor valor, la Tabla 11 muestra el factor de ocupación para cada ambiente escolar. Estos valores fueron migrados de la normativa con el propósito de facilitar al diseñador el cálculo del ancho de las salidas, la cantidad salidas requeridas y la distancia del recorrido hasta la más cercana.

| Tabla 11. Cálculo para la carga de ocupación | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|----------------------------|---|---|-------------------------|---|
| Espacio | Área del espacio (m2) | Factor de ocupación (área neta de piso en m2 / ocupante) | Carga de ocupación espacio | Ancho de las salidas / corredores requeridos / persona m2 | Ancho de las salidas / escaleras / persona m2 | # de salidas requeridas | Distancia de recorrido hasta una salida |
| Primer piso | | | | | | | |
| Aulas preescolar | | 2 | | | | | |
| Aulas básica y media | | 1.65 | | | | | |
| Biblioteca | | 2.4 | | | | | |
| Aula lengua extranjera | | 2.4 | | | | | |
| Sala sistemas | | 2.4 | | | | | |
| Administración | | 10 | | | | | |
| Cocina | | 9.3 | | | | | |
| Comedor | | 1.1 | | | | | |
| Total primer piso | | | | | | | |
| Segundo piso | | | | | | | |
| Aulas | | 1.65 | | | | | |
| Total segundo piso | | | | | | | |
| Área espacios a evacuar | | | | | | | |
| Carga de ocupación total | | | | | | | |

Fuente Elaboración propia

Nota: la tabla solo se debe considerar en ambientes de uso permanente por los usuarios; excluye baños, depósitos, archivos y cuartos técnicos (espacios donde no permanecen personas regularmente).

■ Criterios de cálculo

La capacidad de los medios de evacuación debe calcularse con base en los índices de anchura por persona especificados en la tabla K.3.3-2. Para el grupo de ocupación I-3, el ancho de los corredores, puertas y pasajes de salida debe ser de 13 mm por persona y para escaleras de 15 mm por persona. Las escaleras con carga de ocupación superior a 50 personas deben tener un ancho mínimo de 1,20 m.

El número mínimo de salidas requeridas de acuerdo a la carga de ocupación se detalla en la Tabla 12. Así mismo, el literal K.14.3.4 aclara que “todo espacio con capacidad mayor de 50 personas o con más de 90 m² de área debe disponer de por lo menos 2 puertas de salida tan separadas como sea posible; estas puertas han de dar acceso a salidas diferentes o a corredores comunes que conduzcan a salidas separadas en direcciones opuestas”.

| Carga de ocupación | Número mínimo de salidas |
|--------------------|--------------------------|
| 0 - 100 | 1 |
| 101 - 500 | 2 |
| 501 - 1000 | 3 |
| 1001 o más | 4 |

Fuente NSR-10 (Tabla K.3.4-1)

Adicionalmente, el literal K.3.14.3.3 manifiesta que “cada área de salida de piso debe disponer, por lo menos, de dos salidas”. Por tanto, el número de salidas mínima de una institución educativa deberá ser de 2.

La distancia máxima de recorrido desde el punto más alejado hasta el centro de cualquier salida exterior, salida vertical, escalera interior, corredor de salida o salida horizontal no debe sobrepasar los límites especificados en la tabla K.3.6-1 de la NSR-10. Para el grupo de ocupación I-3, la distancia de recorrido sin sistema de rociadores no debe ser mayor a 45 metros; con sistema de rociadores no debe ser mayor a 60 metros.

■ Disposiciones generales de seguridad

Las salidas de las edificaciones educativas deben ser a prueba de humo. Los muros de cerramiento y de las escaleras deben estar contruidos con materiales de alta resistencia al fuego. Los medios de evacuación de las instituciones educativas deben estar provistas de las instalaciones indispensables para que haya luces de emergencia. Se debe garantizar la iluminación en caso de corte de energía. Las demás disposiciones específicas pueden ser consultadas en el literal K.3.9.

La señalización de la dirección de las rutas de evacuación, las escaleras y las zonas seguras de las edificaciones educativas deben diseñarse con color verde sobre blanco, tal como lo exige la norma NTC 1461 (higiene y seguridad).

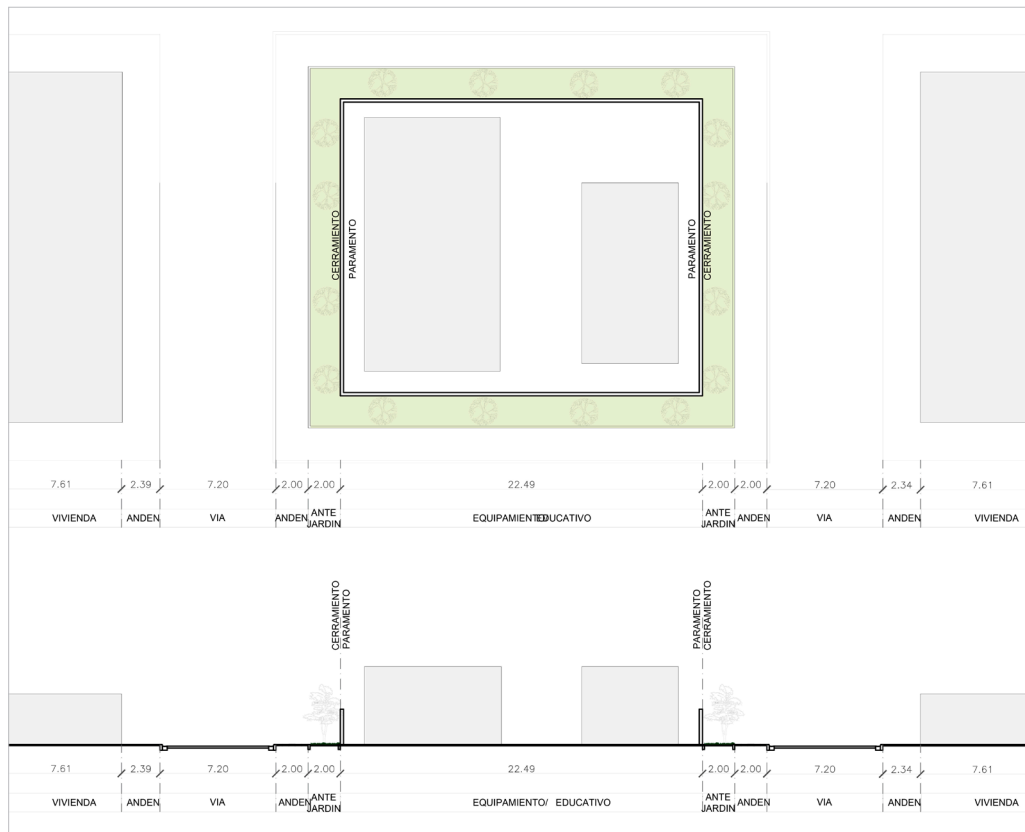
Implantación de las edificaciones

■ Aislamientos

La línea de antejardín establece el aislamiento del paramento de los edificios. El eje del cerramiento principal del colegio se establece como un muro continuo sobre el límite interno del área de antejardín. Si el trazado del cerramiento se plantea en el límite exterior del antejardín, o sea al borde del andén, el POT

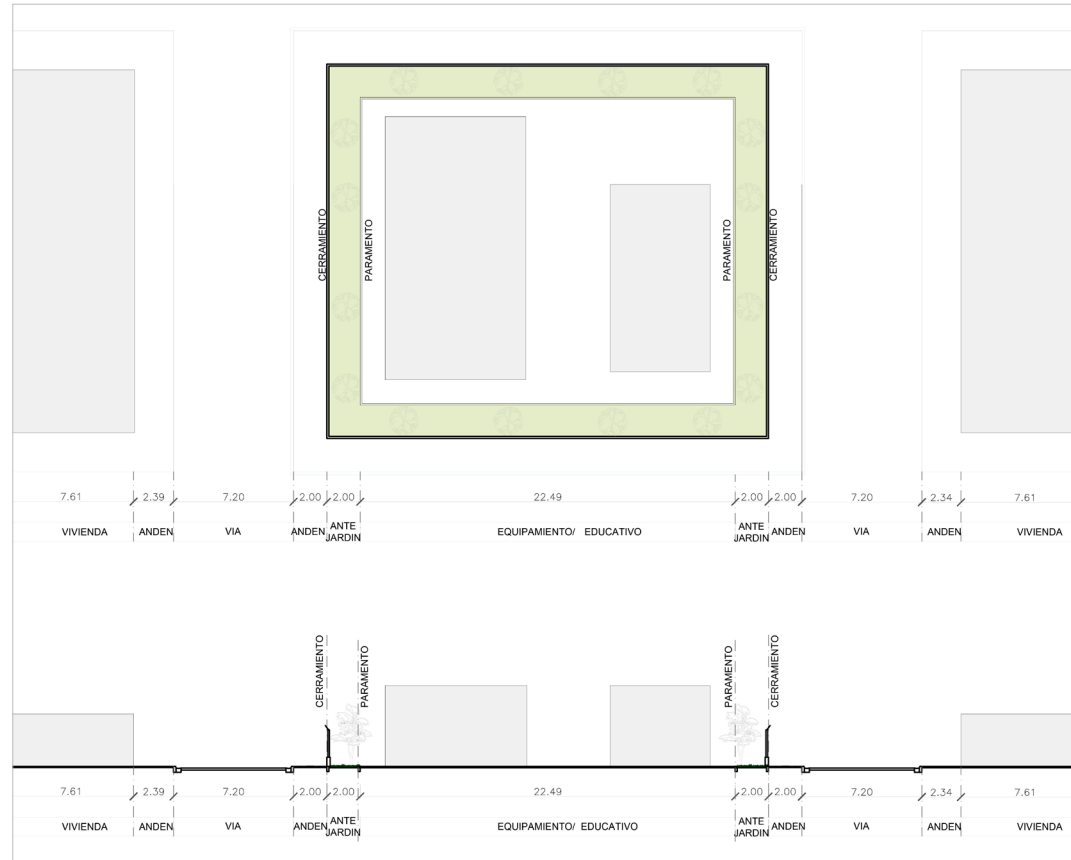
establece que este cerramiento puede ser transparente (murete bajo y malla o reja con altura de hasta 2,20 m). Las figuras 1-3 muestran las características de los cerramientos con muros, mallas eslabonadas o tubos.

Figura 1. Cerramiento con muro



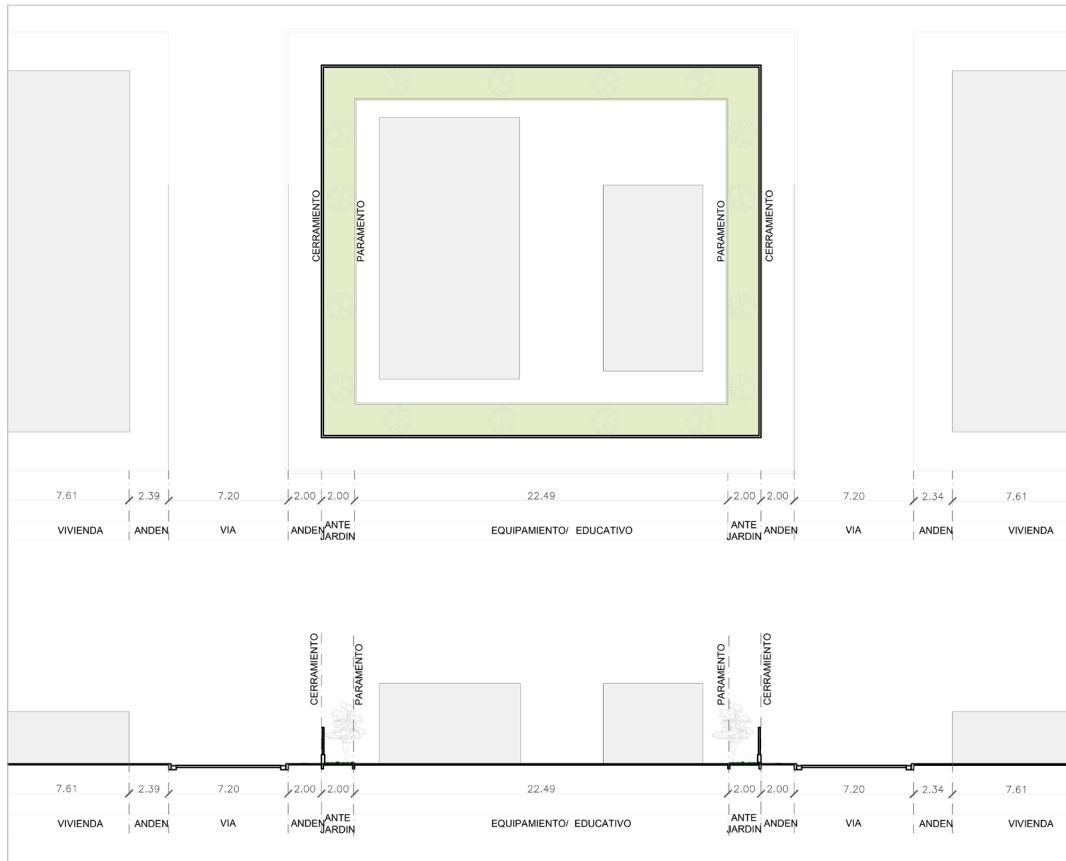
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Cerramiento con malla eslabonada



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Cerramiento en tubos



Fuente: Elaboración propia

■ Estacionamientos

El Artículo 220 del POT establece los requerimientos de espacio para estacionamiento en inmuebles nuevos de uso industrial, comercial, educativo y recreacional. En el caso de los equipamientos educativos, los requerimientos de espacio para estacionamiento dependen del nivel educativo de la sede y del área de actividad del sector donde esté localizada (Tabla 13). Adicionalmente, el Artículo 220 hace una acotación para los espacios de estacionamiento de vehículos de transporte escolar: “si los establecimientos educativos cuentan con transporte escolar, deberán disponer de un área de estacionamiento de buses y zona de maniobra, a razón de una (1) por cada dos (2) aulas”.

| Nivel Educativo | Área de Actividad | | |
|----------------------|--|--|--|
| | Industrial (I) y Mixta (M) | Residencial Predominante (RP) | Residencial Neta (RN) y Rural |
| Pre-Escolar | 1 por cada 80 m ² de construcción | 1 por cada 70 m ² de construcción | 1 por cada 60 m ² de construcción |
| Primaria | 1 por cada 70 m ² de construcción | 1 por cada 60 m ² de construcción | 1 por cada 50 m ² de construcción |
| Media | 1 por cada 60 m ² de construcción | 1 por cada 50 m ² de construcción | 1 por cada 40 m ² de construcción |
| Técnica y Académicas | 1 por cada 30 m ² de construcción | | |
| Superior | Para todos los establecimientos: un (1) estacionamiento para automóviles por cada 30 m ² de construcción; un (1) estacionamiento para motocicletas por cada 50 m ² de construcción; y un (1) estacionamiento para bicicletas por cada 50 m ² construidos. | | |

Fuente: POT

Adicionalmente, el Artículo 8 del Acuerdo 0179 de marzo de 2017 establece las condiciones de estacionamientos para la ampliación de equipamientos educativos públicos de nivel pre-

Tabla 14. Lineamientos para las áreas de estacionamiento en los equipamientos de educación

| Descripción del lote | Unidad | Condiciones de estacionam |
|--|--------|--|
| | | Estacionamiento de 3.9x5.4 para cargue y descargue y servicios de emergencia |
| Predios iguales o menores a 1.000 M2 | Und | 1 |
| Predios con áreas entre 1.001 Y 2.000 M2 | Und | 2 |
| Predios con áreas entre 2.001 Y 5.000 M2 | Und | 2 |
| Predios mayores a 5.000 M2 | Und | 3 |

Nota: Las exigencias de estacionamientos por aulas establecidas en el presente artículo aplican sobre la totalidad de las aulas de la Institución Educativa.

escolar, primaria, básica y media (Tabla 14). Estas medidas se deben tener en cuenta cuando se vaya a ampliar o intervenir de manera significativa un equipamiento educativo existente.

Requisitos para la ampliación de equipamientos educativos públicos de nivel Preescolar, Primaria, Básica y Media

| Estacionamientos de 2.5 X 5.0 para rotación de vehículos de visitantes | Estacionamiento bicicletas de 0.7X1.9, se pueden solucionar vertical u horizontal | Adecuar andenes de entorno inmediato que permitan garantizar el desarrollo de itinerarios de movilidad peatonal con criterios de accesibilidad universal a puntos de parada del SITM cercanos al equipamiento | Acceso vehicular independiente al peatonal | Adecuar andenes para incorporar una bahía con demarcación de zona escolar para la llegada y salida de buses escolares | Zona de maniobra de buses para embarque y desembarque de estudiantes al interior del predio |
|--|---|---|--|---|---|
| N/A | 2 x cada aula Si el proyecto es menor de 5 aulas se deberá proveer 10 unidades de estacionamiento | Sí | No | No | No |
| 1 X Cada 2 Aulas Si el proyecto es menor de 6 aulas se deberá proveer 1 unidad | 2 x cada aula Si el proyecto es menor de 10 aulas se deberá proveer 20 unidades de estacionamiento | Sí | No | No | No |
| 1 X Cada 2 Aulas Si el proyecto es menor de 6 aulas se deberá proveer 3 unidades | 2 x cada aula Si el proyecto es menor de 15 aulas se deberá proveer 30 unidades de estacionamiento | Sí | Sí | Sí | No |
| 1 X Cada 2 aulas Si el proyecto es menor de 10 aulas se deberá proveer 6 unidades | 2 x Cada Aula Si el proyecto es menor de 20 aulas se deberá proveer 40 unidades de estacionamiento | Sí | Sí | No | Sí |

Fuente: Acuerdo 1079 de 2017

■ Zonas verdes y zonas blandas

Las zonas verdes constituyen un elemento esencial de la calidad de los equipamientos de educación. Por lo tanto, el diseño de los colegios debe maximizar las áreas verde y procurar que estos espacios se aprovechen en todo su potencial. Un factor decisivo para el buen diseño de los elementos paisajísticos de los colegios es la selección apropiada y el cuidado de las especies vegetales.

Las zonas verdes se clasifican de acuerdo al tipo de vegetación que contengan, sea simplemente prado, prado y matas de jardín o prado, matas de jardín y especies leñosas. Las zonas verdes que solo tienen prado se establecen principalmente para la construcción de áreas deportivas. Las zonas que contienen prado y matas de jardín que no superen una altura de 0.8 metros son espacios ornamentales diseñados para el disfrute visual. Por otro lado, las zonas verdes con especies leñosas son espacios de esparcimiento que sirven como lugares lúdicos y zonas de encuentro del estudiantado en horas de descanso. Las zonas verdes con árboles pueden ser combinadas con elementos como bancas, rotondas o equipos de gimnasia.

La vegetación leñosa, como los árboles y las palmas, se clasifica de acuerdo a sus características físicas:

- **Arbustivo:** especie con fuste leñoso que alcanza una altura máxima de 4,0 a 5,0 metros.
- **Pequeño:** especie con tronco leñoso que en estado adulto alcanza una altura entre 5,0 y 8,0 metros.
- **Mediano:** especie que alcanza una altura entre 8,0 y 12,0 metros.

- **Grande:** especie con una altura entre 12,0 y 18,0 metros.
- **Muy grande:** especie cuyo rango de altura oscila entre 18,0 y 24,0 metros.
- **Gigante:** especies con alturas superiores a 24,0 metros.

Las raíces de las especies arbóreas urbanas generalmente no son tan profundas y su diámetro se extiende incluso en una distancia mayor a su copa. En menor grado, existen algunas especies con raíces profundas, las cuales se desarrollan normalmente cuando el suelo está bien drenado y libre de rellenos o escombros. La mayoría de las raíces están en la parte superior del suelo, entre 0,60 y 1,20 metros de profundidad. Las raíces suelen estar por encima del nivel freático y por encima de cualquier capa de suelo duro o compactado. Muchas de las raíces de diámetro pequeño están en los 30 centímetros superiores de suelo.

El fuste o tronco es la parte leñosa de las especies arbóreas. Dependiendo de la especie, se encuentran individuos con tallo único y otras con varios tallos y/o multi tallos. Finalmente, la copa está conformada por ramas, hojas, flores y frutos. Es el corazón de las especies arbóreas debido a que genera todas las actividades biológicas que condicionan el medio ambiente, su estado físico y su salubridad.

■ Condiciones para el establecimiento de vegetación en instituciones educativas

Las raíces pueden ocasionar conflictos con construcciones subterráneas, como la cimentación de los edificios, las cajas de control de servicios públicos y los desagües. En la etapa

de diseño, se debe tener en cuenta las distancias mínimas posibles entre la construcción subterránea y el establecimiento de zonas verdes, especialmente cuando contengan especies leñosas. Como norma, y dependiendo del área verde y de las especies a sembrar, se debe diseñar con una distancia mínima de 5,0 metros de las redes subterráneas de agua potable, energía, aguas servidas y gas y de las cajas de registro, los desagües y la cimentación de los edificios.

Las copas de las especies arbóreas pueden ocasionar conflictos con las construcciones adyacentes, especialmente las cubiertas y muros. Igualmente, pueden generar problemas con instalaciones aéreas, incluyendo redes de energía eléctrica, redes de datos y telefonía, luminarias y avisos. Como norma, y dependiendo del área verde y de las especies a sembrar, se debe diseñar con una distancia de 5,0 a 18,0 metros de las edificaciones, las redes de energía y/o datos y las luminarias y avisos. También se debe tener en cuenta la normatividad existente para redes eléctricas primarias y secundarias con respecto a la altura máxima permitida para la siembra de árboles debajo de las redes.

Finalmente, cabe recalcar que los árboles se deben podar una vez al año y la mejor época para realizar estas actividades en Cali es durante el período latente de los árboles; o sea entre los meses de noviembre a febrero.

■ Arborización / Selección de especies arbóreas

La selección de las especies arbóreas es fundamental para una adecuada relación con las edificaciones educativas y para

garantizar bajos impactos en su mantenimiento. Se debe considerar la altura y diámetro de copa y el tipo de raíz del árbol para evitar que impacte las estructuras de los edificios vecinos. Las características de porte de los árboles seleccionados definen la distancia de siembra adecuada entre las distintas especies, en función del diámetro de la copa en edad adulta.

Para un buen diseño paisajístico, se deben tener en cuenta las distancias propuestas entre las zonas verdes, las edificaciones y las redes de servicios públicos. Esto conlleva a la selección de especies vegetales que permiten evitar impactos estructurales a las edificaciones una vez la vegetación alcance su estado de madurez.

Seguir los parámetros de siembra es importante no solo para dimensionar la escala del individuo arbóreo en relación a los equipamientos, sino también en función del control de la caída de hojas sobre las cubiertas. En este sentido, se debe definir el manejo de recolección de aguas lluvias desde las cubiertas hacia el nivel de suelo considerando el impacto del arrastre de hojas. Para garantizar el mantenimiento adecuado de la infraestructura de recolección de agua se debe considerar la construcción de cárcamos de aguas lluvias inspeccionables como parte de los protocolos de limpieza de la sede.

Las imágenes en las páginas 78 a 80 son referentes de especies arbóreas recomendadas para las zonas verdes de los equipamientos de educación en Cali. Adicionalmente, el Anexo 5 contiene un listado de 169 especies arbóreas urbanas que se encuentran en Cali, incluyendo los aspectos a tener en cuenta cuando se vayan a sembrar en las zonas verdes de los equipamientos.



Velero



Clavellino



Ebano



Clavellino



Gualanday Morado



Amancayo Blanco



Otiti



Mirto



Francesina



Guamo



Guayacan Rosado



Chagualo



Irto Jazmin de la India



Madroño



Palma Alejandra



Palma Areca



Palma Manila



Panamá



Pomarosa



Azuceno

■ Jardines

Se recomienda restringir el uso de jardines a especies nativas resistentes a periodos de sequía y al sol. Los jardines deben ser áreas controladas inmediatas a la zona administrativa y formar parte del paisajismo urbano general o de espacios específicos seleccionados para adelantar programas de huertas escolares dentro de las actividades educativas. El bienestar de los jardines depende de su control y mantenimiento permanente para evitar su rápido deterioro. Las páginas 81 y 82 muestran referentes de

especies ornamentales para jardines en los equipamientos de educación de Cali.

Para la emperadización de zonas verdes bajo copas de árboles existentes se recomienda el uso de tapizados en grama tipo “gateadora”. Para las demás zonas verdes se recomienda el uso de grama tipo natural.



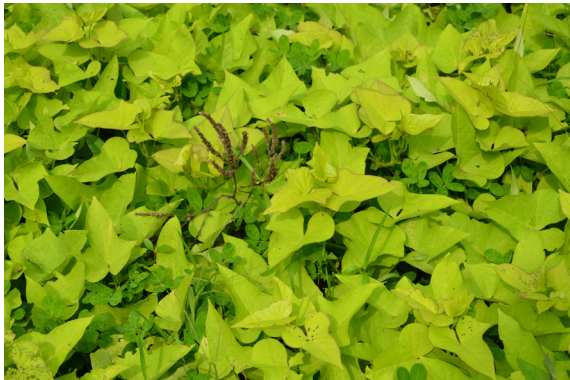
Tradescantia Spathacea - Roheo



Copperline



Aphelandra



Batatilla



Plumbago Auriculata - Azulina



Ixora Coccinea-Coral



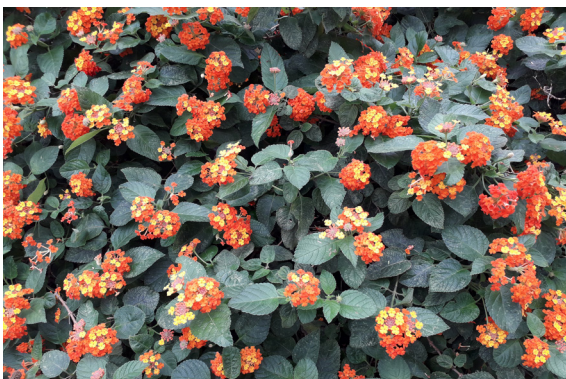
Pothos - Miami



Tradescantia Zebrina



Verbena



Lantana



Orquídea de Tierra o de Jardín

La localización de las áreas de vegetación y cobertura arbórea en los equipamientos educativos es fundamental para establecer conexiones con otras estructuras y contribuir a la consolidación del sistema estructurante ambiental. Además, estas áreas permiten el contacto directo de la comunidad escolar con los recursos naturales vivos. Los árboles, como componente del paisaje natural, desempeñan un papel importante en la producción de oxígeno y en la reducción de dióxido de carbono en la atmósfera. Por su aspecto físico y su valor ornamental, conforman elementos espaciales significativos en el paisaje urbano. Al crear microclimas, contribuyen a la mitigación de las islas de calor.

Confort

En esta sección se plantean recomendaciones de tipo general que deben ser evaluadas durante la etapa de diseño de las sedes educativas para determinar cuáles aportan mejoras considerables al confort de la comunidad educativa sin generar sobre costos al proyecto.

■ Iluminación

- Implementar muros de color claro, bien sea bloques prefabricados o superficies con acabado de pintura en color blanco.
- Implementar un sistema de control de iluminación, como sensores de ocupación o controles de horario, que permita el apagado automático en momentos de no ocupación. Lo adecuado sería realizar la instalación de los controles para todos los espacios con los que cuenta la sede, pero inicial-

mente es ideal para espacios que no están ocupados regularmente, como baños y corredores.

- Se recomienda integrar un diseñador de iluminación en el proceso de diseño con el fin de realizar un diseño con adecuada distribución de las luminarias en los espacios. Para brindar uniformidad de iluminación a los salones de clase puede ser necesario en algunos casos aumentar o disminuir el número de luminarias por espacio. Además, se debe buscar estrategias para disminuir la transmisión de luz a través de las ventanas.

■ Térmica

- Utilizar la rosa de los vientos para definir el ángulo de incidencia recomendado en las aberturas, que es igual a 45 grados respecto al paramento de la fachada.
- Controlar el factor de ganancia solar de acuerdo al material utilizado en el cerramiento del espacio, que para paredes no perpendiculares al eje norte-sur debe ser máximo 5%.
- Seleccionar materiales de cubierta que tengan un alto índice de reflectividad para disminuir la carga térmica y el requerimiento de enfriamiento en los espacios acondicionados y para evitar un sobrecalentamiento en los espacios ventilados naturalmente. El valor de reflectividad solar (SR) en cubierta recomendado es de 0,7 o superior, independientemente del material seleccionado.
- Se recomienda para cielos falsos implementar un material que cuente con un aislamiento térmico efectivo junto a una

cubierta reflectiva. Si llega a existir una cámara de aire caliente entre el cielo raso y la cubierta, esta combinación evita que se produzca una transferencia de calor hacia los salones de clase debido a un buen aislamiento del cielo raso y la disminución en la ganancia térmica por radiación. El valor U recomendado para este tipo de material es de 2.32 W/m²K.

- Se recomienda generar aperturas sobre cubierta con el fin de evitar que el aire caliente se acumule en este espacio, esta recomendación combinada con una cubierta que no tenga ganancias solares puede permitir que circule aire con una temperatura más baja que la temperatura ambiente y se eviten más ganancias térmicas que empeoren el comportamiento del edificio.
- Se recomienda mejorar las especificaciones del vidrio para los distintos espacios con el fin de lograr reducir la carga térmica generada por las condiciones externas del edificio. En los casos donde se cuenta con una radiación solar directa sobre los espacios, disminuir el coeficiente de transferencia de calor es una estrategia adecuada para lograr mejorar el confort en los espacios. Esto puede permitir que la estrategia de ventilación natural se vuelva efectiva y logre batir la carga térmica generada y que en los espacios con aire acondicionado sea posible disminuir la carga necesaria a la que tienen que llegar los equipos para bajar las temperaturas hasta una temperatura de confort adecuada.
- Se recomienda explorar opciones pasivas antes de implementar sistemas mecánicos para llevar a los espacios a un confort térmico. Se debe aumentar el número de ventiladores, con mayor capacidad, y distribuirlos adecuadamente en

los espacios con el fin de cubrir todas las áreas del salón. Las estrategias sobre el envolvente de los edificios pueden llevar a transformar estas zonas en lugares confortables. Es importante mencionar que un ventilador siempre tendrá un menor consumo eléctrico que un sistema de aire acondicionado. Además, los espacios que cuentan con equipos de aire acondicionado no presentan una buena calidad del aire. Por lo tanto, implementar estrategias pasivas puede generar mayores beneficios, tanto energéticos como térmicos y de buena calidad de los espacios.

■ Ventilación

- Se recomienda aumentar el área libre de ingreso de aire a todos los espacios, evaluando cuáles son las direcciones y velocidades más comunes del viento en la zona. Se debe plantear una ventilación cruzada efectiva en las sedes en diseño. El límite máximo de concentración de dióxido de carbono para estos espacios es de 700 ppm.
- Se recomienda aumentar las aperturas en fachada, a partir de un estudio de vientos de la zona donde está ubicado el edificio, para encontrar la dirección predominante del viento y poder evaluar estrategias de posibles aperturas que permitan implementar el método más adecuado de ventilación natural. Existen varias condiciones a tener en cuenta en el momento de diseñar la medida más adecuada de ventilación natural para un edificio. En primer lugar, se debe realizar un estudio de la dirección y velocidad del viento, la orientación de la edificación, la trayectoria y afectación solar y la ubicación de los edificios aledaños. La estrategia que se podría aplicar es una combinación de la ventilación cruzada con un

termosifón que se puede crear en corredores. Para implementar esta estrategia, el área libre de ventilación en los salones contiguos a los corredores debe ser más grande. Sin embargo, no existe una recomendación exacta de área libre, pues esta debe salir de un estudio bioclimático evaluando todas las condiciones anteriormente descritas.

- Implementar un sistema de ingreso de aire a los espacios es una estrategia esencial pero sólo será efectiva si se tienen en cuenta las recomendaciones realizadas sobre la fachada. Es importante lograr disminuir la carga térmica generada por todos los agentes externos que no sean personas y tomas para reducir la necesidad de aire acondicionado y posibilitar el confort térmico con estrategias pasivas sobre la envolvente.
- De acuerdo con el estándar ASHRAE 62.1 de 2016, existen dos variables con las cuales se mide la renovación del aire. La primera es el área del espacio y la segunda es el número de personas que tendrá ese espacio. En ese orden de ideas, los caudales recomendados para salones de clase son 5 L/s por persona y 0.6 L/s/m².

■ Acústica

- Mantener el nivel máximo de intensidad de sonido en 45 db y la distancia máxima a la fuente sonora en 7 m.
- Para el tiempo de reverberación, en relación al acondicionamiento interior del aula, mantener el tiempo máximo de duración en 1 segundo.

- Se recomienda el uso de yumbolon sobre la losa entrepiso y bajo el mortero nivelación.
- Cuando el aula tiene un muro que colinda con el exterior de la sede, se recomienda el uso de bloque texturizado tipo estria o tipo piedra para reducir el paso del ruido.
- Construir muros de cerramiento con texturas.

Dotación de las sedes

El mobiliario para la dotación de las sedes educativas es un criterio fundamental del diseño arquitectónico directamente relacionado con el grado de escolaridad, matrícula y jornada.

Para seleccionar el mobiliario indicado, el diseñador debe tener en cuenta para cada ambiente escolar:

- **Grado:** preescolar y primaria (aulas especiales para la modalidad aceleración) o secundaria.
- **Proyecto Educativo Institucional (PEI):** aspecto clave para la dotación de aulas y laboratorios de acuerdo a las especialidades académicas y el énfasis de la institución.
- **Población:** número total de personas que ocuparán el espacio.

Además, para cada espacio a diseñar se deben verificar los elementos que deben amoblar el ambiente y la alternativa de

reorganización del mobiliario. Se sugiere al diseñador consultar los documentos referentes existentes, incluyendo el Manual de Dotación del Ministerio de Educación Nacional y otros referentes internacionales, como la sección 0 a 3 y la rural del manual para centros de primer ciclo educativo infantil del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra.

■ Características básicas del mobiliario y recomendaciones para los ambientes escolares

El mobiliario debe cumplir con criterios conceptuales y generales de diseño, entre los cuales se destacan la funcionalidad, la calidad, la seguridad y la accesibilidad económica.

Funcionalidad: el mobiliario no debe ser rígido y en lo posible debe permitir modificaciones en su disposición acorde a la actividad que se realice (mesas redondas, trabajos en grupo, etc.). En las actividades diarias debe disponerse de manera ordenada y agradable. Las ayudas y el material didáctico no deben ser excesivas, pues distraen a los estudiantes.

Calidad: el mobiliario debe evidenciar el cumplimiento de la normativa general y las especificaciones técnicas, a través de certificaciones de calidad y ensayos realizados con vigencias no superiores a cuatro años.

Seguridad: el mobiliario debe ser estable y acorde al nivel educativo. Los cantos deben ser redondeados y en las áreas exteriores deben poder absorber los impactos y definir claramente las alturas críticas de caída.

Accesibilidad económica: el mobiliario debe ser fabricado con materiales y diseños que optimicen los costos de adquisición, reparación y reposición. Ante todo, deben ser fabricados pensando en el usuario final: niños en proceso de formación que en muchas ocasiones no usan el mobiliario de manera adecuada.

El mobiliario de las sedes educativas debe corresponder a las necesidades específicas de cada ambiente escolar, complementando las estructuras permanentes y aportando a la realización del propósito de cada espacio.

Biblioteca: la biblioteca debe amoblarse para albergar a un curso completo como mínimo. Se sugiere aplicar criterios modernos para el amoblamiento de estos espacios, manejando al color y la disposición del mobiliario para crear espacios acogedores y agradables que ayuden a desarrollar el hábito de lectura en toda la población escolar. Si las áreas disponibles lo permiten, debe tratarse además que este sea un espacio vinculante que cree nichos para niños (preescolar y primaria) y jóvenes con delimitaciones sencillas conformadas por los estantes y cajoneros.

Áreas de lectura: el mobiliario para los jóvenes puede ser muebles confortables tipo sofá con cantos redondeados y cojines. Para los niños se recomiendan tapetes con mobiliarios asequibles a su talla. Pueden plantearse espacios dinámicos y de exploración como el maker lab.

Aulas de bilingüismo: debe garantizarse la dotación de contenidos e infraestructura tecnológica para las aulas de lengua extranjera y sistemas, incluyendo software y hardware.

Aulas de clase: en el retranqueo de los muros longitudinales se debe tener en cuenta las dimensiones de los muebles que se puedan ubicar en estos nichos, como muebles de almacenamiento o casilleros de 10 espacios (lockers). Estos elementos deben corresponder con las dimensiones definidas en la sección de ambientes escolares del MaDEE (capítulo 4).

Áreas administrativas: en las áreas restringidas resulta inconveniente utilizar muebles para oficina abierta, pues el mueble de rectoría (tipo puesto) tiene los mismos servicios y ocupa menos espacio. En las sedes centrales debe garantizarse un área de archivo suficientemente amplia para acomodar estantes de almacenamiento con documentos de otras sedes y de todas las promociones de estudiantes antiguos y activos.

Unidad de almacenamiento de residuos sólidos (UAR): de acuerdo a la capacidad de la sede educativa y su capacidad de procesamiento de residuos se debe dimensionar este espacio para albergar los contenedores principales de residuos y los carros de recolección.

Sala de docentes: en el retranqueo de los muros longitudinales se debe tener en cuenta las dimensiones de los muebles que se puedan ubicar en estos nichos, como muebles de almacenamiento o casilleros de 10 espacios (lockers) con puerta, colgador y entrepaño interior. Estos elementos deben corresponder con las dimensiones definidas en la sección de ambientes escolares del MaDEE (capítulo 4).

5

Proyectos técnicos

En este capítulo se definen lineamientos para el diseño de los componentes estructurales, eléctricos, hidrosanitarios y de gas y TIC con base en la experiencia reciente de la Secretaría de Educación Municipal en el desarrollo de proyectos de infraestructura educativa.

Lineamientos estructurales

■ Cimentación

Para tomar decisiones técnicas acertadas durante la selección de la cimentación de la estructura del equipamiento, y antes de iniciar el trabajo de campo, es necesario realizar un estudio geotécnico. Este estudio arrojará recomendaciones esenciales para garantizar el comportamiento adecuado de las estructuras en el futuro. El estudio geotécnico debe contener los siguientes elementos:

1. Planos con planta de localización del anteproyecto aprobado que contengan dimensiones y referenciación del lote, curvas de nivel, posición de edificaciones, vías internas y cerramientos del proyecto definitivo, además de la vía de acceso si se trata de desarrollos en zonas periféricas de la ciudad o en la zona rural.
2. Planos con cortes transversales del anteproyecto aprobado que indiquen los niveles del terreno y de las edificaciones respecto al terreno, dimensiones en planta y en altura de los edificios, posición de las vías e incluso muros de contención proyectados si el proyecto lo requiere.
3. Cargas esperadas aproximadas por cada elemento de soporte (columna, muro, etc.).
4. Visita del ingeniero geotécnico al predio del proyecto con el fin de programar los sondeos de exploración, visualizar los posibles inconvenientes de acceso o armado del equipo,

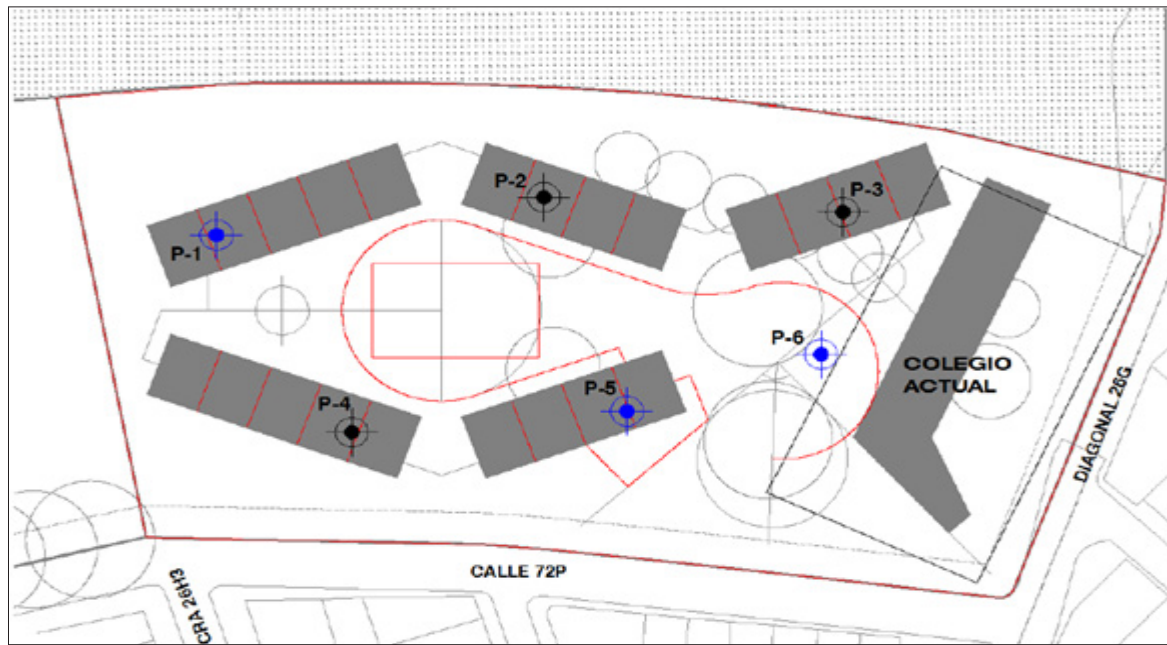
identificar las máquinas que producen vibración y reconocer las edificaciones vecinas, la topografía, el clima y la presencia de cuerpos de agua y árboles.

Para determinar el número de perforaciones y su profundidad según el tipo de estructura, se debe tener en cuenta que la edificación debe cumplir con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), el cual estará vigente hasta el 2020. Las estructuras de los muros, puentes, vías y tanques deben cumplir con los lineamiento del manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras de INVIAS (2012) o su equivalente vigente.

El número de perforaciones requeridas para una edificación se determina según el número de unidades básicas de construcción. Una unidad básica de construcción es una edificación en altura o un grupo de edificaciones adosadas y de una misma altura, cuya longitud en planta no exceda los 40 metros o edificaciones de categoría baja adosadas que no excedan en planta una longitud de 80 m. Cada edificación debe estar separada por juntas de construcción. La tabla H.3.1-1 de la NSR-10 muestra la categoría de las edificaciones de acuerdo a las cargas de las estructuras.

Una vez definidas las unidades de construcción, el número mínimo de sondeos por cada unidad de construcción y su profundidad deben corresponder a lo estipulado en la tabla H.3.2-1 de la NSR-10. Para muros, excavaciones, terraplenes y box culvert se requiere un sondeo de exploración cada 30 metros y un mínimo de tres sondeos.

Ilustración 1: Localización de perforaciones



Fuente: Proyecto SEM - IEO Jesús Villafaña sede Principal

Este esquema muestra la localización de las perforaciones requeridas para el estudio geotécnico de acuerdo a la ubicación y la cantidad de unidades básicas de construcción.

■ Profundidad

Para las edificaciones, por lo menos el 50% de los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la tabla H.3.2-1 de la NSR-10. La profundidad se mide a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o terrazas de construcción y en el caso de los rellenos se considera desde el nivel inicial del terreno. El 50% restante de los sondeos debe alcanzar la profundidad donde el esfuerzo vertical causado por la edificación sea el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo-cimiento. Este valor debe sustentarse en el informe.

La profundidad del sondeo para muros, excavaciones, terraplenes y box culverts debe llegar al menos 5 metros por debajo del nivel de excavación, 2 veces la altura del terraplén y en el caso de muros hasta donde se tenga el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo-cimiento (mínimo 6 metros de profundidad). Es deseable en cualquier caso que los sondeos de exploración con equipo mecánico a percusión lleguen hasta el rechazo ($N > 50$ golpes/pie).

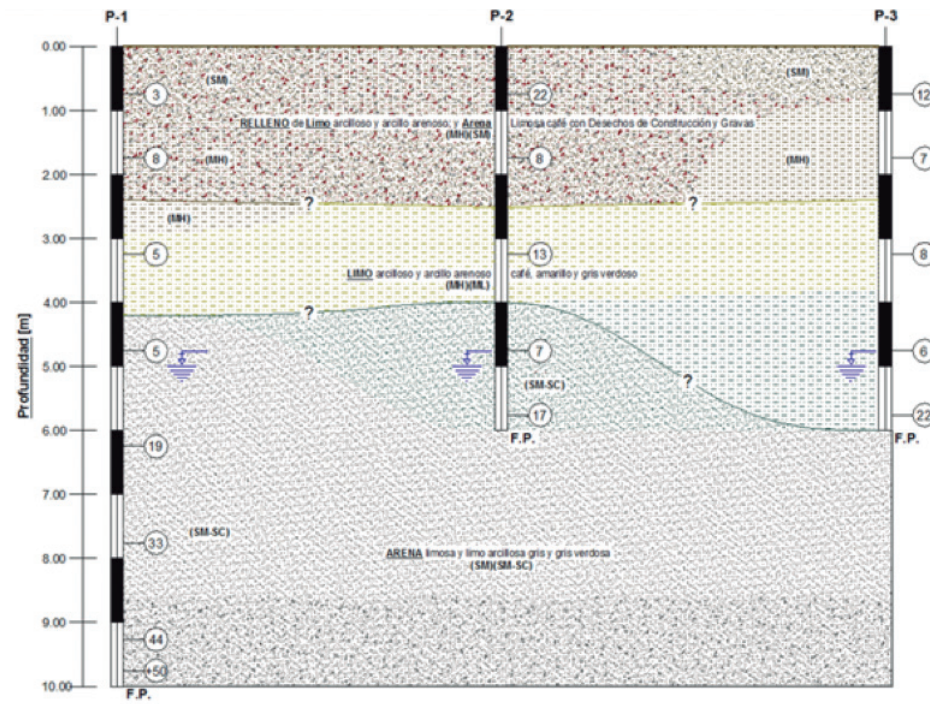
El geotecnista ordenará los ensayos de laboratorio que permitan establecer con claridad las propiedades geomecánicas de compresibilidad y expansión (ensayos de expansión en el aparato de Lambe o presión de hinchamiento libre y límite de contracción), así como las de esfuerzo, deformación y resistencia al corte (ensayo de consolidación unidimensional, resistencia a la compresión simple y ensayo de corte directo y drenado en suelos cohesivos). Adicionalmente, para cada estrato se debe realizar los ensayos básicos, incluyendo peso unitario, humedad, clasificación y resistencia mediante ensayo de SPT

■ Contenido del estudio geotécnico definitivo

La información recogida se utilizará para realizar un informe que cumpla con lo estipulado en el capítulo H.2.2.2 del reglamento NSR-10, que comprende los temas parafraseados a continuación:

- a. Nombre, plano de localización, objetivo del estudio, descripción general del proyecto, sistema estructural y evaluación de cargas.
- b. Descripción de la investigación realizada, la morfología del lote, el origen geológico, estratigrafía y posición del nivel freático.
- c. De cada unidad de suelo, se identificará su espesor, profundidad, y se darán las propiedades del suelo y sus efectos locales donde se incluye humedad natural, límites de consistencia, coeficiente de deformación, resistencia al corte en condición drenada y no drenada y módulo de elasticidad del suelo. Es necesario destacar la presencia de suelos expansivos, dispersivos y colapsables, así como la presencia de cuerpos de agua y vegetación, para advertir al diseñador estructural y al constructor las condiciones adversas de ese suelo.
- d. Análisis geotécnico para cada estructura que contemple el proyecto justificando los criterios empleados y métodos ampliamente reconocidos en Colombia que consideren el efecto topográfico: se debe incluir la memoria de cálculo de la capacidad portante, el análisis del potencial licuable, cálculo del riesgo de colapso, análisis de estabilidad de taludes para construcción y taludes permanentes considerando agua y efecto sísmico, estabilidad de laderas considerando las excavaciones y rellenos realizados en el proyecto, tipos de muros de contención a emplear, en caso de ser necesarios, y planteamiento del sistema constructivo de las posibles alternativas de cimentación. Esta sección debe incluir también un diseño geotécnico de filtros y el diseño de la estructura del pavimento vehicular y peatonal.
- e. Recomendaciones de diseño, incluyendo los parámetros geotécnicos para el diseño estructural del proyecto: tipos de cimentación, profundidad de apoyo, presiones admisibles y asentamientos totales y diferenciales. Si se recomiendan rellenos se deben calcular los asentamientos de tipo elástico y por consolidación en depósitos cohesivos, los tipos de estructuras de contención y parámetros para su diseño, el perfil del suelo para el diseño sismo resistente y los parámetros para análisis de interacción suelo-estructura junto con una evaluación del comportamiento del depósito de suelo o del macizo rocoso bajo la acción de cargas sísmicas, los límites esperados de variación de los parámetros medidos y

Ilustración 2: Localización de perforaciones



Fuente: Proyecto SEM - IEO Jesús Villafañe sede Principal

Perfil estratigráfico de la zona de interés mostrando la ubicación y profundidad de las perforaciones P-1 a P-3.

el plan de contingencia en caso de que se excedan los valores previstos, tal como el uso de elementos de contención o modificaciones de topografía.

- f. Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos: para edificaciones con tres o más pisos de altura es necesario estimar los asentamientos inducidos por el peso de la nueva edificación sobre las construcciones que se ubican junto a ella y calcular los asentamientos y defor-

maciones laterales producidos en obras vecinas a causa de las excavaciones. Cuando las deformaciones o asentamientos producidos por la excavación o por el descenso del nivel freático superen los límites permisibles deben tomarse las medidas preventivas adecuadas.

- g. Recomendaciones para la construcción: es necesario establecer alternativas técnicamente factibles para solucionar los problemas geotécnicos de construcción y excavación, inclu-

yendo el proceso de excavación considerando el control del flujo de agua y la estabilidad según el ángulo de inclinación. Se debe incluir los pasos para los procesos constructivos de cimentaciones, tanto superficiales como profundas.

- h. Anexos: planos de localización regional y local, ubicación de los trabajos de campo con coordenadas para cada punto de sondeo, registros de perforación y resultado de pruebas de ensayos de campo y laboratorio, fotografías, memoria de cálculo y resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas.

Cabe recalcar que en la etapa de diseño y construcción se debe contar con la asesoría del profesional que realizó los estudios geotécnicos. Durante la ejecución de la obra el geotecnista debe aprobar los niveles y estratos de cimentación, los procedimientos y el comportamiento durante la ejecución de las excavaciones, rellenos, obras de estabilización de laderas y actividades especiales de adecuación y/o mejoramiento del terreno.

Adicionalmente, en las edificaciones a implantar total o parcialmente sobre una ladera, o que se encuentren al borde o al pie de una de ellas, es necesario llevar a cabo un estudio de estabilidad de laderas y taludes que incluya las características geológicas, hidráulicas y de pendiente del terreno a nivel local y regional. Este estudio debe analizar los efectos de procesos de inestabilidad aledaños o regionales que puedan tener incidencia en el terreno objeto de estudio.

■ Zonificación geotécnica del Municipio de Santiago de Cali

Esta sección describe algunos parámetros geotécnicos fundamentales para la selección y diseño del tipo de cimentación apropiada para las edificaciones educativas en Cali. Estos parámetros incluyen la capacidad portante (estimada), el tipo de cimentación recomendado, la profundidad de desplante y los coeficientes y curvas de diseño para cada comuna y corregimiento. Esta información ha sido armonizadas con los lineamientos del reglamento NSR-10. Sin embargo, las dimensiones y demás parámetros de los cimientos dependen del número de pisos de las edificaciones; es decir, de la carga que la estructura transmitirá a cada uno de los soportes.

Las tablas 15 y 16 muestran las microzonas y la capacidad portante de las edificaciones para cada comuna y corregimiento de Cali. Con base en estos factores, se recomienda la selección de un tipo de cimentación correspondiente, sean zapatas o pilotes. La ciudad de Santiago de Cali se ubica en un depósito de origen aluvial y, por lo tanto, las condiciones geotécnicas pueden cambiar en un área reducida. Como se evidencia en la tabla 15, el tipo de cimentación apropiado varía significativamente en la zona urbana. Por otro lado, el uso de zapatas es generalmente recomendable en la zona rural, con la excepción de los corregimientos de la zona plana (Hormiguero y parte de Navarro), donde es recomendable utilizar pilotes.

Tabla 15. Tipo de cimentación recomendado y capacidad portante estimada para cada comuna de Cali, basado en estudios realizados en cada microzona

| Comuna | Tipo de cimentación | Profundidad de desplante (m) | Capacidad portante (Ton/m2) | Microzona | Notas |
|---------------|---------------------|------------------------------|--|---|---|
| 1 | Zapatas | 2 | 15 | Microzona 1 y 2, suelos coluviales y depósitos antrópicos | |
| 2 | Pilotes | 6 | Por fricción: 3.76 Por punta: 45 | Microzona 4A, 4B, 1, 3, 6 y suelo coluvial | Suelos expansivos |
| 3 | Zapatas | 1.5 | 16 | Microzona 2 y 4A | |
| 4 | Zapatas | 2 | 19 | Microzona 4B | Suelos expansivos |
| 6 | Zapatas | 2 | 12 | Microzona 6 | |
| | Pilotes | 8 | Por fricción: 3.14 Por punta: 9 | | |
| 7 | Pilotes | 12 | Por fricción: 7.88 Por punta: 25.5 | Microzona 4B, 5 y 6 | Suelos licuables |
| 8 | Zapatas | 1.8 | 10 | Microzona 4B y 5 | Suelos blandos |
| 9 | Zapatas | 1.8 | 13 | Microzona 4A, 4B, 3 y 2 | |
| 10 | Zapatas | 2 | 19 | Microzona 4C, 4A, 4B y 5 | |
| 11 | Zapatas | 2.5 | 16 | Microzona 4B, 4D, 5 y 6 | Cimentación con zapatas a excepción de Villa del Sur que será con pilotes (suelos expansivos) |
| | Pilotes | 6 a 8 | Por fricción: 5.14 Por punta: 34.5 | | |
| 12 | Zapatas | 1.8 | 28 | Microzona 5 y 6 | |
| 13 | Zapatas | 2 | 7 | Microzona 6 | |
| 14 | Pilotes | 12 | Por fricción: 6.4 Por punta: 33.02 | Microzona 6 | Suelos licuables |
| 15 | Pilotes | 6 | Por fricción: 3.53 Por punta: 18.02 | Microzona 5 y 6 | Suelos licuables |
| entre 14 y 15 | Pilotes | 6 | Por fricción: 3.53 Por punta: 18.02 | Microzona 5, 6 y 7 | Suelos licuables |
| 16 | Pilotes | Entre 6 y 8 | Por fricción: 9.26 Por punta: 26.97 | Microzona 5, 4D, 6 | Suelos expansivos |
| 18 | Zapatas | 1.5 | 17 | Microzona 4D, 1, 2 y 3 | |
| 19 | Zapatas | 1.5 | 8 | Microzona 1, 2, 3, 4A, 4C y 4D | |
| 20 | Zapatas | 1.5 | 7 | Microzona 1, 2 y 3 | |
| 21 | Pilotes | 12 | Por fricción: 5.69 Por punta: 60.03 | Microzona 6 | Suelos licuables |

Fuente: Elaboración propia

* En los casos donde una comuna abarca varias microzonas, para realizar la evaluación de la interacción suelo-estructura, se tomarán los coeficientes de amplificación (Fa y Fv) y los periodos cortos y largos de vibración (TC y TL) más críticos.

Tabla 16. Tipo de cimentación recomendado y capacidad portante estimada para cada corregimiento de Cali, basado en estudios realizados en cada microzona

| Corregimiento | Tipo de cimentación | Profundidad de desplante (m) | Capacidad portante (Ton/m2) | Notas |
|---------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|
| Pance | Zapatas | 1.5 | 21 | |
| El Hormiguero | Pilotes | 8 | Por fricción: 3.47 Por punta: 45 | Suelos licuables |
| La Elvira | Zapatas | 1.5 | 20 | |
| La Paz | Zapatas | 1.5 | 12 | |
| Golondrinas | Zapatas | 1.5 | 12 | |
| La Castilla | Zapatas | 1.5 | 12 | |
| Montebello | Zapatas | 1.5 | 42 | |
| Felidia | Zapatas | 1.5 | 18 | |
| La Leonera | Zapatas | 1.5 | 14 | |
| Pichindé | Zapatas | 1.5 | 14 | |
| Los Andes | Zapatas | 1.5 | 12 | |
| Villacarmelo | Zapatas | 1.5 | 23 | |
| La Buitrera | Zapatas | 1.5 | 23 | |
| Navarro | Zapatas | 1.5 | 12 | Se debe chequear licuación, en caso de ser positiva, es necesario cimentar con pilotes |
| | Pilotes | 7 | Por fricción: 3.15 Por punta: 28.5 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Coeficientes y curvas de diseño para edificaciones armonizadas con el reglamento NSR-10.

| Microzona Tc | Aa=0.25 | | Av=0.25 | | |
|-----------------|---------|------|---------|------|------|
| | Fa | TL | Fv | | |
| 1 | 0.55 | 0.86 | 3.00 | 0.99 | |
| 2 | 0.45 | 1.20 | 3.00 | 1.13 | |
| 3 | 43586 | 1.36 | 2.00 | 2.98 | |
| 4a | 0.75 | 1.20 | 2.00 | 1.88 | |
| 4b | Tc | 0.70 | 1.04 | 2.50 | 1.52 |
| | TL | 1.60 | 0.80 | 2.50 | 2.67 |
| 4c | Tc | 0.45 | 1.60 | 2.00 | 1.50 |
| | TL | 1.50 | 1.04 | 2.10 | 3.25 |
| 4d | 1.20 | 0.99 | 2.00 | 2.48 | |
| 4e | 0.95 | 0.91 | 3.00 | 1.81 | |
| 5 | Tc | 0.60 | 1.12 | 2.50 | 1.40 |
| | TL | 1.35 | 0.83 | 2.50 | 2.34 |
| 6 | 1.15 | 1.09 | 2.50 | 2.61 | |

Aunque los parámetros establecidos en las tablas 15-17 sirven de guía para la selección de la cimentación apropiada para las edificaciones en las distintas zonas de la ciudad, en cada caso particular se debe seguir el procedimiento general de estudios

y análisis para la selección de la cimentación de la edificación. La Tabla 18 muestra un ejemplo del análisis que se debe realizar como soporte para la selección de una alternativa de cimentación.

Tabla 18. Alternativas de cimentación para edificaciones - Cuadro comparativo de costos

| Alternativas de cimentación para edificaciones - Cuadro comparativo de costos | | | | | | | | | | |
|---|------|-------------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Descripción de la Actividad | Und. | Alternativas Típicas de Cimentación | | | | | | | | |
| | | Zapatras | | | Losa de Cimentación | | | Pilotes o Caissons | | |
| | | Cantidad | Vr. Unitario (\$) | Vr. Total (\$) | Cantidad | Vr. Unitario (\$) | Vr. Total (\$) | Cantidad | Vr. Unitario (\$) | Vr. Total (\$) |
| Localización y replanteo | m2 | X | | | X | | | X | | |
| Excavación de cimientos | m3 | X | | | X | | | X | | |
| Utilización de lodos bentoníticos | m3 | | | | | | | X | | |
| Entibados | m2 | X | | | X | | | | | |
| Bombeo de aguas | días | X | | | X | | | X | | |
| Concreto para solados e = 5 cms, f'c : 175 kg/cm2 | m2 | X | | | X | | | X | | |
| Concreto para Zapatas f'c : xxx kg/cm2 | m3 | X | | | | | | | | |
| Concreto para Losa de cimentación f'c : www kg/cm2 | m3 | | | | X | | | | | |
| Concreto para Pilotes f'c : yyy kg/cm2 | m3 | | | | | | | X | | |
| Concreto para cabezales f'c : yyy kg/cm2 | m3 | | | | | | | X | | |
| Concreto para vigas de amarre y enlace en cimentación f'c : zzz kg/cm2 | m3 | X | | | | | | X | | |
| Acero de refuerzo Fy : 4.200 kg/cm2 | kg | X | | | X | | | X | | |
| Rellenos con material de sitio | m3 | X | | | X | | | X | | |
| Rellenos con material importado | m3 | X | | | X | | | X | | |
| Aseo permanente | días | X | | | X | | | X | | |
| Evacuación de material sobrante | m3 | X | | | X | | | X | | |
| Limpieza final (hasta nivel de cimentación) | m2 | X | | | X | | | X | | |
| Costos Totales Absolutos | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Estructura

■ Diseño y cálculo estructural

Esta sección pretende llamar la atención de los diseñadores estructurales para que, sin interferir de manera directa en sus costumbres y procedimientos de diseño, no pierdan de vista los principios y chequeos fundamentales en todos los temas del alcance de su trabajo, más aún cuando dentro de su staff involucran personal de diferentes grados de experticia. De esta manera se asegura que prevalezcan en el planteamiento y diseño del sistema estructural criterios de seguridad de la construcción, durabilidad, buena relación costo-eficiencia y bajo costo de mantenimiento.

Ninguna labor debe ser subestimada. Es tan importante la concepción del sistema estructural como el desarrollo detallado de cada objetivo del contrato. Tareas que se delegan a personal de menor rango tal como la correcta evaluación de las cantidades de obra que permitirán un estimado de costos confiable deben ser delegadas en personal bien preparado en esos temas. El liderazgo del proyecto, en todas sus instancias debe estar a cargo de profesionales experimentados e idóneos que controlen la calidad del trabajo de cada miembro del equipo.

Para el diseño de las sedes educativas en terrenos con áreas reducidas, se proyectan edificaciones con tres niveles (excepcionalmente con cuatro niveles) y por ende con alturas inferiores a 15 metros. Sin embargo, estas edificaciones de menor tamaño deben regirse por los mismos parámetros de excelencia que los equipamientos de gran escala. Seguir las normas

de diseño correspondientes y las sugerencias desarrolladas a lo largo de este capítulo permite asegurar que la inversión perdurará sin afectaciones significativas en el tiempo de servicio, o aproximadamente 50 años. Los ahorros que se logren en el período de post-venta y en mantenimiento, podrán ser reasignados a la etapa de operación, mejorando la calidad de la educación de nuestra ciudad.

■ Coordinación con los Equipos de Trabajo

Cuando el diseñador arquitectónico localiza su anteproyecto en el layout definiendo la posición, forma y dimensiones de las edificaciones que conformarán la sede educativa, empiezan las intervenciones del diseñador estructural, quien deberá realizar una serie de actividades descritas a continuación.

1. Como tarea preliminar, se debe evaluar de manera aproximada las cargas que el tipo de estructura pre-seleccionada transmitirá al terreno o suelo de soporte.
2. El estudio geotécnico es un insumo fundamental para el diseñador estructural. Conocer desde el inicio el sitio donde se desarrollara el proyecto, las características del suelo y los accidentes geográficos que rodean la zona del lote a desarrollar es muy importante para que se propicie una posterior interacción entre el equipo de diseño de arquitectura y el equipo de diseño estructural.
3. El geotecnista, con la localización de cada edificio y la valoración de las cargas hipotéticas para cada edificación, podrá definir la ubicación de los sondeos para extraer las muestras de suelo que tras ser analizadas mostrarán las

- características más importantes para tener en cuenta en el diseño de la cimentación de cada edificación.
4. Posteriormente, con esa información y los trabajos de campo del ingeniero geotecnista, se deben propiciar reuniones iniciales, entre el geotecnista, los arquitectos y el calculista para analizar las ventajas y limitaciones de los diseños con relación al sitio de fundación. El objetivo de esas reuniones es hacer cuestionamientos acerca del informe para resolver dudas que minimicen los problemas durante la construcción e incluso en la vida útil del proyecto. Esos primeros filtros agilizarán, indudablemente, los informes definitivos y sus entregables.
 5. En Colombia es común que el ingeniero geotecnista exprese en su informe la recomendación del tipo de cimentación que requiere cada edificación, incluso analizando dos o tres alternativas. Sin embargo, es responsabilidad del ingeniero estructural realizar todos los chequeos, incluso realizar el estimado de costos para seleccionar la alternativa más conveniente con la mejor relación costo-eficiencia.
 6. Es tarea del ingeniero estructural evaluar los costos de al menos dos de las alternativas más convenientes, de tal manera que se tenga certeza que la buena técnica va acompañada de un criterio económico que justifique la mejor relación beneficio-costos para escoger la alternativa de cimentación. Debe evitarse diseños de sistemas de cimentación que generen en campo complicaciones en la construcción, sobre costos por altos volúmenes de excavación o bombeo (en el caso de tener niveles freáticos altos) y posibles riesgos de estabilidad o afectación a las construcciones vecinas.
 7. Cualquier cambio del diseño arquitectónico deberá ser re-evaluado por la parte estructural. En algunos edificios es posible que los muros transversales continuos sean evitados para dar más flexibilidad al uso de los espacios, integrando, por ejemplo, dos aulas individuales para convertirlas en un aula máxima o en un aula múltiple.
 8. La coordinación con los diseñadores de los proyectos de redes de servicios eléctricos e hidrosanitarios, la red contra incendio y el aire acondicionado, entre otros, complementarán la información que debe tenerse en cuenta tanto en memorias como en planos que consoliden la ingeniería de detalle, además del informe del estudio geotécnico y la implantación arquitectónica de edificios y sus ambientes.

■ Aspectos a tener en cuenta en el diseño estructural

Como se describe en la primera parte de esta sección, el hecho de diseñar edificaciones de baja altura no demerita el cuidado responsable que debe tenerse para hacer un diseño racional y duradero en las instituciones educativas.

Se sugiere una lectura juiciosa del documento ACI-314R-16 – “Guide to Simplified Design to Reinforced Concrete Buildings”. Este documento muestra técnicas de diseño y métodos simplificados que facilitan y agilizan el diseño de edificaciones de baja altura dentro de ciertas limitaciones. Sugerimos tenerlo en cuenta pues no debemos olvidar que el documento base que dio origen a esta guía fue desarrollado en Colombia en el año 2002 por ingenieros del Instituto Colombiano de Normas



Fuente: SEM

Ejemplo del proceso constructivo de una estructura de concreto reforzado.

Técnicas y Certificación – ICONTEC – y de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS -.

Este documento recomienda tener en cuenta, entre otras, las siguientes actividades:

- Identificar claramente en memorias y planos los códigos de diseño que se emplearán.
- Definir los estados límites de la estructura.
- Definir el método de diseño a seleccionar.
- Identificar el nivel de servicio.
- Definir la factibilidad del uso de la guía.
- Determinar los parámetros a usar de acuerdo con la localización, el uso y el sistema estructural de las edificaciones (aplicado al Título A de la NSR-10 vigente o la versión posterior equivalente).
- Definir el valor de las cargas permanentes y temporales según el uso (ver Título B de la NSR-10 vigente o versión posterior equivalente). Definir las combinaciones de carga según las hipótesis y el método de diseño aplicables.
- Determinar, en los códigos de diseño seleccionados y según los materiales escogidos para conformar el sistema estruc-

- tural, las características de resistencia y aplicabilidad de normas.
- Escoger el sistema de piso preferido (diafragma), identificando sus bondades y limitaciones, además de las características a cumplir cuando se trate de aberturas y las recomendaciones acerca del detalle del acero de refuerzo e integridad estructural, etc.
- Determinar las recomendaciones para el diseño detallado de zapatas, cimientos corridos, losas de cimentación, pilotes, caissons, muros de contención, vigas, columnas y muros de cortante, entre otros, que hacen parte del sistema de resistencia sísmica.
- Chequear las derivas de cada nivel en cada una de las edificaciones para evitar daños en los muros divisorios y muros de culatas.
- Determinar las recomendaciones de análisis y diseño de los elementos no-estructurales, pues aunque no hacen parte del sistema de resistencia sísmica, deben ser producto de un diseño para que no se conviertan en potenciales originadores de riesgo.
- Eliminar la posibilidad de formación de “columnas cortas”.
- Establecer las bases de diseño de elementos como tanques, fosos de elevadores, rampas, torres, etc. y recurrir a códigos especiales si no estuvieran contenidos dentro de la norma NSR-10 vigente o la versión posterior equivalente.
- Utilizar los parámetros de diseño que brinda el estudio geotécnico para diseñar las fundaciones, previo reconocimiento del sitio de la obra.
- Diseñar las cimentaciones verificando los criterios de capacidad admisible y de carga, los límites de asentamientos totales, límites de asentamientos diferenciales y proporcionalidad del área de las fundaciones respecto al área de la edificación, entre otros.
- Tener en cuenta las particularidades que ofrecen los suelos con probabilidad de licuefacción y/o aquellos con moderado, alto o muy alto potencial expansivo a fin de subsanar a nivel de subestructura todo lo que pueda afectar las superestructuras.
- Evaluar la viabilidad de los tipos de cimentación a usar (zapatas aisladas, cimientos corridos, losa de cimentación, pilotes, caissons, columnas de grava, etc.), previa evaluación desde el punto de vista de costos. Debe evaluarse al menos dos alternativas para seleccionar la que mejor relación beneficio-costos brinde para el proyecto, según parámetros establecidos en la Tabla 18 de la sección de cimentación.

■ Recomendaciones para la elaboración de los planos de diseño

El primer plano de la serie debe contener la información de cada edificación y además notas específicas en las cuales se determine con absoluta claridad:

- a. Códigos (normas) de diseño aplicadas.
- b. Especificación de materiales (concretos, acero de refuerzo, acero estructural, tornillería, soldadura, rellenos pétreos, morteros, mampostería, aditivos, etc.).

ESPECIFICACIONES MATERIALES

NOTA: TODA CELDA CON REFUERZO VERTICAL O DOVELA SE DEBE RELLENAR CON MORTERO. USAR MORTERO DE PEGA DE 1 CM PARA LA JUNTA HORIZONTAL Y VERTICAL. DEBE LLEVAR CAL O RETENEDOR DE AGUA.

MATERIALES

Ladrillo, f_{cu} = 18 MPa
 Mortero de Pega, f_{cp} = 12.5 MPa
 Mortero de Relleno, f_{cr} = 12.5 MPa
 Unidad de Mampostería, f_m = 7 MPa

DOSIFICACION MORTERO DE PEGA

CEMENTO: 1
 CAL HIDRATADA: 0.25
 ARENA: 2.5

DOSIFICACION MORTERO DE RELLENO TIPO GRUESO

CEMENTO: 1
 ARENA: 1.5

NOTA: ESTAS DOSIFICACIONES NO EXIMEN LA NECESIDAD DE HACER PRUEBAS DE RESISTENCIA PARA OBTENER EL f_m ESPECIFICADO.

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de especificación de materiales, incluye información sobre dosificación.

- c. Longitudes de anclaje, longitudes de traslape, diámetros de doblamiento, entre otros parámetros del acero de refuerzo.
- d. Esquemas genéricos aplicables a las estructuras de concreto reforzado.
- e. Esquemas genéricos aplicables a las estructuras de acero estructural.

| | |
|--|--|
| JUNTA PATIN-END PLATE | |
| PENETRACION COMPLETA (CJP) AWS TC-U4b 5/16" Soldadura filete respaldo | |
| JUNTA ALMA-END PLATE | |
| SOLDADURA FILETE AMBOS LADOS O PENETRACION COMPLETA | |

ESPECIFICACION PINTURA PARA ESTRUCTURA DE ACERO

- LIMPIEZA: MECANICA SSPC SP1 o SP3
- ANTICORROSIVO: ALQUIDICO 3 MILS
- ACABADO: ESMALTE ALQUIDICO 3 MILS

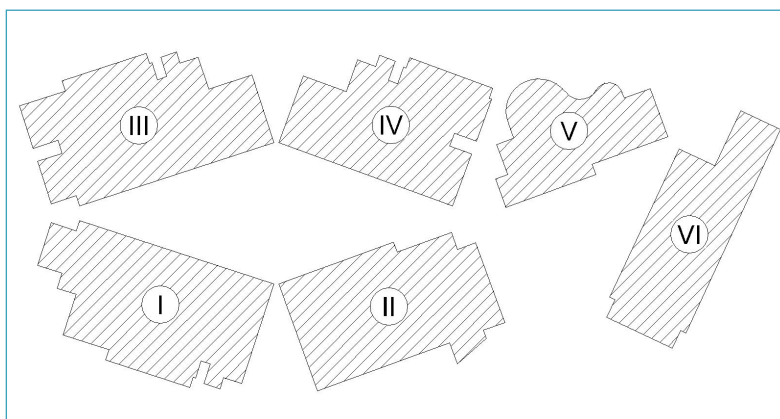
Fuente: Elaboración propia

Ejemplo especificación de pintura para acero, incluyendo información sobre la limpieza, anticorrosivo y acabado.

- f. Cuadro de cargas (muertas, vivas, de viento, de fluidos) para cada nivel (losas de entrepiso y cubiertas) de las edificaciones, e incluso por espacio atípico (aulas, laboratorios, biblioteca, coliseos, teatrino, escaleras, puentes de conexión entre edificaciones, etc.), si se requiere.
- g. Notas especiales que el diseñador considere que se debe tener en cumplir de manera obligatoria, incluyendo advertencias importantes sobre el proceso constructivo (por ejemplo, conformación de lastres antes de rellenar los muros laterales de estructuras enterradas que puedan verse

sometidas a flotación por un alto nivel freático, apuntalamientos necesarios a elementos antes de que el concreto alcance su resistencia de diseño para evitar deflexiones indeseables, casos específicos en que se requiera colocación de concretos en primera y segunda etapa, aplicación de epóxicos para anclajes, tratamiento de juntas, etc.).

Cada plano debe identificar el contenido del mismo clasificado por el edificio al cual pertenece y debe contener al menos la especificación de los materiales que muestra. Además, debe hacer referencia al plano No. 1 en donde se consignan todas las notas que se recomiendan en el párrafo anterior.



Ejemplo de identificación de bloques de interés.

Fuente: Proyecto SEM

La codificación de planos y documentos en general, deberá ser coordinado entre el diseñador y los funcionarios de infraestructura de la Secretaría de Educación Municipal de Cali.

Mientras se obtiene la resolución de diseño final aprobado, todos los planos deben tener la marca de “PLANO PRELI-

MINAR”, no importa la revisión en la cual vaya. Cuando sea aceptado por las dependencias correspondientes (curaduría, el DAPM o la misma SEM) se le impondrá el sello de “APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN “.

En la etapa de construcción seguramente pueden surgir cambios que deban ser realizados con la aprobación de la interventoría. Al final de la obra, el contratista debe entregar planos con la versión final, en la que se incluyan todos las modificaciones que se aprobaron en el transcurso de la obra. Esos planos tendrán el sello de “PLANOS AS BUILT” y se guardarán tanto en medio físico como en medio magnético, junto con todos aquellos documentos de la historia del proyecto.

Por último, además de tener en cuenta las recomendaciones anteriores, es muy importante que los productos entregables, como la memoria de cálculos, los planos y las cantidades de obra, sean completos, claros y suficientemente detallados, de tal manera que se evite incertidumbre por parte del constructor y del interventor de la obra.

Lineamientos eléctricos

El proceso de formulación del componente eléctrico de cada proyecto debe contemplar los aspectos técnicos, logísticos y económicos que se requieren para la conexión definitiva de la red interna a la red del proveedor de servicios que corresponda. El producto final de los diseños técnicos debe dedicar un aparte que defina el proceso y los recursos necesarios para la conexión definitiva, etapa que estará a cargo del contratista que desarrolle la construcción de la infraestructura.

■ Cálculo de cuadros de carga

Las cargas del sistema eléctrico en las instituciones educativas resultan de la suma de cada una de las potencias demandadas de los equipos a instalar en cada una de las unidades que conforman los espacios físicos de la edificación. Estas cargas han sido asociadas a los tableros de distribución. El cálculo de cuadros de carga deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberá realizar el diagrama unifilar.
- Se deberá calcular el cuadro de cargas del gabinete de baja tensión, con el fin de validar los cálculos de regulación.
- Se deberá calcular el cuadro de cargas de los tableros de distribución, con el fin de validar los cálculos de regulación.
- Tener coherencia entre el cuadro de carga y el diagrama unifilar.
- Si la institución cuenta con un ascensor se recomienda que el circuito venga de un tablero de distribución independiente.
- Si la institución cuenta con equipos de la red contra incendio se deberá especificar las cargas eléctricas proyectadas en el tablero de bombas, con el fin de conocer el tipo de máquinas o motores que gobiernan.
- En el diseño se deberá especificar si los tableros de distribución se proyectan con espacios para totalizador.

- Por cada bloque se recomienda proyectar un tablero de distribución.

■ Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico

El análisis de coordinación de aislamiento obedece a los niveles de media y alta tensión conforme al requerimiento del RETIE y lo consignado en las normas IEC 71-1, IEC 71-2 e IEC 71-3. Para tal fin se debe tener en cuenta la selección de la soportabilidad o resistencia eléctrica de los equipos eléctricos componentes de ésta instalación a niveles de tensión de 13200V y su aplicación en relación con las tensiones que pueden aparecer en el sistema en el cual los equipos serán utilizados. Se debe tener en cuenta las características de los dispositivos de protección disponibles, de tal manera que se reduzca a niveles económicos y operacionalmente aceptables la probabilidad de que los esfuerzos de tensión resultantes en los equipos y elementos no causen daño al aislamiento o afecten la continuidad del servicio.

■ Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos

El propósito de la evaluación del factor de riesgo es establecer la necesidad de utilizar un sistema de protección contra rayos en una estructura dada. El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (Resolución 90708 de agosto de 2013), obliga a efectuar una evaluación del riesgo ante descargas atmosféricas, de acuerdo a la NTC 4552-1-2-3, principalmente en las instalaciones donde se presente una concentración de personas. Las edificaciones de altura o magnitud constructiva y las edificaciones que prestan un servicio público esencial es-

tán obligadas a realizar esta evaluación. Se deberá presentar el análisis de nivel de riesgo por rayos al implementar el nivel de protección (NPR).

■ Análisis de riesgos de origen eléctrico

Se debe realizar la matriz de análisis de riesgo eléctrico que se evalúa para considerar los riesgos potenciales, ya que en las obras en construcción se pueden presentar contingencias en el momento de la energización en los tableros y por maniobras en las redes de baja tensión. Como recomendación, es importante tener presente que los requisitos contenidos para evitar riesgos de origen eléctrico son de obligatorio cumplimiento en todos los niveles de tensión y en todos los procesos.

■ Cálculos de sistema

Adicionalmente, se debe realizar un análisis del nivel de tensión requerido conforme a lo establecido en las Normas del Operador de Red y de acuerdo a los circuitos de distribución primarios disponibles en la zona del emplazamiento. Por otro lado, el diseñador debe definir la pertinencia de llevar a cabo un cálculo de campos electromagnéticos.

Se recomienda realizar un cálculo de transformadores, definido como el resultado de un censo de la carga instalada en cada uno de los bloques, las áreas comunes, el sistema hidráulico y la iluminación de los sótanos. Este valor es ajustado en el diseño con factores de diversidad en cada uno de los circuitos alimentadores.

Si la carga da para la instalación de un transformador, el proyecto de diseño de media tensión debe estar aprobado por el operador de la red. Sin la aprobación del operador de red el diseño no será recibido. Asimismo, es recomendable que la bomba de la red contra incendio sea eléctrica para sumarla a la carga del transformador. En los comités de planificación se definirá si la bomba debe ser de diésel o eléctrica, aunque por lo general es recomendable que sea eléctrica.

Para el cálculo del sistema de puesta a tierra se debe presentar un informe, anexo o soporte técnico de medición de la resistividad promedio, como lo especifica el documento de memoria de cálculo. Para el cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes, cortocircuito y falla a tierra se debe realizar un análisis basado en los datos básicos suministrado por el departamento de proyectos del operador de red.

Se debe entregar el análisis de cálculo económico de conductores dimensionados para la acometida principal y el cálculo económico para los circuitos alimentadores que presente el proyecto. También se debe calcular las pérdidas de energía en cables de potencia que son el resultado del calor generado en el conductor. La rapidez con que se genere este calor es lo que determina la temperatura final del conductor para una instalación dada.

Se deberá tener en cuenta lo establecido en el RETIE para la verificación de los conductores dimensionados, “teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.”.

Las canalizaciones son conductos cerrados, de sección circular, rectangular o cuadrada, de diferentes tipos (canaletas, tubos o conjuntos de tubos, prefabricadas con barras o con cables, ductos subterráneos, entre otros) destinados al alojamiento de los conductores eléctricos de las instalaciones. Las canalizaciones, así como sus accesorios y en general cualquier elemento usado para alojar los conductores de las instalaciones debe cumplir los requisitos establecidos en el RETIE resolución número 90708 de agosto 30 de 2013.

Se debe calcular la regulación para la acometida principal y el cálculo de regulación para los circuitos alimentadores que presente el proyecto.

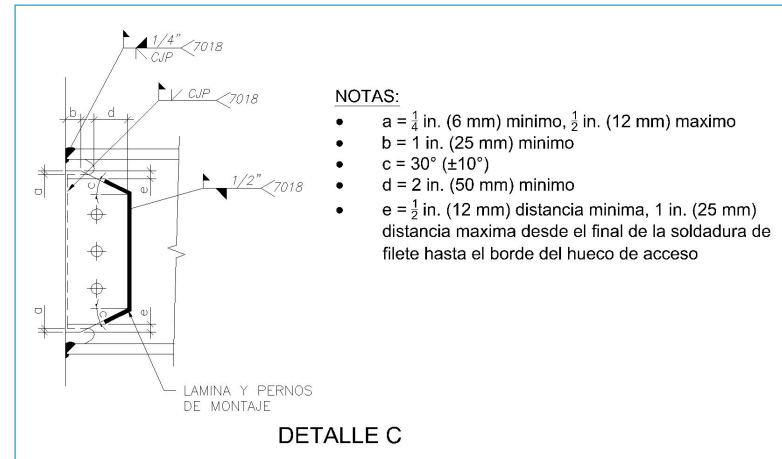
Se recomienda clasificar las áreas según lo establecido en el artículo 27.6 del RETIE, “Clasificación de las Instalaciones de Uso Final”, haciendo una breve mención expresa de los tipos de instalación que se menciona en dicho artículo.

■ Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción

Se deberá comprobar si el espacio del comedor aplica como área con alta concentración de personas y se recomienda comprobar en otros tipos de espacios, como corredores, pasillos y aulas. Los planos de los sistemas de distribución de luminarias y tomacorrientes deberán tener el trazado de conductores sobre cada tramo de tubería esquemática.

Se debe presentar el sistema de iluminación de emergencia, como lo establece el reglamento RETILAP, y presentar resultados fotométricos del sistema de iluminación de emergencia

para el proyecto. Los planos deben contener notas con recomendaciones, convenciones, normas a cumplir, responsabilidad, detalles, etc.



Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de los detalles del sistema, incluyendo notas y normatividad a cumplir.

Las especificaciones de construcción se tienen que presentar como anexos en los planos y un manual de mantenimiento de aparatos y de equipos.

Se deberá garantizar que el diseño cumpla con las distancias de seguridad mínimas de aproximación a equipos energizados. Para las distancias de seguridad para celdas de baja tensión se debe tener en cuenta una serie de recomendaciones. En primer lugar, el cuarto de bombas y el cuarto técnico eléctrico deben ser zonas independientes. Además, el tablero general de baja tensión debe estar separado de la planta de emergencia por un muro corta fuego, una malla eslabonada u otro elemento a criterio del diseñador y como el inspector RETIE lo acepte dependiendo del espacio.

El diseño y construcción de los distintos componentes del sistema eléctrico deben atenerse a las siguientes especificaciones:

- Todo cableado debe ser libre de halógeno para evitar emanaciones. Se utiliza cable tipo Cintex, No.12 (nunca alambre), cable de 7 hilos libre de halógenos, tolerancia del 100%.
- Todo cable debe ir por ducto cerrado, si es expuesto al exterior debe estar contenido en tubería MT.
- Se deben usar cajas de paso o conduletas, en reemplazo de curvas.
- Se deben utilizar empalmes rígidos.
- El paso de instalaciones eléctricas por cielos falsos debe realizarse con cajas metálicas o galvanizadas con tapa ciega y utilizar prensa estopa para realizar desviaciones.
- Las derivaciones de iluminación se deben aterrizar chasis a tierra y se realizan con cable encauchetado, con toma y clavija aérea.
- Debe realizarse una conexión a tierra para cada circuito monofásico y todas las bandejas y ductos eléctricos deben aterrizar con cable desnudo.
- Los circuitos deben tener máximo 800 VA (8 tomas por circuito), recomendando considerar aproximadamente entre 20% y 30% de reserva para conexiones eléctricas en zonas administrativas por los equipos que podrían conectarse, como fotocopiadoras, cargadores, sonido, etc. (6 tomas por circuito).
- Debe considerarse un tablero de baja tensión (tablero principal) que reparte a cada caja de breaker.
- Los aires acondicionados deben tener un tablero independiente, nunca compartido con tomas u iluminación. Debe considerarse el uso de una toma en C GFCI (mínimo 1 UND).
- Toda Institución educativa debe considerar una caja de Breaker para la red regulada y una UPC.
- Cuando la institución educativa sea un colegio técnico debe considerarse un tablero independiente para la maquinaria y los dispositivos de los talleres con circuito independiente.
- Los pases en las instituciones educativas se realizan mediante cajas metálicas o plásticas en el cielo falso y en PVC cuando sean empotradas. Las cajas de paso en excavación en piso para evitar contacto con los estudiantes requieren una medida interna de 0,60 m x 0,60 m.
- Los tableros deben quedar “equipo-tenciados” para evitar desbalances en las fases y el neutro flotante. El neutro de estar aterrizando a tierra.
- Se recomienda utilizar en las iluminaciones retornos generales. Usar cable azul o diferente para que no se confunda con la fase neutro y la tierra.
- El cableado en todas las instituciones educativas debe ser libre de halógeno.
- Utilizar cable con certificación de producto y de RETIE #12,

- cable de 7 hilos libre de halógenos con tolerancia del 90%.
 - La tubería EMT debe quedar debidamente marcada con cinta naranja de al menos 10 cms de ancho para distinguirse de otros usos.
 - No se deben instalar tuberías no metálicas livianas (Tipo A) expuestas ni en cielos falsos. Solo se admiten si van embebidas en concreto o materiales resistentes al fuego un mínimo de 15 minutos.
 - Las tuberías eléctricas metálicas se deben instalar como un sistema completo. Como establece la sección 300 de la norma NTC, las canalizaciones y conjunto de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, armarios, herrajes y otros encerramientos.
 - En las canalizaciones o ductos portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.
 - Las canalizaciones, cajas, armarios, armaduras de cables y herrajes metálicos deben ir puestos a tierra según los requisitos del artículo 250.
 - Las canalizaciones, armaduras y otros encerramientos metálicos de conductores se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar así a todas las cajas, herrajes y accesorios, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva.
 - Se debe instalar una caja o condeleta que cumpla lo establecido en las Secciones 370-16 y 370-28 en cada punto de empalme de un conductor, salida, punto de unión, punto de interruptor o punto de tensado de la tubería conduit, tubería eléctrica metálica, canalización superficial u otro tipo de canalización.
 - Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes deben estar bien sujetos. No se permite utilizar como único apoyo cables de soporte que no ofrezcan resistencia suficiente.
 - Debe considerarse un tablero general de baja tensión (tablero principal) que reparte a cada tablero de distribución.
 - Toda institución educativa debe considerar un tablero de distribución regulada.
- Adicionalmente, se debe seguir las siguientes recomendaciones particulares sobre los componentes del sistema eléctrico y su relación con los distintos ambientes escolares.
- Medición:** considerar una caja aparte con accesibilidad desde el exterior para EMCALI, hacia la zona de portería o acceso para lecturas. Se deben seguir las recomendaciones de la cartilla Colegios 10 y de la norma NTC 4595.
- Subestación:** debe cumplir los requisitos de la norma RETIE, considerando los aislamientos y demarcaciones específicas para esta área.

Señalizaciones: los tableros, subestación y cajas deben llevar rótulos tipo cinta contact naranja indicadora de tubería galvanizada metálica eléctrica. Los cables deben tener rotuladores de colores indicativos.

Acometida general: Cuando se atraviese una vía con la acometida principal, debe dejar un altura mínima de 5,0 metros.

Aulas: En los ambientes para el aprendizaje se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las tomas en áreas de permanencia de niños deben tener una altura de 1,70 m, según la norma NTC 2050 y RETIE.
- Se debe contemplar lámparas de 400 lúmenes (NTC-4595) y mínimo 4 tomas por aula, uno de ellas como regulador para el video beam y el computador.
- Se debe considerar la instalación de un cable HDMI entre el videoprojector y el punto de localización del docente.
- En las zonas de clima cálido debe haber dos ventiladores a una altura de 1,80 m. Se deben localizar en relación a rejillas o elementos de ventilación para hacer más eficiente su funcionamiento, garantizando la recirculación del aire.
- Los interruptores deben estar localizarlos a una altura de 1.60 m. Se recomiendan 6 salidas de iluminación, en ejes paralelos al tablero del aula. Las siguientes son configuraciones de referencia para su definición:

- Lámpara longitudinal de 1,2 x 0,30 de 48V = 4 unds (de mayor alcance).
- Lámpara cuadrada = 6 unds (de valor estético).
- Lámparas tubo policarbonato led – Lámparas tipo panel led.

Aulas polivalentes: considerar mayor vatiaje para mejorar la luminosidad y disminución de penumbra (50W mínimo). Debe utilizarse red empotrada para el nivel preescolar 100% embebida.

Administración: se debe considerar una reserva en el circuito para conexiones eléctricas, tanto puntos de conexión por cableado como inalámbrica.

Portería: debe considerarse un tomacorriente y una salida de iluminación.

Tienda escolar: se deben considerar cuatro tomacorrientes, uno de ellos tipo GFCI (protección contra humedad) y dos salidas de iluminación

Cocina y comedor: se debe considerar la utilización de una lámpara hermética con protector de policarbonato y tubos igualmente en policarbonato (nunca de vidrio). Este espacio debe tener un tablero independiente, considerando una conexión robusta debido a que soportan equipos de consumo alto para suplir los requerimientos del programa de alimentación escolar (PAE). Se debe utilizar cable No.8 para tomas y cable No. 12 para iluminación.

Comedor: se recomienda dejar tomas alrededor, previendo que esta zona de comedor es flexible y se convierte en es-

pacios para otras actividades (aproximadamente entre 6 y 8 tomas).

Pasillos: se recomienda el uso de lámparas tipo panel led y/o lámparas tipo tortuga, de bombillo normal, que permitan un fácil mantenimiento. En zonas susceptibles de recibir humedad por lluvias, se debe considerar lámparas herméticas para controlar la humedad.

Laboratorios: debe considerarse tomacorrientes para cada mesón GFCI, con protección contra humedad.

Escenarios deportivos: para estos espacios se recomienda el uso de reflectores tipo led de 200W a 110 o 220 voltios. La acometida para reflectores podrá ser expuesta con tubo galvanizado IMC, con uniones en rosca. Se recomienda el uso de luminarias de 400W - 600W tipo led, dos tomacorrientes a 110 y una toma especial a 220 para amplificadores.

Espacios múltiples: se recomienda dejar tomacorriente cada 4 o 5 m.

Lineamientos TICs

Se desarrollan a continuación las recomendaciones a tener en cuenta durante el proceso de diseño de los equipamientos educativos para el diseño e instalación de infraestructura de tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

- Todos los equipos de telecomunicaciones instalados en las instituciones educativas deben contar con un rack, el cual

debe cumplir con las especificaciones técnicas, teniendo en cuenta la posibilidad de crecimiento de los servicios.

- Las instituciones educativas deben contar con una UPS (unit power supply) que provea servicios de protección a los equipos conectados a la red eléctrica regulada.
- Los equipos de telecomunicaciones deben estar ubicados dentro del rack de comunicaciones y conectados a la red eléctrica regulada y deben estar debidamente etiquetados.
- Los cuartos de comunicaciones deben contar con aire acondicionado para regular la temperatura de los equipos y evitar recalentamiento de los mismos. Adicionalmente, deben estar aislados de la humedad.
- El sistema eléctrico debe contar con malla a tierra que permita proteger los equipos en situaciones de descargas eléctricas ambientales o propias del sistema.
- En la red eléctrica regulada deben ir conectados únicamente los equipos VPI y los equipos de comunicaciones del cuarto técnico. No se deben conectar elementos distintos a estos.

Lineamientos hidrosanitarios

El proceso de formulación del componente hidrosanitario de cada proyecto debe contemplar los aspectos técnicos, logísticos y económicos que se requieren para la conexión definitiva de la red interna a la red del proveedor de servicios que corresponda. El producto final de los diseños técnicos debe dedicar

un aparte que defina el proceso y los recursos necesarios para la conexión definitiva, etapa que estará a cargo del contratista que desarrolle la construcción de la infraestructura.

En esta sección se recogen los aspectos a tener en cuenta por parte del diseñador para el cálculo y diseño de cada uno de los sistemas del proyecto de redes de suministro de agua potable, desagües de aguas servidas y regulación de aguas lluvias de las sedes educativas del Municipio Santiago de Cali.

Se requiere vincular para el desarrollo del proyecto a personal con experiencia que defina las directrices generales y supervise permanentemente las actividades realizadas por su personal de apoyo para que el diseño propuesto, además de ser funcional, cumpla con la norma vigente.

Para el diseño de las sedes educativas se proyectan edificaciones con tres niveles, y excepcionalmente con cuatro niveles, lo que implica que en algunos casos debe diseñarse una red contra incendios con sistemas de rociadores, aunque la sede se clasifique como de riesgo leve por los materiales de baja combustibilidad que contiene. Se requiere el desarrollo de los siguientes condicionantes de la red contra incendios:

- Análisis de información para dimensionamiento, diseño y dotación de la red contra incendios (tanque de suministro, regulación, incendio).
- Estructuras de interceptores y separadores.
- Redes de infiltración, etc.
- Almacenamiento de aguas lluvias para su posterior tratamiento y distribución interna de forma clasificada.

El alcance del diseño y la construcción del sistema hidrosanitario incluye gestiones administrativas como la solicitud de disponibilidad de servicios y de puntos de conexión y entrega, la inspección del sitio de la obra, la obtención de certificación y aprobación del proyecto y la coordinación con el equipo de diseño de los proyectos, incluyendo el arquitecto, el calculista y los demás especialistas técnicos.

El reconocimiento de la zona donde se desarrollará el proyecto permitirá tomar decisiones de carácter técnico sobre condiciones hidrológicas, meteorológicas o de peligro de inundación para definir si se requiere gestionar acuerdos con entidades competentes como Emcali, CVC y el DAGMA.

El planteamiento arquitectónico y estructural definirá los compromisos con entidades como el Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios para diseño del sistema de detección de incendios y el planteamiento de las redes y elementos del sistema contra incendio. Se debe procurar el diseño de un sistema independiente y de conexión de fácil operación.

Las rutas para el trazado de redes se acuerdan con todo el equipo de trabajo, a fin de no interferir con otros sistemas y prevenir intersecciones que afecten la resistencia de la estructura. Se deben definir puntos de recorridos verticales (buitrones), la ubicación de tanques y cuartos de equipos, las capacidades de energía requerida para su funcionamiento, las líneas de aparatos y griferías a utilizar y las alturas requeridas para las redes descolgadas. En estas discusiones de equipo se resuelven dudas respecto al tipo de terreno para tratamiento de aguas de escorrentía y todas aquellas situaciones que permitan minimizar los problemas durante la construcción de la obra

y a lo largo de la vida útil del proyecto. Estas actividades agilizarán, indudablemente, los informes definitivos y sus entregables. Cabe recalcar que cualquier cambio del diseño arquitectónico o en los proyectos técnicos deberá ser re-evaluado por la parte del diseñador para ajustar su proyecto, memorias y planos, si fuere necesario.

Para el diseño del sistema hidrosanitario se debe identificar los códigos de diseño que se emplearán, como el Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias (NTC 1500 Tercera actualización), basado en el documento Uniform Plumbing Code del año 2000 del International Association of Plumbing & Mechanical Officials (IAPMO), y las demás resoluciones y decretos utilizados como referencias normativas de diseño, incluyendo la resolución 549 de 2015.

Los planos deben contener especificaciones de materiales, definición de pruebas requeridas, isometrías, símbolos y convenciones y detalles, entre otros aspectos. Además, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos en los diseños:

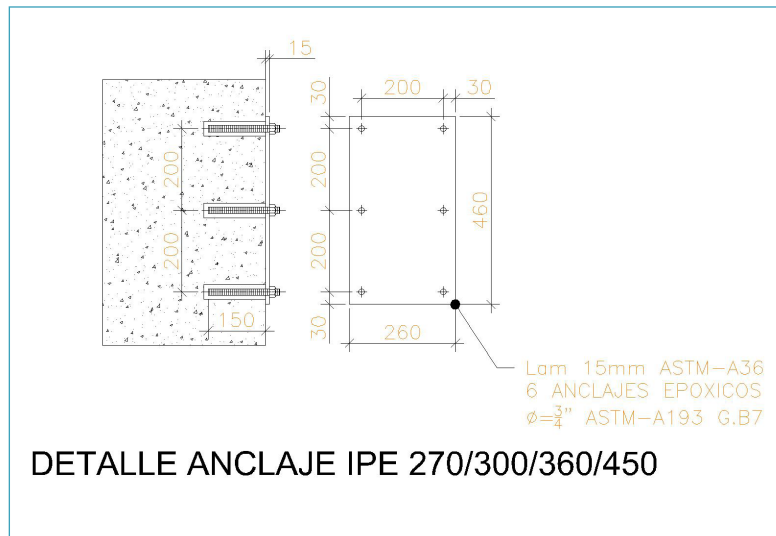
1. Los planos deben contener la información de cada nivel de la edificación y notas específicas en las cuales se determine con absoluta claridad:
 - a. Alcances y responsabilidades
 - b. Códigos (normas) de diseño aplicadas.
 - c. Simbología

| CONVENCIONES ELECTRICAS | |
|-------------------------|--|
| | TABLERO DE CONTADORES |
| | TABLERO DE AUTOMATICOS |
| | LSFIM 2x16W HD, Iluminaciones Tecnicas |
| | LAMPARA SOBREPONER 2x54W MARCA ILUMINACIONES TECNICAS |
| | BALA 15W CILINDRO SOBREPONER |
| | APLIQUE ITD641, 10W HD. |
| | BALA LED 33W, Iluminaciones Tecnicas |
| | BALA PISO 50W Iluminaciones Tecnicas |
| | LAMPARA ORNAMENTAL 70W SODIO MARCA ROY ALPHA |
| | REFLECTOR HD 100W |
| | LAMPARA EMERGENCIA |
| | SEÑAL SALIDA |
| | CAMARA C.C.T.V. |
| | CAJA 8"x8" T.V. |
| | TUBO QUE SUBE |
| | TUBO QUE BAJA |
| | TUBERIA POR CIELO |
| | TUBERIA POR PISO O PARED |
| | TUBERIA ACOMETIDAS |
| | TUBERIA TELEFONO |
| | TUBERIA TELEVISION |
| | TUBERIA ALARMAS |
| | TUBERIA SONIDO |
| | TUBERIA CCTV. |

Fuente: SEM

Ejemplo, en este caso de un plano del sistema eléctrico, con las convenciones y simbología utilizada en los planos.

2. Los diseños deben especificar los materiales a ser utilizados, incluyendo clases de tuberías, longitud de tramos, pendientes, diámetro, sentido de flujo, cotas de entrada y salida de la tuberías y cajas de inspección.
3. Los diseños deben especificar los cuadros de equipos de bombeo con especificaciones y condiciones de operación.
4. Los diseños deben contener como mínimo los siguientes detalles:
 - a. Elementos de extinción de incendios: toma de agua para la red de incendio.
 - b. Elementos de fijación: suspensores, soportes, anclajes.
 - c. Medidor: características y conexión
 - d. Tanque: cortes y plantas
 - e. Pasamuros
 - f. Cuarto de bombas
 - g. Drenes
 - h. Cimentación de tuberías
 - i. Trampa de grasas, desarenador, rejillas, canales, cajas de inspección
 - j. Trazado de la red de ventilación: localización de terminales y terminal de cubierta
 - k. Baterías sanitarias: conexión duchas, isometrías
 - l. Empalme red de acueducto y alcantarillado
5. Cada plano debe identificar su contenido y clasificarlo por el edificio y nivel al cual pertenece. Los planos deben contener al menos la especificación de los materiales que muestra y una referencia al plano en el cual se consignan todas las notas que se recomiendan en el punto 4.
6. La codificación de planos y documentos en general deberá ser coordinado entre el diseñador y los funcionarios de infraestructura de la Secretaría de Educación Municipal de Cali.
7. Mientras se obtiene la resolución de diseño final aprobado, todos los planos deben tener la marca de “PLANO PRELIMINAR”, no importa la revisión en la cual vaya. Cuando sea aceptado por las dependencias correspondientes (curaduría o el DAPM) se le impondrá el sello de “APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN”.



Fuente: SEM

Detalles de los elementos suspensores en el diseño, en este caso de los anclajes.

8. Se debe entregar planos y memoria de cálculo (potencia de equipos, caudales, presiones, pérdidas, capacidad de bajantes, dimensionamiento de tanques, caudales de aguas lluvias, velocidad de flujo, capacidad de bajantes; etc.).
9. Las especificaciones técnicas son un complemento de los planos e incluyen aspectos constructivos a tener en cuenta y el proceso de inspección de redes y pruebas, recomendaciones para operación y mantenimiento de equipo de presión, el procedimiento para desinfección de redes y para evacuación de caudales de acumulación, las unidades de medida y formas de pago.
10. Los planos y cantidades de obra deben ser completos, claros y suficientemente detallados, de tal manera que evite incertidumbre durante el proceso constructivo y de operación de los sistemas.

■ Tanques de regulación de aguas lluvia

El artículo 163 del POT de Santiago de Cali indica que toda nueva urbanización deberá contar con sistemas de regulación de caudales que garanticen que no se harán aportes a la red de drenaje pluvial superiores a los que entrega el predio en las condiciones previas al desarrollo. La empresa prestadora del servicio de alcantarillado define si el área de cubiertas y redes colectoras de aguas lluvias producen un aumento considerable en el caudal pico entregado a la red de drenaje pluvial local. Este impacto se mitiga con la construcción de un tanque con capacidad de regular el caudal almacenado para posteriormente descargar a la red de manera controlada. Para el cálculo y determinación de la capacidad de este tanque se requiere:

- Recopilación de información hidroclimatológica en el área de influencia del proyecto.
- Características dimensionales de la zona, para establecer el tiempo de concentración.
- Determinación de curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF).
- Cálculo de áreas de drenaje.
- Determinación de coeficiente de escorrentía y tiempo de concentración.
- Cálculo del caudal de diseño.
- Análisis de la información para diferentes histogramas y duración de tormentas.

El volumen se define para almacenar el caudal excedente al pico del proyecto sin urbanizar en un periodo de retorno de cinco años como mínimo. En lo posible, se debe proyectar la entrega del agua almacenada por gravedad al colector de aguas lluvias. De requerirse equipos de bombeo, se deben especificar, en lo posible, bombas sumergibles para aguas residuales. El caudal de bombeo debe ser igual al caudal pico del área del proyecto sin urbanizar.

Lineamientos de gas natural

El diseño de las redes internas de gas natural para las sedes educativas está definido por lo enmarcado en la normatividad nacional, contenida en la NTC-2505 y la resolución 90902 de 2013 (actualización 2017) del Ministerio de Minas y Energía. Las siguientes son las recomendaciones adicionales a tener en cuenta para el diseño de las redes:

- Se debe considerar el equipo a utilizar, el cual se plantea en la sección 3 del Manual de Dotaciones del Ministerio de Educación Nacional. Este manual brinda los requerimientos de equipos según el tamaño de la sede y la proyección de preparación de alimentos. Con este dato se determina la potencia a garantizar por la red de gas. En adición a la verificación de lo contenido en el Manual de Dotaciones, se debe verificar con la Secretaría de Educación los equipos a utilizar en la sede educativa en diseño, de manera que la proyección de gas doméstico sea la requerida.
- El diseño de la red de gas debe ser hecho en coordinación con los diseños de redes hidrosanitarias y eléctricas, de manera que se garantice en todo el trazado las separaciones reglamentarias con respecto a los otros servicios.
- Se debe verificar desde la etapa de diseño arquitectónico la ubicación de los gasodomésticos de forma que la modulación de los espacios permita el cumplimiento de los requisitos de ventilación según los elementos a instalar.
- En concordancia con lo reglamentado en la NTC-2505, la localización del centro de medición se debe hacer en la parte exterior de la sede, preferiblemente en cercanía a la zona donde se localizan los medidores de los otros servicios públicos,



6

**Elementos
constitutivos
de los espacios
educativos /
Materialidad**

Estructura

Acero estructural: este material presenta baja resistencia al fuego, por lo cual debe ser revestido con productos adheridos o protegidos con recubrimientos de concreto (referirse a NSR-10 J.3.5.4.1/3.5.4.2). Por lo anterior, se recomienda con reserva su uso en estructuras para aulas y espacios administrativos. Por otro lado, el uso de este material puede ser ideal en espacios que requieran grandes luces, como el caso de polideportivos cubiertos donde se reduce el riesgo de exposición al fuego.

Concreto reforzado: respetando los recubrimientos y resistencias establecidos en la NSR-10 para los diferentes elementos de la estructura, el concreto reforzado es el material que por sus características mecánicas brinda la mayor confiabilidad para su implementación en todo tipo de edificación.

Elementos en concreto prefabricados: este tipo de elementos brindan confiabilidad en su comportamiento estructural, mejoran los rendimientos de construcción y pueden minimizar costos de acabados.

Escaleras: se sugiere el uso de peldaños prefabricados en concreto sobre una estructura metálica para este tipo de elemento.

Tanques de almacenamiento de agua: se sugiere el uso de una estructura convencional en concreto reforzado (siguiendo los lineamientos del capítulo 23 de la NSR-10).



Fuente: SEM

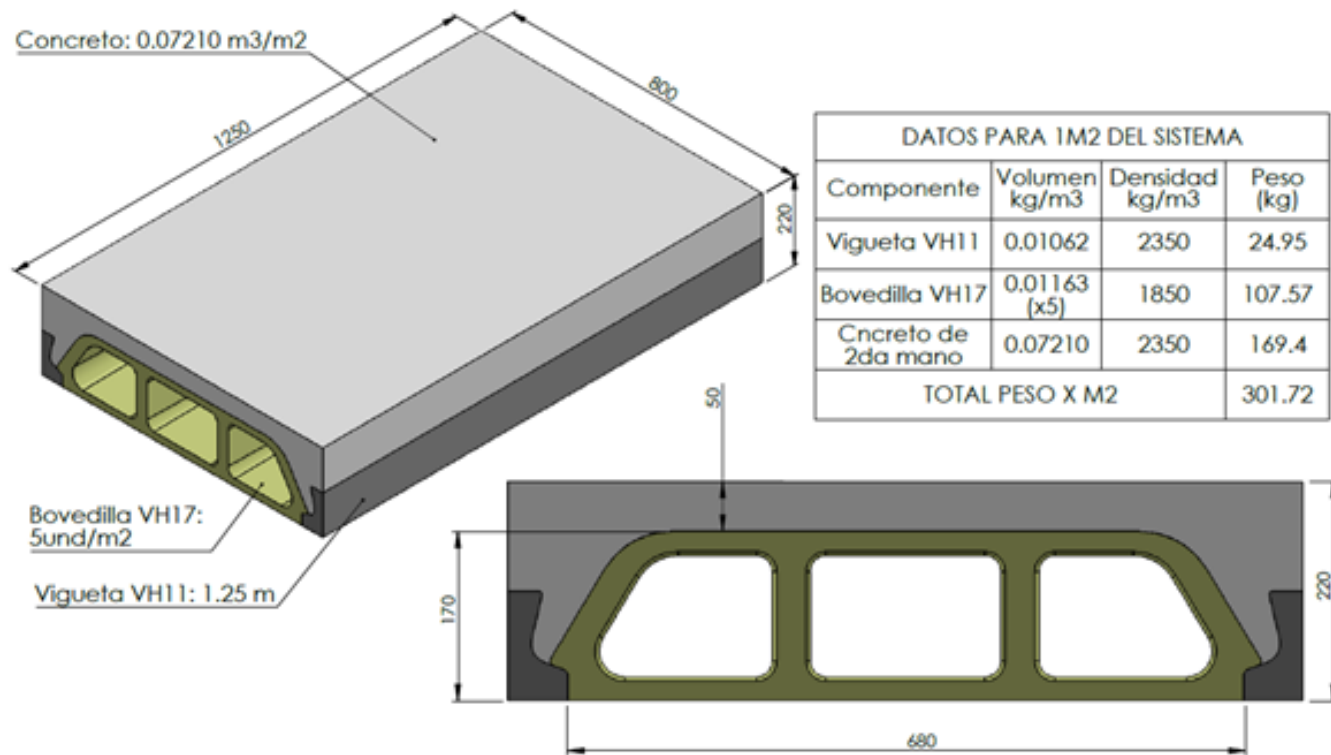
Ejemplo de columna de acero estructural.



Fuente: SEM

Armadura de acero para la preparación de concreto reforzado.

Losas: para las losas de entepiso se sugiere el uso de viguetas pretensadas y bovedillas en concreto.



Ejemplo de elementos prefabricados para una losa de entepiso.

Fuente: PREMOLDEADOS

Particiones

Todas las particiones deben ser construidas en concreto o bloque de concreto.

Muros: los corredores que conducen a una salida con carga de ocupación superior a 30 deben estar separados de otras partes de la edificación por muros, particiones y otros elementos hechos con materiales no combustibles.

Cerramientos

Las páginas 123 a 125 presentan tres alternativas para el diseño de los cerramientos de los equipamientos de educación, incluyendo alternativas sugeridas de materialidad y estructura.

Cubiertas

Se sugiere el uso de una estructura metálica de soporte y de teja liviana tipo sandwich inyectada en línea continua con poliuretano (PUR) expandido de alta densidad (38 Kg/m³). La cara externa debe contener una lámina de acero galvanizado prepintado y la cara interna puede ser compuesta por papel vinyl y/o foil.



Fuente: SEM

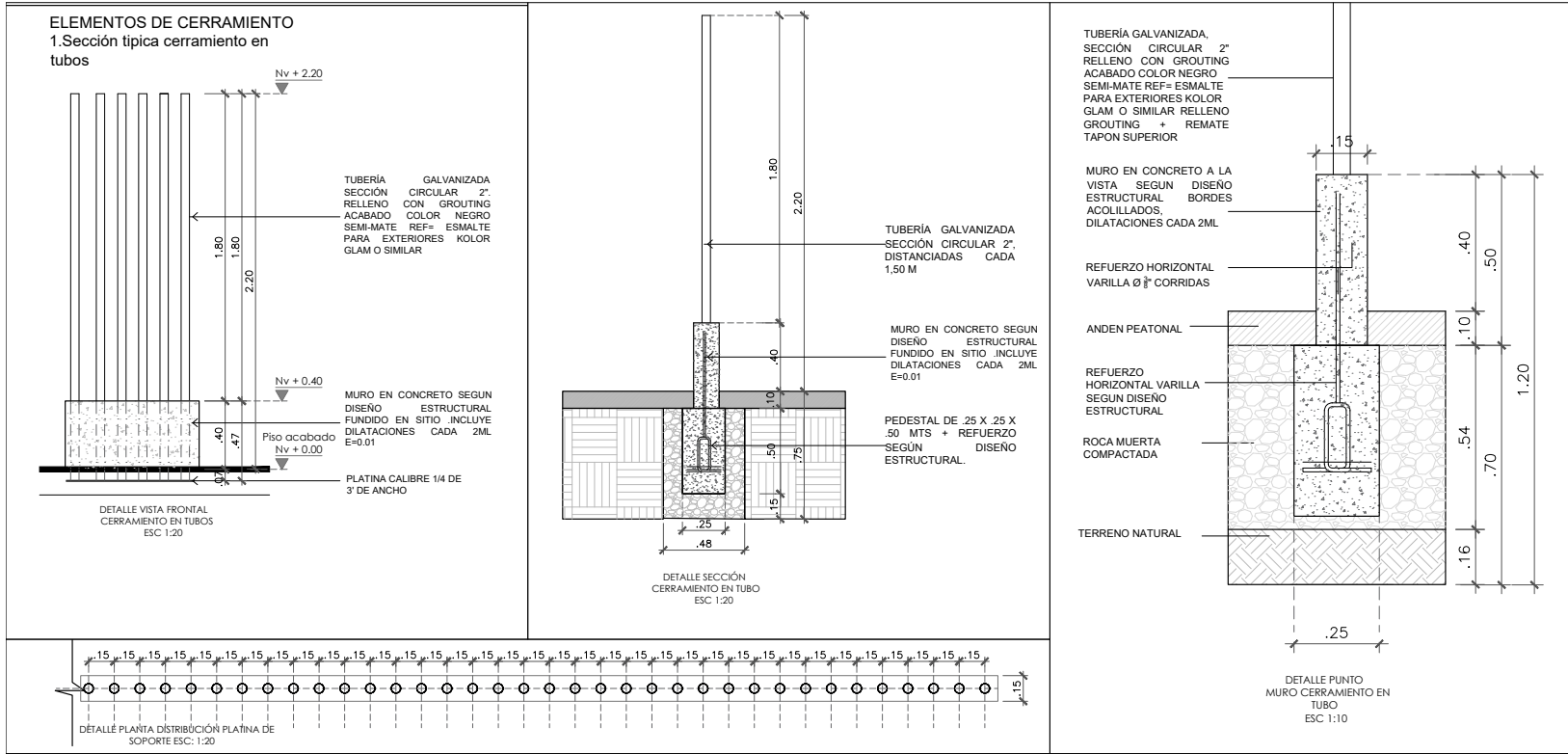
Construcción de muros de mampostería confinados por una estructura de concreto reforzado.



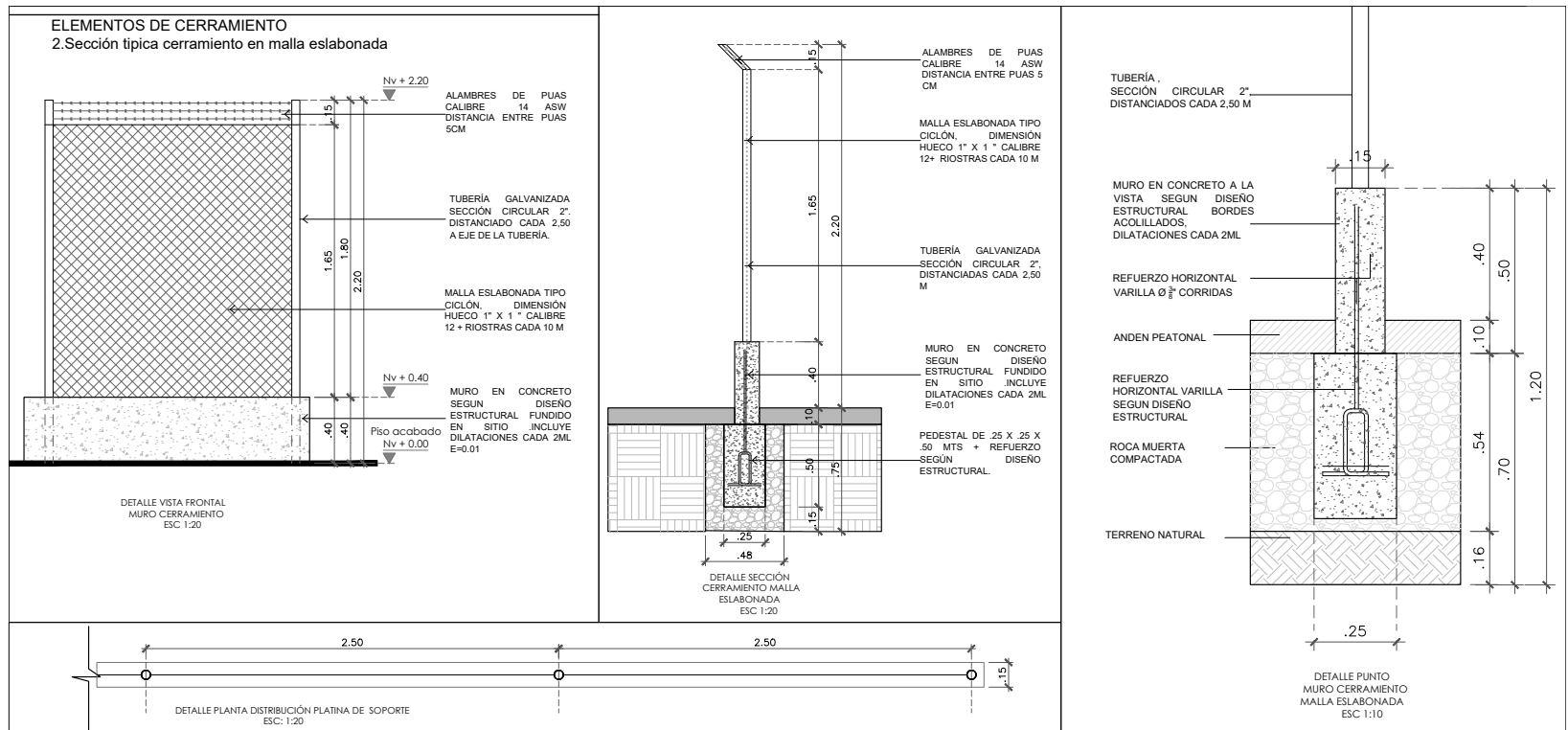
Fuente: SEM

Ejemplo de una estructura metálica de soporte para una cubierta. La cara interna es de vinyl.

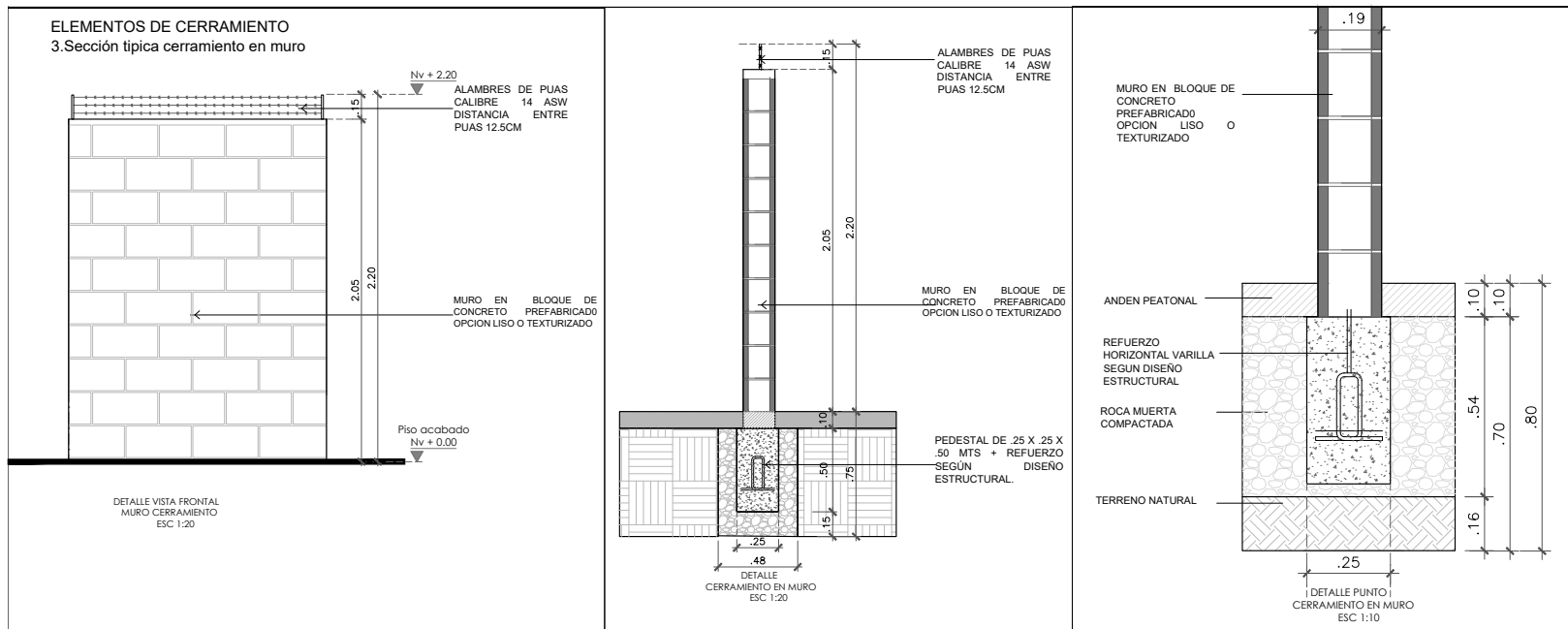
Tipo de cerramiento 1



Tipo de cerramiento 2



Tipo de cerramiento 3



Exteriores

Para los cerramientos se deben considerar los sistemas de mampostería en bloque prefabricado de concreto y en bloque de arcilla. Se recomienda especialmente considerar para cada caso los bloques terminales y de esquina, con el fin de evitar resanes con otros materiales y garantizar la homogeneidad en el acabado de las superficies laterales. Para espacios vulnerables al ruido se aconseja considerar el uso de bloque texturizado.

Para revestimientos de muros con pintura se recomienda el uso de pintura tipo exterior de larga vida para acabado final. Se debe delimitar las áreas de colores diferentes entre vértices definidos con el objetivo de evitar bordes sobre esquinas externas para los cambios de color que producen juntas imprecisas.

Para pisos exteriores se sugieren acabados de fácil mantenimiento y alta durabilidad y superficies antideslizantes, sobretudo para épocas de lluvias, como adoquines y losetas prefabricadas en concreto (lisas y texturizadas). Las fundiciones en concreto deben ser de 3000 psi y tener un acabado a la vista, que puede ser un estampado a color con moldes modulados y con color incorporado en la mezcla para garantizar uniformidad de tonos.



Fuente: SEM

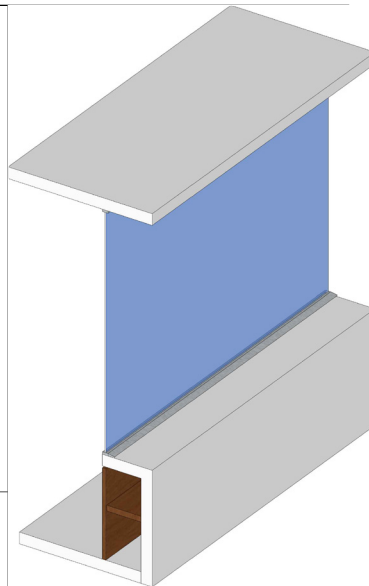
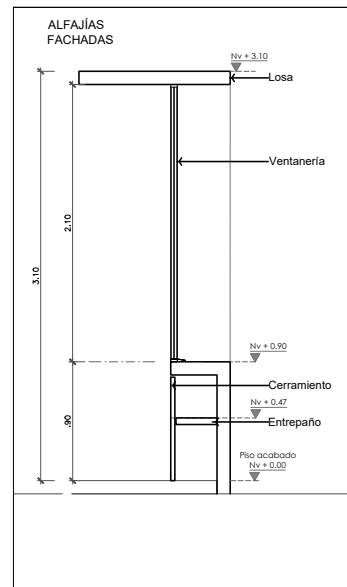
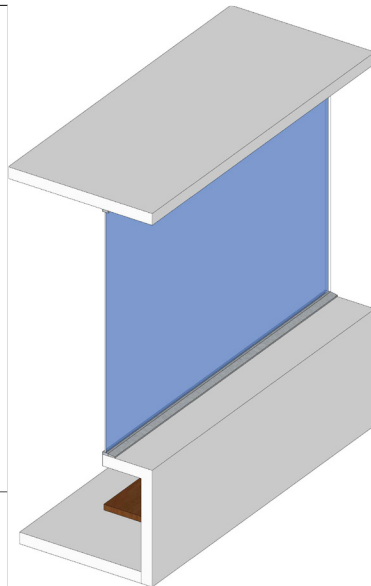
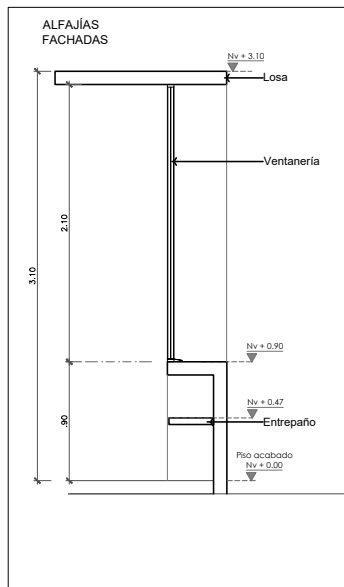
Ejemplo de un piso de concreto estampado. Tanto el tipo de material como la textura superficial son ideales para los pisos exteriores

Del mismo modo, se sugiere la utilización de elementos prefabricados para cunetas de aguas lluvias, bordes sardinel y topellantas. Estos elementos, algunos de los cuales se describen en mayor detalle en el Manual de Elementos Complementarios del Espacio Público, garantizan durabilidad, mayor eficiencia en su instalación y fácil mantenimiento.

Para pisos interiores se sugiere el uso de baldosas tipo granito prefabricadas en “bicapa”. Es decir, con una base de mortero y una capa de desgaste de color con grano de mármol seleccionado, preferiblemente en colores claros para contribuir a la luminosidad espacios de alto tráfico. La selección del material debe garantizar resistencia al desgaste, durabilidad y un mantenimiento fácil.

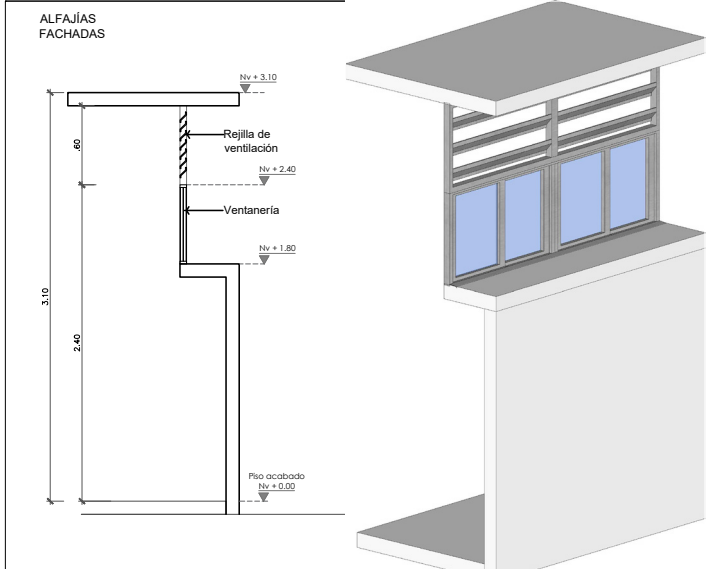
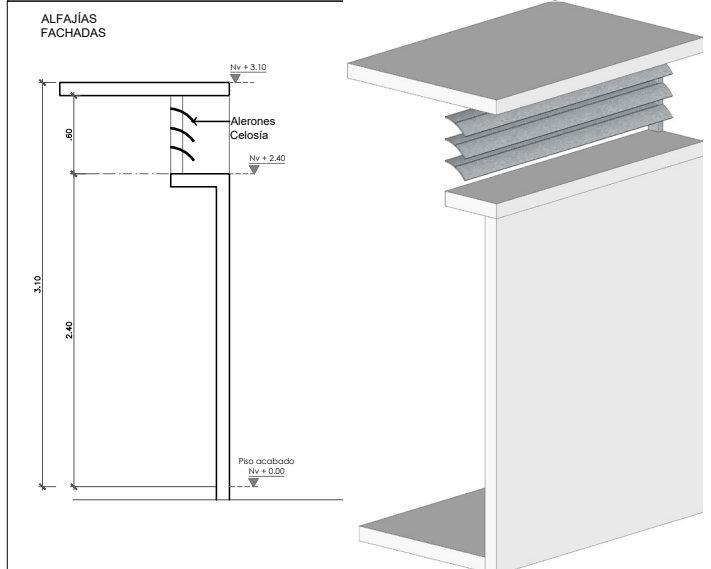
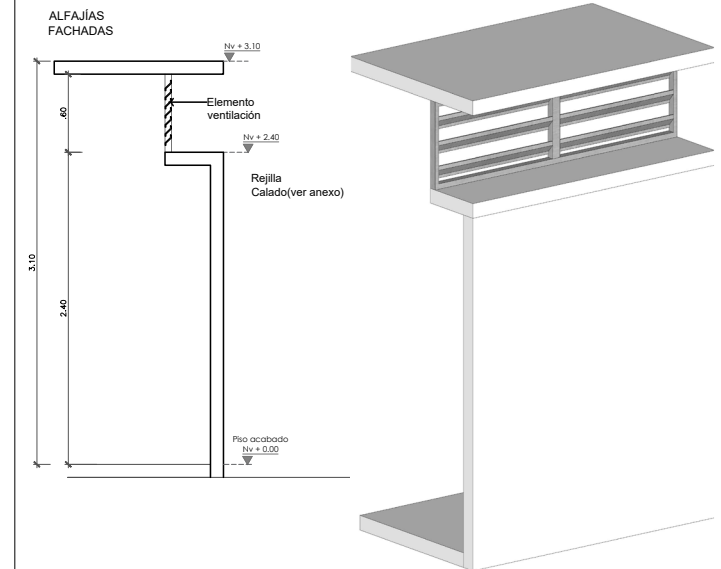
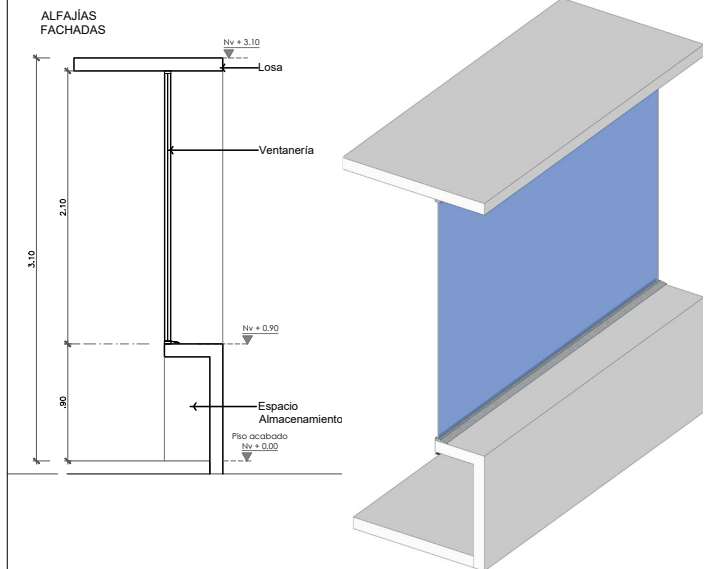
Elementos de protección de fachadas

Alfajías: se recomienda el uso de elementos prefabricados con anclajes a la estructura principal de la edificación. Las figuras en las páginas 127 y 128 muestran detalles sugeridos de estos elementos prefabricados, bien sea en concreto, metal o polímeros.



Fuente: SEM

Ejemplos del uso de elementos prefabricados para la construcción de distintos tipos de alfajías ancladas a la estructura principal de la edificación. Los elementos prefabricados pueden ser de concreto, metal o polímeros dependiendo del uso final (P. 127 -128)



Ventanas: todas las aberturas de las salidas, marcos y puertas deben ser construidas con material de combustión lenta o incombustible. De acuerdo al numeral K 4.3.9.3.1.4 de la NSR-10, todos los paneles laterales en escuelas y guarderías deberán ser construidos en vidrio templado. Cuando se use el vidrio como elemento de diseño no estructural debe cumplirse el numeral K.4.2 de la norma NSR-10.

Carpintería metálica: se recomienda el uso de carpintería en aluminio por su resistencia a condiciones de intemperie. Para la alternativa de carpintería en lámina metálica para puertas metálicas, debe tenerse en cuenta, según sea el caso específico (rejillas de ventilación, visores de seguridad), la elaboración de puertas en panel liso, en lámina calibre 22, con o sin dilataciones de acuerdo al diseño particular de cada elemento y con refuerzo para cerraduras de alta resistencia al uso. Las superficies de lámina doblada deben garantizar uniformidad en los dobleces y en las soldaduras, y un acabado uniforme de pintura final semimate. Dada la alta probabilidad de deterioro y de oxidación de la lámina metálica en condiciones de humedad de los ambientes de zonas húmedas, se debe evitar al máximo el uso de divisiones para baños en este material para garantizar la estabilidad y seguridad de estos elementos.


Barandas: para las barandas de protección de corredores se recomienda utilizar elementos verticales, planos metálicos tipo láminas perforadas o superficies como rejillas para evitar que los niños puedan utilizarlos como escaleras sobre el vacío, evitando así accidentes. Para barandas de escaleras se recomienda el uso de acero inoxidable o tubería metálica.

7

Apéndice

Anexo 1

Plantillas para la presentación de proyectos par la obtención de licencias de construcción.

| | | |
|--|---|---|
| <h2>Planta General de Primer Piso Con Parámetros Urbanos Según Línea de Demarcación</h2> | <h2>Perfiles Urbanos Viales Según Línea de Demarcación</h2> |  ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI SECRETARÍA DE EDUCACIÓN |
| | <p>CONVENCIONES - JERARQUIZACIÓN VIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> VÍA ARTERIA PRINCIPAL VÍA ARTERIA SECUNDARIA VÍA COLECTORA | <h2>Planta de Localización con Jerarquización Vial de la Ciudad</h2> |
| | | PROYECTO: RECONOCIMIENTO DE UNA EDIFICACION EXISTENTE EN LA ZONA VERDE DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI |
| | | DIRECCIÓN: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX |
| | | PROPIETARIOS: Municipio de Santiago de Cali |
| | | LEVANTO: Arq. XXXXXXXXXXXX M.P. XXXXXXXXXXXXXXXX |
| | | CONTENIDO: I. E. XXXXXXXXXXXXXXXX Sede XXXXXXXXXXXXXXXX |
| | | * Planta General de Primer Piso * Perfiles Urbanos de Vías * Planta Urbana de Localización * Cuadro de Áreas |
| | | ESCALA: Indicadas |
| | | FECHA: XXXXXXXXXXXXXXXX |
| | | TIPO DE ROTULO: PLANCHA: RECONOCIMIENTO 1/X |
| | <h2>Cuadro de Áreas</h2> | SELLO CURADURIA URBANA: |

Planta de Primer Piso

Planta de Segundo Piso
Planta de Cubierta



ALCALDÍA DE
SANTIAGO DE CALI
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

INSTITUCIÓN EDUCATIVA
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
SEDE XXXXXXXXXXXXXXX

PROYECTO:
RECONOCIMIENTO DE UNA EDUCACION
EXISTENTE EN LA ZONA VERDE DEL
MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI

DIRECCIÓN:
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

PROPIETARIOS:
Municipio de Santiago
de Cali

LEVANTO:
Arq. XXXXXXXXXXXX
M. P. XXXXXXXXXXXX

CONTIENE:
I. E. XXXXXXXXXXXX
Sede XXXXXXXXXXXX

- * Planta de Primer Piso
- * Planta de Segundo Piso
- * Planta de Cubierta

ESCALA:
Indicadas

FECHA:
XXXXXXXXXXXX

TIPO DE ROLULO PLANCHAS

RECONOCIMIENTO 2/X

SELLO CURADURIA URBANA:

Cortes Arquitectonicos Alzadas Arquitectónicas



INSTITUCIÓN EDUCATIVA
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
SEDE XXXXXXXXXXXXXXX

PROYECTO:
RECOGNICIÓN DE UNA EDIFICACION
EXISTENTE EN LA ZONA VERDE DEL
MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI

DIRECCIÓN:
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

PROPIETARIOS:
Municipio de Santiago
de Cali

LEVANTO:

Arq. XXXXXXXXXXXX
M.PXXXXXXXXXXXXXXXX

CONTENIDO:
I.E. XXXXXXXXXXXX
Sede XXXXXXXXXXXX

* Cortes Arquitectónicos
* Alzadas Arquitectónicas

ESCALA:
Indicadas

FECHA:
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

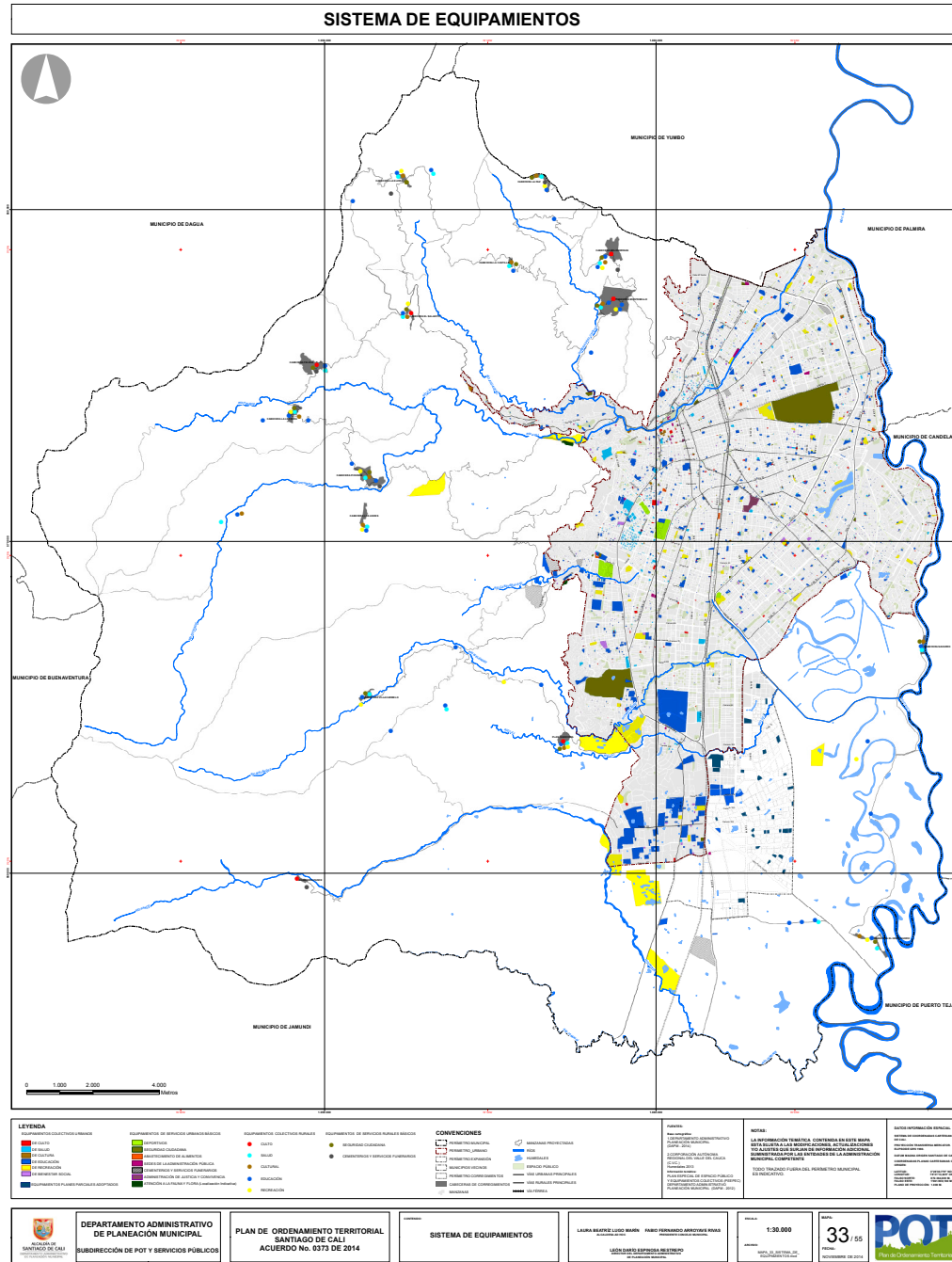
TIPO DE ROTULO PLANCHA:

RECOGNICIMIENTO 3/X



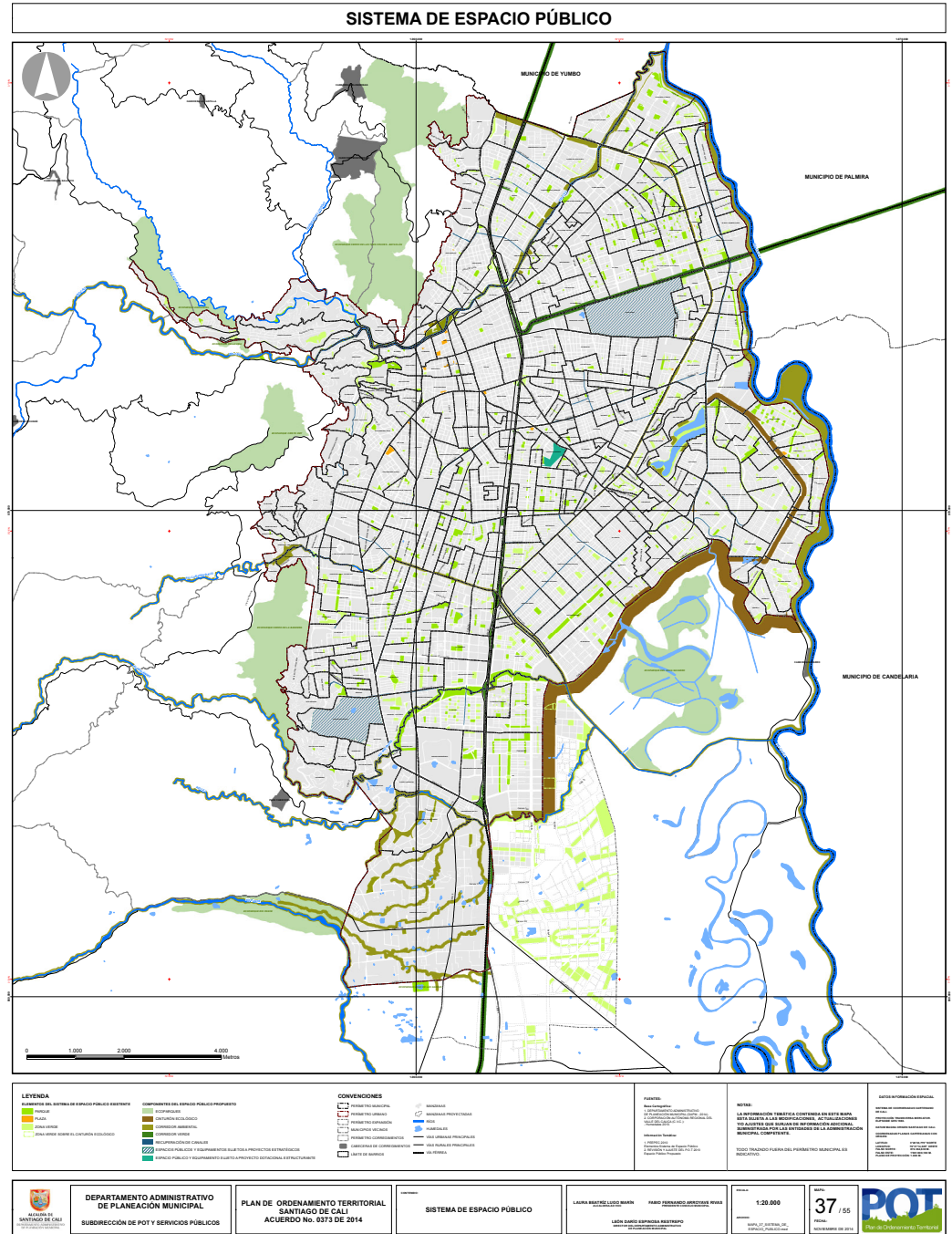
Anexo 2

Sistema de Equipamientos
(Mapa 33 POT)



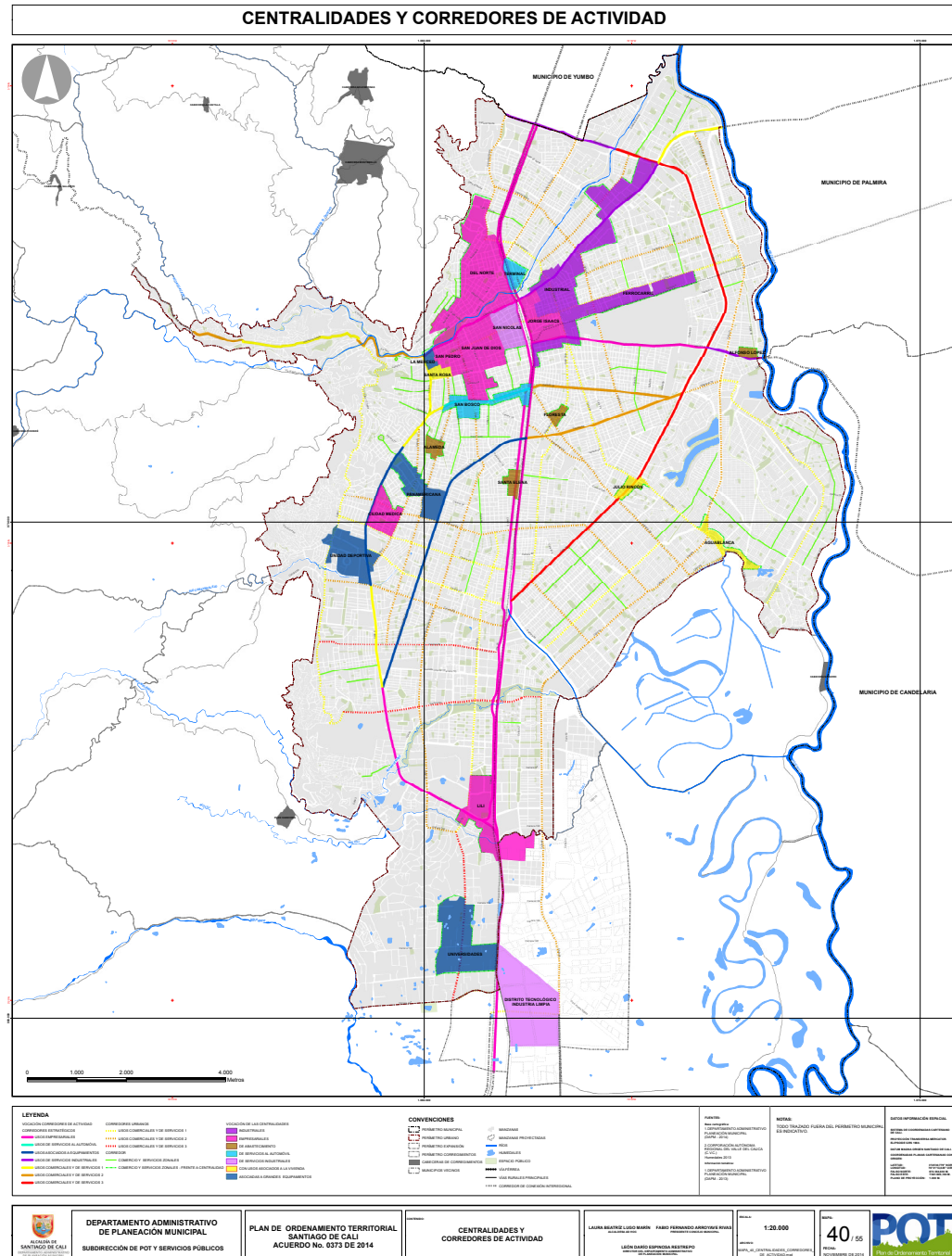
Anexo 3

Sistema de Espacio Público
(Mapa 37 del POT)



Anexo 4

Áreas de actividad
(Mapa 40 del POT)



Anexo 5

Especies arbóreas comunes en Cali y especificaciones de siembra (DAGMA)

| CARACTERISTICAS DE ALGUNAS ESPECIES ARBOREAS PRESENTES EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI | | | |
|---|---|----------------|---------------------------|
| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
| ACACIA CHINA | <i>Senna mexicana</i> | Caesalpinaceae | 1,5X1,5 |
| ACACIA NEGRA | <i>Peltophorum inerme</i> (Rroxb) Naves | Caesalpinaceae | 3X3 |
| ACACIA NEGRA | <i>Acacia melanoxylon</i> | Mimosaceae | 2x2 |
| ACACIA ROJA | <i>Delonix regia</i> ; (Bojer ex Hook.) | Fabaceae | 5X5 |
| ACACIA ROSADA | <i>Cassia javanica</i> L. | Caesalpinaceae | 2x2 |
| ACACIA RUBINIA | <i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth | Fabaceae | 4x4 |
| ACEITUNO | <i>Sizigium cumini</i> | Myrtaceae | 4x4 |
| ACHIOTE | <i>Bixa orellana</i> L. | Bixaceae | 1,5X1,5 |
| AGUACATE | <i>Persea americana</i> Mill. | Lauraceae | 1,5X1,5 |
| AGUACATILLO | <i>Ocotea</i> sp | Lauraceae | 1,5X1,5 |
| ALGARROBO | <i>Hymenaea courbaril</i> L. | Caesalpinaceae | 5x5 |
| ALGODÓN | <i>Gossypium</i> sp | Malvaceae | 1,5X1,5 |
| ALMENDRO | <i>Terminalia catappa</i> | Combretaceae | 4x4 |
| AMANCAYO BLANCO, AZUCENO | <i>Plumeria alba</i> H.B.K. | Apocynaceae | 1,5X1,5 |
| AMANCAYO ROJO, AZUCENO | <i>Plumeria rubra</i> L. | Apocynaceae | 1,5X1,5 |
| AMARGO | <i>Simarouba amara</i> Aubl. | Simaroubaceae | 5X5 |
| ANÓN, CHIRIMOYA | <i>Anona squamosa</i> L. | Anonaceae | 2x2 |
| ARAUCARIA | <i>Araucaria excelsa</i> | Araucariaceae | 2x2 |
| ÁRBOL DEL PAN | <i>Artocarpus communis</i> Forst. | Moraceae | 3x3 |
| ÁRBOL DEL PAN, GUANÁBANO | <i>Artocarpus integrifolia</i> Forst. | Moraceae | 3x3 |



| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|-------------------|
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | SI | CENTROAMERICA |
| 22.0 | 12.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | SI | SI | ASIA |
| 18.0 | 12.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | SI | SI | OCEANIA-AUSTRALIA |
| 16.0 | 18.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | SI | SI | AMERICA |
| 14.0 | 12.0 | 8.0 | 10.0 | 8.0 | NO | NO | SI | SI | ASIA |
| 18.0 | 16.0 | 10.0 | 10.0 | 8.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 12.0 | 12.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | SI | NO | ASIA |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 12.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 10.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 20.0 | 16.0 | 12.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | SI | SI | AMERICA |
| 3.0 | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | SI | NO | SI | SI | ASIA |
| 25.0 | 18.0 | 12.0 | 12.0 | 10.0 | NO | SI | SI | SI | ASIA |
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 18.0 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 25.0 | 8.0 | 6.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | OCEANIA-AUSTRALIA |
| 15.0 | 6.0 | 6.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |
| 15.0 | 7.0 | 5.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |

| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
|------------------------------|---|----------------|---------------------------|
| ARRAYÁN | Myrcia sp | Myrtaceae | 1,5X1,5 |
| BALSO BLANCO | Heliocarpus popayanensis H. B. K. | Triliaceae | 2x2 |
| BALSO, Balsa | Ochoroma lagopus Sw. | Bombacaceae | 3x3 |
| BIYUYO, GOMO | Cordia lutea Lamark. | Boraginaceae | 1,5X1,5 |
| BOROJO | Borojoa patinoi (cuatr) | Rubiaceae | 1,5X1,5 |
| BREVO | Ficus carica L. | Moraceae | 1,5X1,5 |
| CADMIA | Cananga odorata | Annonaceae | 3X3 |
| CAIMO | Pouteria caimito Radlk. | Sapotaceae | 5X5 |
| CAIMO, CAIMITO MORADO | Chrysophyllum caimito L. | Sapotaceae | 5X5 |
| CÁMBULO | Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F. Cook | Fabaceae | 5X5 |
| CAÑAFÍSTULO | Cassia grandis L. | Caesalpiaceae | 3X3 |
| CAOBA | Swietenia macrophylla | Meliaceae | 5X5 |
| CARACOLI | Anacardium excelsum | Anacardiaceae | 5X5 |
| CARAMBOLO | Averrhoa carambola L. | Oxalidaceae | 1,5X1,5 |
| CARAÑO | Bursera tomentosa (Jacq.) Tr. | Burseraceae | 1,5X1,5 |
| CARAÑO | Dacryodes sp | Burseraceae | 1,5X1,5 |
| CARBONERO | Calliandra pittieri Standl. | Mimosaceae | 2x2 |
| CARBONERO, CALIANDRA ROJA | Calliandra tweediei Benth. | Mimosaceae | 1,5X1,5 |
| CARBONERO, PISQUÍN, DORMILÓN | Albizia carbonaria Britton | Mimosaceae | 5X5 |
| CASCO DE BUEY BLANCO | Bauhinia variegata L. | Caesalpiaceae | 1,5X1,5 |
| CASCO DE VACA | Bauhinia purpurea L. | Caesalpiaceae | 1,5X1,5 |
| CASTAÑO | Pachira speciosa | Bombacaceae | 2x2 |
| CATALPA | Catalpa speciosa | Bignoniaceae | 4x4 |
| CAUCHO | Ficus elastica | Moraceae | 5X5 |
| CEDRO | Cedrela odorata M. J. Roem | Meliaceae | 4x4 |

| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|---------|
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 15.0 | 8.0 | 10.0 | 8.0 | 5.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 25.0 | 12.0 | 10.0 | 12.0 | 10.0 | NO | SI | SI | SI | AMERICA |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 7.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | NO | SI | ASIA |
| 12.0 | 8.0 | 6.0 | 8.0 | 6.0 | NO | SI | SI | NO | ASIA |
| 20.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 14.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 16.0 | 10.0 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 25.0 | 15.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 25.0 | 16.0 | 15.0 | 12.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | ASIA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 15.0 | 15.0 | 12.0 | 12.0 | 10.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 6.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 25.0 | 20.0 | 15.0 | 15.0 | 10.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 12.0 | 7.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | NO | NO | SI | SI | ASIA |
| 8.0 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | SI | ASIA |
| 16.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | NO | SI | AMERICA |
| 20.0 | 12.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 25.0 | 25.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |
| 25.0 | 12.0 | 10.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |

| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
|------------------------------|--|-----------------|---------------------------|
| CEIBA | Ceiba pentandra | Malvaceae | 5X5 |
| CEREZO | Malpighia puniceifolia L. | Malpighiaceae | 1,5X1,5 |
| CEREZO | Triphasia trifolia | Rutaceae | 1,5X1,5 |
| CEREZO - HUESITO | Malpighia glabra L. | Malpighiaceae | 1,5X1,5 |
| CEREZO PERUANO | Malpighia sp | Malpighiaceae | 1,5X1,5 |
| CEREZO, MIRTO, AZAHAR | Murraya exotica L. | Rutaceae | 1,5X1,5 |
| CHAGUALO-CUCHARO | Rapanea guianensis Aubl. | Myrsinaceae | 1,5X1,5 |
| CHAGUALO | Clusia sp | Guttiferae | 1,5X1,5 |
| CHAMBIMBE | Sapindus saponaria L. | Sapindaceae | 2X2 |
| CHEFLERA | Schefflera actinophylla | Araliaceae | 2x2 |
| CHIMINANGO | Pithecellobium dulce Benth. | Mimosaceae | 4x4 |
| CHIMINANGO ROJO | Pithecellobium ligustrinum | Mimosaceae | 4x4 |
| CHINGALÉ, TAMBORERO, MELOTE | Schizolobium parahybum (Vellozo) Blake | Caesalpiniaceae | 5X5 |
| CHIRIMOYO, ANÓN | Anona cherimolla L. | Anonaceae | 2x2 |
| CHIRLOBIRLO, FLORAMARILLO | Tecoma stans (L.) H.B.K. | Bignoniaceae | 1,5X1,5 |
| CHOCHO | Adenantha pavonica L. | Mimosaceae | 1,5X1,5 |
| CHOCHO | Ormosia colombiana Rudd. | Fabaceae | 3x3 |
| CHORRO DE ORO, LLUVIA DE ORO | Cassia fistula L. | Caesalpiniaceae | 1,5X1,5 |
| CHUPA, CHUPO | Gustavia cf.speciosa (H.B.K.) DC. | Lecythidaceae | 3x3 |
| CIRUELO | Spondias purpurea L. | Anacardiaceae | 3x3 |
| CIRUELO | Prunus domestica L. | Rosaceae | 2X2 |
| CIPRES | Cupressus lusitanica | Cupressaceae | 2X2 |
| CIRUELO PERUANO | Punchosia pseudonitida | Malpighiaceae | 1,5X1,5 |
| CIRUELO, HOBO, JOBO | Spondias mombin L. | Anacardiaceae | 5X5 |
| CLAVELLINO | Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw. | Caesalpiniaceae | 1,5X1,5 |

| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|-----------|
| 25.0 | 18.0 | 15.0 | 15.0 | 10.0 | NO | SI | NO | SI | AMERICA |
| 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 4.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 4.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | NO | ASIA |
| 8.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 8.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 16.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 12.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | SI | NO | NO | AUSTRALIA |
| 18.0 | 12.0 | 14.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 18.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 14.0 | 14.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 7.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 8.0 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | ASIA |
| 16.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 10.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | SI | SI | ASIA |
| 16.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 12.0 | 8.0 | 8.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | SI | AMERICA |
| 10.0 | 7.0 | 8.0 | 8.0 | 6.0 | NO | NO | NO | SI | ASIA |
| 25.0 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 18.0 | 16.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 4.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |

| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
|-----------------------------------|--|-----------------|---------------------------|
| COCO, PALMA DE COCO | Cocos nucifera L. | Palmae | 1,5X1,5 |
| COJÓN DE CABRITO | Tabernoemontana amigdalifera L. | Apocynaceae | 1,5X1,5 |
| COJÓN DE CABRITO, PEPA DE CABRITO | Thavetia peruviana (Pers.) K. Schum. | Apocynaceae | 1,5X1,5 |
| CORAL BLANCO, BUQUÉ DE NOVIA | Ixora coccinea L. | Rubiaceae | 1X1 |
| CORAL ROJO | Ixora macrothyrsa | Rubiaceae | 1X1 |
| COROZO DE PUERCO | Attalea butyracea | Palmae | 1,5X1,5 |
| COROZO ORNAMENTAL | Veitchia merilli | Palmae | 1,5X1,5 |
| DORANCÉ, FLOR AMARILLO | Chamaesena reticulata (Willd.) Pittier | Caesalpiniaceae | 1X1 |
| DURANTA | Duranta sp. | Verbenaceae | |
| EBANO | Caesalpineae ebano | Caesalpiniaceae | 1X1 |
| EUCALIPTO ORNAMENTAL | Callistemon citrinus (Curtis) Skeels. | Myrtaceae | 1X1 |
| FLOR AMARAMIILLO, LLUVIA DE ORO | Galphimia gracilis | Malpighiaceae | 1,5X1,5 |
| FLOR DE REINA | Lagerstroemia speciosa (Moench.) Pers. | Lyrthraceae | 2x2 |
| FLORAMARILLO, VELERO, VAINILLO | Cassia spectabilis | Caesalpiniaceae | 2x2 |
| GRANADO | Punica granatum L. | Punicaceae | 1X1 |
| GROSELLO | Phyllanthus acidus (L.) Skeels. | Euphorbiaceae | 1,5X1,5 |
| GUACAMAYO | Triplaris surinamensis Adalbert de Cham. | Polygonaceae | 2x2 |
| GUALANDAY | Jacaranda caucana Pittier. | Bignoniaceae | 2x2 |
| GUANÁBANO | Anona muricata L. | Anonaceae | 1,5X1,5 |
| GUÁSIMO | Guazuma ulmifolia | Malvaceae | 2x2 |
| GUAYABA CORONILLA | Psidium Friederichsthalianum (Berg.) Mied. | Myrtaceae | 1X1 |
| GUAYABO | Psidium guajava L. | Myrtaceae | 1X1 |
| GUAYACÁN | Tabebuia heterophylla | Bignoniaceae | 3x3 |
| GUAYACÁN DE MANIZALES | Lafoensia puniceifolia DC. | Lyrthraceae | 3x3 |
| GUAYACO - GUAYACAN AZUL | Guaicum officinale L. | Zigophyllaceae | 2X2 |



| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|--------------------|
| 25.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 7.0 | 5.0 | 6.0 | 2.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | ASIA |
| 7.0 | 5.0 | 6.0 | 2.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | ASIA |
| 12.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | AMERICA |
| 12.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| Mata de jardin | | | | | | | | | |
| 5.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 8.0 | 5.0 | 6.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AUSTRALAI- AMERICA |
| 10.0 | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | SI | NO | ASIA |
| 16.0 | 12.0 | 10.0 | 5.0 | 5.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | AFRICA |
| 10.0 | 7.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | NO | NO | ASIA |
| 14.0 | 8.0 | 8.0 | 5.0 | 5.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 18.0 | 12.0 | 10.0 | 6.0 | 4.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 10.0 | 8.0 | 6.0 | 4.0 | 3.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 16.0 | 10.0 | 8.0 | 5.0 | 4.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 18.0 | 12.0 | 10.0 | 5.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 16.0 | 12.0 | 10.0 | 5.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 18.0 | 7.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |

| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
|--|---|----------------|---------------------------|
| GUAYACÁN (AMARILLO) | Tabebuia ochracea | Bignoniaceae | 3x3 |
| GUAYACÁN AMARILLO | Tabebuia chrysotricha | Bignoniaceae | 2X2 |
| GUAYACÁN AMARILLO, CHICALÁ | Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nichols | Bignoniaceae | 3x3 |
| GUAYACÁN AZUL | Vitex cymosa | Lamiaceae | 5X5 |
| GUAYACÁN CARRAPO | Bulnesia carrapo Killip et Dugand | Zigophyllaceae | 4x4 |
| GUAYACÁN ROSADO | Tabebuia rosea (Bertold.) DC | Bignoniaceae | 3x3 |
| GUAYACÁN DE MANIZALES, GUAYACÁN PIEDRO | Lafoensia speciosa (H.B.K.) DC. | Lyrthraceae | 3x3 |
| HABANO, AZUCENO | Nerium olander L. | Apocynaceae | 1X1 |
| HUEVO VEGETAL | Blighia sapida Koenig | Sapindaceae | 1,5X1,5 |
| ICACO | Chrysobalanus icaco L. | Rosaceae | 1X1 |
| IGUA | Pseudosamanea guachepele (H.B.K.) Harms | Mimosaceae | 5X5 |
| INDIO DESNUDO, RESBALAMONO | Bursera simaruba (L.) Sarg. | Burseraceae | 5X5 |
| JABONCILLO | Sapindus saponaria L | Sapindaceae | 3x3 |
| JAGUA | Genipa americana L. | Rubiaceae | 3x3 |
| JAZMÍN DE NOCHE | Cestrum nocturnum | Solanaceae | 1X1 |
| JAZMÍN DE NOCHE, JAZMÍN | Posoqueria longiflora L. | Rubiaceae | 1X1 |
| JIGUA | Nectandra sp | Lauraceae | 5X5 |
| LIMÓN | Citrus sp. | Rutaceae | 1X1 |
| LLUVIA DE ORO | Cassia fistula | Fabaceae | 1,5X1,5 |
| MACACO, BOLA DE CAÑÓN, CASTAÑO | Couroupita guianensis Aubl. | Lecythidaceae | 5X5 |
| MADROÑO | Rheedia madruno (H.B.K.) Planch. Et Tr. | Guttiferae | 3x3 |
| MAMEY | Mamea americana L. | Guttiferae | 4x4 |
| MAMONCILLO | Melicocca bijuga | Sapindaceae | 4x4 |
| MANDARINA | Citrus nobilis Loureiro | Rutaceae | 1X1 |
| MANGO | Mangifera indica L. | Anacardiaceae | 5X5 |

| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|---------------|
| 16.0 | 12.0 | 10.0 | 5.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 10.0 | 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 20.0 | 12.0 | 10.0 | 6.0 | 4.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 25.0 | 12.0 | 10.0 | 10.0 | 5.0 | NO | SI | SI | NO | AMERICA |
| 18.0 | 8.0 | 8.0 | 5.0 | 5.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 18.0 | 12.0 | 10.0 | 8.0 | 5.0 | NO | NO | SI | SI | AMERICA |
| 18.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 6.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 6.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | EUROPA-AFRICA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | AFRICA |
| 7.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 16.0 | 12.0 | 10.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 5.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 14.0 | 10.0 | 8.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 16.0 | 10.0 | 10.0 | 6.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 8.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 25.0 | 12.0 | 10.0 | 6.0 | 5.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 7.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ASIA |
| 10.0 | 6.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | SI | SI | AMERICA |
| 25.0 | 16.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | NO | SI | SI | SI | ASIA |
| 12.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 8.0 | 10.0 | 12.0 | 12.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 16.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 6.0 | 5.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ??? |
| 18.0 | 10.0 | 12.0 | 10.0 | 8.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |

| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------|
| MANGUILLO | Schinus terebenthifolius | Anacardiaceae | 2X2 |
| MARAÑÓN | Anacardium occidentale L. | Anacardiaceae | 1,5X1,5 |
| MARIA EUGENIA | Sizigium cumini | Myrtaceae | 3x3 |
| MELINA | Gmelina arbórea Roxb. | Verbenaceae | 3x3 |
| MIRTO | Murraya paniculata | Rutaceae | 1 X 1 |
| NARANJA | Citrus aurantium L. | Rutaceae | 1X1 |
| NARANJUELO | Capparis indica L. | Capparidaceae | 1X1 |
| NEVADO | Breynia nivosa | Euphorbiaceae | 1X1 |
| NÍSPERO | Manilkara zapota (L.) V. Royen | Sapotaceae | 3x3 |
| NÍSPERO JAPONÉS | Erybothrya japonica Lind. | Rosaceae | 1,5X1,5 |
| NONI | Morinda citrifolia | Rubiaceae | 1X1 |
| OITI | Vochelia tomentosa | Vochysiaceae | 1X1 |
| PALMA ABANICO | Washingtonia filifera Wendl. | Arecaceae | 1,5X1,5 |
| PALMA ABANICO | Plitcharidia pacifica Seem. ex Wendl. | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA AFRICANA | Elaeis guineensis L. | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA ARECA | Chrysalidocarpus lutescens Wendl. | Palmae | 1X1 |
| PALMA REAL | Ruystonea oleracea (Jacq) U.F.Cook | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA BOTELLA, PALMA CUBANA | Roystonea regia (H.B.K.) Cook. | Arecaceae | 1,5X1,5 |
| PALMA COLA DE PESCADO | Caryota urens | Arecaceae | 1,5X1,5 |
| PALMA DE CHONTADURO | Bactris gasipes H.B.K. | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA DE COROZO, COROZO, NARARAY | Aiphanes caryotaefolia (HBK) Wendl. | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA DE IRACA | Carludovica palmata | Cyclantaceae | 1,5X1,5 |
| PALMA DE MANILA | Veitchia merrillii | Arecaceae | 1,5X1,5 |
| PALMA DE VIAJERO | Ravenala madagascarensis Soon. | Musaceae | 1,5X1,5 |
| PALMA FENIX | Phoenix roebeleni | Palmae | 1,5X1,5 |



| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|---------|
| 8.0 | 8.0 | 10.0 | 5.0 | 3.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 8.0 | 5.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 10.0 | 8.0 | 8.0 | 6.0 | 5.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |
| 20.0 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | 6.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |
| 5.0 | 4.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | ASIA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ??? |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ??? |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ??? |
| 20.0 | 10.0 | 8.0 | 6.0 | 5.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ASIA |
| 6.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ASIA |
| 6.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | NO | ASIA |
| 8.0 | 8.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 8.0 | 8.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 8.0 | 6.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 5.0 | 3.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | NO | SI | |
| 15.0 | 4.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 16.0 | 4.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| | 4.0 | | 3.0 | 3.0 | | NO | NO | | |
| 18.0 | 3.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 10.0 | 5.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 12.0 | 5.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| | 4.0 | | 3.0 | 3.0 | | NO | NO | | |
| 15.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 10.0 | 4.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |

| NOMBRE COMÚN | Nombre Científico | Nombre familia | Tamaño mínimo suelo (Mts) |
|------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| PALMA NOLÍ | <i>Elaeis oleifera</i> (HBK) Cortés ex Wegels B. | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA PALMICHE | <i>Sabal mauritiaeformis</i> (Karst.)Griseb.ex W. | Palmae | 1,5X1,5 |
| PALMA SANCONA | <i>Syagrus sancona</i> (HBK) Karst. ex Wendl. | Palmae | 1X1 |
| PALO DE CRUZ | <i>Brownea ariza</i> Bentham | Caesalpiniaceae | 1X1 |
| PERA DE MALACA | <i>Eugenia malacensis</i> L. | Myrtaceae | 4x4 |
| PINO VELA | <i>Cupressus sempervirens</i> L. | Cupressaceae | 3x3 |
| POMARROSO | <i>Eugenia jambos</i> L. | Myrtaceae | 1,5X1,5 |
| RESUCITADO | <i>Hibiscus</i> | Malvaceae | 1X1 |
| SAMÁN, GENÍZARO | <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr. | Mimosaceae | 5X5 |
| SAPOTE COSTEÑO | <i>Calocarpum mammosum</i> L. Pierre | Sapotaceae | 5X5 |
| SAUCE COSTEÑO | <i>Clitoria fairchildiana</i> Howard. | Fabaceae | 1,5X1,5 |
| SAUCE PLAYERO | <i>Tesaria integrifolia</i> | Compositae | 1,5X1,5 |
| SWINGLIA | <i>Swinglea glutinosa</i> | Rutaceae | 1,5X1,5 |
| TAMARINDO | <i>Tamarindus indica</i> L. | Caesalpiniaceae | 3X3 |
| TOTUMO, MATE, CALABAZO | <i>Crescentia cujete</i> L. | Bignoniaceae | 1,5X1,5 |
| TOTUMO, MATE, CALABAZO | <i>Crescentia alata</i> Kunth. | Bignoniaceae | 1,5X1,5 |
| TULIPÁN AFRICANO | <i>Spathodea campanulata</i> | Bignoniaceae | 2X2 |
| URAPÁN | <i>Fraxinus chinensis</i> | Oleaceae | 4x4 |
| VARA SANTA | <i>Triplaris americana</i> L. | Polygonaceae | 3x3 |
| VERANERA | <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy | Nyctaginaceae | 1X1 |
| YUCA ARBÓREA | <i>Yuca arborecens</i> Trel. | Liliaceae | 1,5X1,5 |
| ZAPOTE | <i>Quararibea cordata</i> | Bombacaceae | 3x3 |

| Altura media (Mts) | Diametro copa (Mts) | Distancia a luminarias (Mts) | Distancia a edificaciones | Distancia a redes subterráneas | Debajo redes aéreas | Raíz ocasiona conflicto con construcciones | Floracion vistosa | Follaje caducifolio | Origen |
|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|---------|
| 8.0 | 4.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 8.0 | 4.0 | 6.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 20.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | NO | NO | NO | SI | |
| 7.0 | 6.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | AMERICA |
| 18.0 | 12.0 | 10.0 | 8.0 | 6.0 | NO | SI | SI | SI | ASIA |
| 20.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | 3.0 | NO | NO | NO | NO | EUROPA |
| 14.0 | 8.0 | 6.0 | 4.0 | 3.0 | NO | NO | SI | NO | ASIA |
| MATA DE JARDIN | | | | | | | | | |
| 18.0 | 18.0 | 12.0 | 12.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 20.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | NO | SI | NO | NO | AMERICA |
| 16.0 | 10.0 | 10.0 | 8.0 | 5.0 | NO | SI | NO | SI | AMERICA |
| 12.0 | 9.0 | 10.0 | 6.0 | 5.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 8.0 | 6.0 | 5.0 | 6.0 | 5.0 | SI | NO | NO | NO | ASIA |
| 20.0 | 14.0 | 15.0 | 8.0 | 6.0 | NO | NO | NO | NO | AFRICA |
| 6.0 | 5.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | SI | NO | NO | NO | AMERICA |
| 10.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | NO | NO | NO | NO | AMERICA |
| 15.0 | 10.0 | 8.0 | 6.0 | 4.0 | NO | SI | SI | NO | AFRICA |
| 25.0 | 16.0 | 12.0 | 10.0 | 5.0 | NO | SI | NO | NO | ASIA |
| 18.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 5.0 | NO | NO | SI | NO | AMERICA |
| 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | SI | NO | SI | NO | |
| 13.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | NO | SI | NO | NO | |
| 20.0 | 10.0 | 10.0 | 8.0 | 6.0 | NO | NO | NO | SI | AMERICA |

