Cartilla de Implementación

suma

Sistemas Modulares

espacios para ser y saber

Educación

BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

suma
Sistemas Modulares

Educación

Cartilla de Implementación

Oficina de Infraestructura Educativa
Ministerio de Educación Nacional

suma | **Sistemas Modulares** *- espacios para ser y saber*
Cartilla de Implementación

Ministerio de Educación Nacional | República de Colombia

Oficina de Infraestructura Educativa

Viceministerio de Educación Superior
Viceministerio de Educación Preescolar, Básica y Media

CAF | Banco de desarrollo de América Latina y El Caribe

Rodrigo Peñailillo B. | Representante Colombia
Pablo Bartol | Gerente de Desarrollo Social y Humano
Sebastián Abbatemarco | Director de Proyectos de Desarrollo Social
Miriam Preckler | Directora de Educación
Marcela Bautista | Especialista en Educación

Equipo Profesionales - Proyecto **suma**

Juan Camilo Santamaría D. | Director Proyecto
Sergio García C. | Coordinador General | Diseño Editorial
Augusto Trujillo H. | Coordinador Técnico BIM

Equipo Metal
Oscar Fletcher P. | Líder
Laura Moreno G.
Natalia Bonilla U.
María Alejandra Casas R.
Felipe Delgado L. | Líder Fase Inicial

Equipo Madera
María Andrea Díaz U. | Líder
Daniel Sánchez G.
Diego Hincapié H.
María José Molina R.

Equipo Concreto
Jheny Nieto R. | Líder
Diego Vásquez P.
Juan Fernando Gómez P.
Sergio Rojas R.

Asesores Técnicos
Ángela Ríos F. | Asesora Redes Hidrosanitarias
Adriana Pineda P. | Asesora Redes Secas
José Hilario Benavides | Asesor Estructural
Sebastián Hurtado G. | Asesor Bioclimático
Daniel Triviño R. | Asesor Presupuestos

Profesionales OIE - MEN
Carlos Amaya N.
Enrique Bolívar G.
José Luis Obando M.

ISBN 978-958-785-509-8

Bogotá D.C. | Octubre de 2026
Ministerio de Educación Nacional
Calle 43 No. 57-14 | CAN

Educación

BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE

Tabla de Contenido

Presentación 7

1. Introducción 9
   - 1.1 Sistemas Modulares de Construcción 13
   - 1.2 Los Espacios Educativos como Centro de la Vida Comunitaria 14

2. Guía para la utilización de los Sistemas Modulares 17
   - 2.1 Fase 1 - Diagnóstico y Definición de Programa 17
   - 2.2 Fase 2 - Implantación 18
   - 2.2.1 Diseños Técnicos - Recomendaciones y Lineamientos 19
   - 2.3 Fase 3 - Ejecución de Obras Civiles y Montaje de los Módulos 24

3. Matriz de Criterios - Herramientas 25
   - 3.1 Base de Datos de Municipios 25
   - 3.2 Calificación de Sistemas 25
   - 3.3 Reglas de Agrupación 26

4. Módulos Tipo – Programa 29
   - 4.1 Módulos **AT** - Aulas Típicas 30
   - 4.2 Módulos **BB** - Batería Baños 33
   - 4.3 Módulos **KT** - Cocinas 35
   - 4.4 Módulos **AD** - Administración 37
   - 4.5 Módulos **AM** - Aulas Múltiples 39
   - 4.6 Módulos **MT** - Módulo Técnico 40

5. Tipologías - Materiales y Tecnologías 41
   - 5.1 Introducción - Sistemas y Tipologías 41
   - 5.2 Sistema A1 43
   - 5.3 Sistema A3 45
   - 5.4 Sistema B3 46
   - 5.5. Sistema C1 48
   - 5.6 Sistema C2 49

6. Lineamientos de Implantación 51
   - 6.1 Tipos de Módulos 51
   - 6.2 Agrupaciones y Áreas de Extensión 54
   - 6.3 Esquemas de Implantación - Programas Tipo 63
   - 6.4 Criterios de Zonificación 72
   - 6.5 Variaciones en Módulos 74
   - 6.6 Uso de los Modelos *Revit* **suma** | Sistemas Modulares 77

7. Referentes 85
7.1 Mejores Prácticas – Ejemplos y Proyectos de Referencia 85
8. Glosario 97
9. Bibliografía 101
9.1 Normas Técnicas Aplicables 101
9.1.1 Normas Técnicas Colombianas - NTC 101
9.1.2 Otras Normativas 101
9.1.3 Documentos y Guías de Referencia 101
9.2 Normas y Estándares Internacionales de Referencia 102

Presentación

El proyecto **suma** | **Sistemas Modulares** es una solución integral de infraestructura modular que responde a los retos urgentes de cobertura y calidad educativa en territorios rurales, apartados o afectados por emergencias. Concebido como un sistema escalable y sostenible, este proyecto prioriza la rapidez, adaptabilidad y pertinencia cultural en la creación de espacios educativos seguros, dignos y funcionales. Los módulos **suma** pueden ser aulas, bibliotecas, cocinas, baños, ludotecas, talleres o espacios comunitarios. Su diseño permite configuraciones diversas y combinaciones según el contexto y las necesidades de cada comunidad educativa. El proyecto tiene como principios:

- Modularidad con sentido pedagógico y comunitario
- Adaptabilidad climática y territorial
- Construcción rápida con estándares de calidad y sostenibilidad
- Diseño para el encuentro: ser y saber como experiencias integradas
- Integración con el entorno natural y social

suma no es solo infraestructura: es una propuesta de país que dignifica el derecho a la educación y permite que los espacios educativos se conviertan en centros vivos de conocimiento, cuidado y transformación social.

suma | **Sistemas Modulares**
espacios para ser y saber

Hay territorios de Colombia donde aprender aún es un acto de resistencia. Donde no hay aulas, pero hay ganas. Donde no hay bibliotecas, pero sobran historias. Donde la escuela no es solo un edificio, sino el corazón de una comunidad que sueña. Para esos lugares nace

suma: una propuesta para multiplicar oportunidades, sumar saberes y tejer futuro.

Cada módulo de **suma** —un aula, una cocina, una ludoteca, un salón múltiple— es una pieza de dignidad. Se arma con rapidez, pero deja huella por años. Está hecho para abrir puertas: a la imaginación, al juego, al conocimiento, al encuentro. En **suma** los niños aprenden, los jóvenes crean, las familias se reúnen. Son espacios para ser y saber: para descubrir quiénes somos, para compartir lo que sabemos y para construir lo que soñamos.

1. Introducción

La presente Cartilla de Implementación del proyecto **suma | Sistemas Modulares** es producto de un trabajo liderado desde la Oficina de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación Nacional, orientado a la conceptualización, coordinación y estructuración de Sistemas Constructivos para la implementación de Aulas Modulares, que permitan la ejecución de proyectos de Infraestructuras Educativas a nivel nacional, con programas arquitectónicos flexibles y variados, en escalas y contextos muy diversos. Dichos Sistemas de Aulas Modulares contemplan, para cada caso, diseños técnicos completos, a nivel constructivo y/o de producción en taller, los cuales están compilados en las Cartillas Técnicas correspondientes a cada uno de los Sistemas.

Esta apuesta por definir Sistemas Modulares desde la OIE, y diseñarlos a nivel de detalle, para su aplicación masiva en proyectos diversos, debe ser entendida en un contexto muy amplio. Es claro, por ejemplo, que las exigencias implícitas en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 "Educación de Calidad", pasan por atender las necesidades de infraestructura a la vez que se garanticen unos estándares muy exigentes de calidad y de confort, con una cobertura que atienda todas las regiones y todas las escalas, tanto en las zonas urbanas como en la ruralidad. Ese reto se resume de manera sintética y contundente en la Agenda Urbana de ONU Hábitat, así:

> *"La educación es un derecho universal y debe tratarse como un bien público. La educación debe ser un derecho pleno que no deje a nadie atrás (…). El acceso a la educación es una cuestión de equidad. (…) La calidad de la Educación está vinculada al entorno de aprendizaje. La condición de una escuela es tan importante como la educación misma".* [1]

En esa misma línea, el Plan de Desarrollo 2022-2026 - Colombia, Potencia Mundial de la Vida - fija objetivos ambiciosos en esta área: "se implementará un nuevo plan de infraestructura educativa que orientará los recursos y esfuerzos desde distintos actores para la reducción de rezagos de la infraestructura física y tecnológica en la educación preescolar, básica, media y superior, especialmente en zonas rurales y con un enfoque territorial." Y más allá de entender esta problemática desde lo físico y lo cuantitativo, el Plan tiene un enfoque en el cual la educación "es un medio fundamental para superar la desigualdad y para hacer de nuestro país una sociedad del conocimiento y de los saberes propios. (...) Esta visión de la educación permite hacer de la escuela, más que un lugar físico un escenario alrededor del cual se organizan las comunidades. Se contará con un enfoque poblacional, regional, de género, territorial, étcnico, atendiendo especialmente a la ruralidad". Esta concepción de la infraestructura educativa conlleva la necesidad de encontrar maneras de llegar a todas las regiones del país, atendiendo una gran variedad de escalas, condiciones y determinantes, para producir espacios apropiables y con sentido de pertenencia, que sean capaces de convertirse en verdaderos centros de la vida comunitaria.

Por otro lado, el proyecto es una respuesta a la innegable necesidad de migrar hacia modos de construcción sostenibles, donde se saque partido a los beneficios de la economía de escala, y al desarrollo de edificios e infraestructuras eficientes desde el punto de vista energético.

En ese orden de ideas, tiene todo el sentido la apuesta por estandarizar y tipificar desde lo público. Ha habido experiencias interesantes en esa dirección, dentro de las cuales vale la pena mencionar dos: la Cartilla de Andenes (Bogotá, Departamento Administrativo de Planeación Distrital - 1999) y la Cartilla de Puentes Peatonales (Bogotá, Instituto de Desarrollo Urbano – 2000).

1 La Nueva Agenda Urbana Ilustrada – ONU Habitat – 2020 – Página 117

La Cartilla de Andenes fue producto de un proceso liderado desde el Taller del Espacio Público, dependencia del entonces Departamento Administrativo de Planeación Distrital (hoy Secretaría Distrital de Planeación). Como parte de una política distrital que ponía un énfasis importante en la ejecución de obras de espacio público y en lograr dar un salto cualitativo importante en la forma en que estas se ejecutaban en la ciudad, en la Cartilla se definían, a nivel de detalle, los diseños de piezas prefabricadas en concreto, y se mostraba su aplicación en distintos tramos y perfiles típicos, a la vez que se fijaban los lineamientos de diseño básicos para producir espacios públicos peatonales funcionales y adecuados, garantizando continuidad y seguridad para el peatón. Todo ello, en línea con las Normas Técnicas Colombianas aplicables, estableciendo claramente las condiciones técnicas, estructurales y de resistencia que los elementos debían cumplir. Fue adoptada por medio del decreto distrital 1003 de 2000, como norma de obligatorio cumplimiento para cualquier actor que interviniera en espacio público en la ciudad. Ha sido constantemente actualizada y complementada, y hoy sigue siendo aplicada en la ciudad, además de haber dado origen a procesos similares en otras ciudades del país.

La Cartilla de Puentes Peatonales se elaboró por la misma época en el Instituto de Desarrollo Urbano, en Bogotá. En ella se documenta, a nivel de detalle, el diseño de un Puente Peatonal tipo, concebido como un modelo adaptable y flexible, desarrollado a partir de piezas modulares plenamente definidas y detalladas, que permite su implementación para dar soluciones a un rango muy amplio de condiciones y configuraciones, a la vez que define parámetros y lineamientos para establecer esquemas de diseño que cumplan con toda la normativa técnica aplicable. Entendido, pues, como un sistema modular, ese diseño se concibe a partir de piezas típicas, que admiten muchas posibilidades de composición en cuanto a luces a vencer, geometrías, medios de acceso y demás componentes de una infraestructura de este tipo. Así, y a partir de la adopción formal de la Cartilla –por medio del decreto distrital 279 de 2003-, los procesos de diseño y ejecución de puentes peatonales en Bogotá han logrado una gran eficiencia, pues se pasó de un modelo donde cada proceso implicaba una fase completa de estudios y diseños -con resultados muy variados y disparejos, y no siempre de la mejor calidad-, por uno donde lo que se adelanta es una implementación de los diseños existentes, a partir de las definiciones de la Cartilla y adaptándolos a las condiciones específicas de cada caso particular. No solamente es un proceso mucho más ágil, sino que el nivel de calidad de los resultados es óptimo y previsible, y los proveedores ya tienen una capacidad de producción instalada y comprobada, lo cual también contribuye a tiempos de ejecución más ajustados.

Son estos, pues, procesos que se iniciaron en Bogotá hace más de 25 años, desde la administración distrital, donde pueden verse resultados concretos, en la medida en que consiguieron una mejora sustancial en la calidad de las infraestructuras –con la aplicación estricta de Normas Técnicas-, el recorte sustancial de tiempos de planeación, estudios y diseños –especialmente para el caso de los Puentes Peatonales-, y muy especialmente, consiguieron una participación masiva y ordenada del mercado de proveedores y fabricantes, al establecer reglas de juego claras desde lo técnico, y logrando que, al cabo de los años, los diseños y desarrollos específicos contenidos en ambas Cartillas se hayan convertido en estándares de mercado, con calidad garantizada además por la competencia entre una variedad de proveedores, y con beneficios evidentes para la administración pública, en términos de facilidad de mantenimiento, reparabilidad y gestión de las infraestructuras.

No obstante las ventajas descritas, ambos procesos admiten críticas desde una perspectiva de diversidad y adaptabilidad a contextos diferenciados. Difícilmente un mismo diseño, un mismo material o proceso constructivo será apropiado indistintamente para cualquier conjunto de determinantes objetivas, o de condiciones socioculturales - más aún cuando se busca ahora una cobertura más ambiciosa, y no limitada a una sola ciudad, como era el caso. La homogenización resultante no es siempre deseable, y hay que encontrar un equilibrio, para aprovechar las ventajas de la estandarización y la tipificación, pero reconociendo y siendo sensibles a determinantes diferenciadas.

Así, el proyecto **suma | Sistemas Modulares** busca lograr algo análogo a lo conseguido en Bogotá en estos temas con la gestión y ejecución de infraestructura educativa. Potenciar la capacidad de respuesta a la demanda acumulada de espacios educativos, repartida por toda la geografía del país, a partir de la normalización de procesos y el aprovechamiento de las ventajas de la producción industrializada, así como de la optimización de los tiempos tanto en la fase de planeación como en la de ejecución de los proyectos, haciendo uso de tecnologías de construcción no convencionales, en las que se saca partido de los procesos de prefabricación y producción en serie. Pero el reto asumido es que todo esto se debe conseguir sin desconocer la diversidad de un país como Colombia –diversidad en lo climático, en lo social, en lo cultural- ni perder de

vista la enorme dificultad que conlleva la producción de espacios educativos de calidad, que tienen además la responsabilidad de crear un sentido de pertenencia e identidad que va más allá de la institución educativa, para ser apropiados por toda la población como verdaderos centros de la vida comunitaria, con sentidos y matices que trascienden ampliamente los aspectos meramente funcionales – y que hacen de la infraestructura educativa un caso absolutamente excepcional.

El estudio *The Impact of School Infrastructure on Learning* (Impacto de la Infraestructura Escolar en el Aprendizaje. Ambasz, D., Barrett, P., Shmis, T., Treves, A., Ustinova, M., 2019) indaga sobre la relación entre el gasto en infraestructuras y el aprendizaje de los estudiantes. El estudio revela que las variables que en realidad afectan positivamente el desempeño de los estudiantes están relacionadas con las familias, los compañeros y la comunidad, así como con la participación de todos los actores involucrados en la conceptualización y diseño de las instituciones educativas.

> *"La planificación de buenos espacios de aprendizaje es una disciplina que combina diferentes ciencias, y que requiere de la participación de todos los usuarios de estos espacios —docentes, padres y niños— en el proceso de toma de decisiones para el desarrollo de la infraestructura. Los responsables de las políticas podrían hacer más para incluir a estos grupos en la concepción, coordinación y planificación de proyectos de infraestructura específicos." (Traducción propia, texto original en nota a pie de página)* [2]

Según el estudio citado, se ha venido replanteando la efectividad y conveniencia, en términos de costo vs aprendizaje, de dos temas importantes: los llamados "megacolegios" como respuesta a la demanda de cupos en las ciudades, y el énfasis en la inversión en infraestructuras de las instituciones educativas. Por una parte, se ha observado que el esquema de tener instituciones educativas más pequeñas resulta más adecuado desde varios aspectos, siempre enfocados en el aprendizaje, ya que el estudiante se siente parte de la institución, y con una cercanía mucho mayor hacia los demás estudiantes y profesores. Así mismo, y en consonancia con tendencias en la Planeación Urbana -como la llamada "ciudad de los 15 minutos"-, el hecho de tener infraestructuras más pequeñas, repartidas en las ciudades según las necesidades cambiantes de cada sector o barrio, implica que en general los estudiantes van a requerir menos tiempo de desplazamiento hasta la institución, y recorrer menores distancias cada día.

> *"Se ha descubierto que los tiempos de viaje prolongados para llegar a la escuela pueden tener una serie de efectos negativos en los alumnos y las familias, incluido el tiempo perdido en el traslado y la menor oportunidad de que los alumnos participen en actividades extraescolares, o de que los mismos padres se relacionen con la escuela." (Traducción propia, texto original en nota a pie de página)* [3]

Así, la escala más pequeña de las infraestructuras educativas permite a su vez mayor apropiación y cuidado de las mismas por parte de la comunidad, ya que se puede llegar a tener más sentido de pertenencia con respecto a una escuela o universidad a escala del propio barrio o sector, que cuando se trata de "megacolegios" o grandes campus universitarios, que están concebidos y desarrollados a una escala más metropolitana.

> *"…las escuelas pequeñas son eficaces no solamente por el hecho de ser pequeñas, sino que funcionan mejor precisamente en cuanto aprovechan esa característica. Las mejores escuelas pequeñas ofrecen un entorno en el que los profesores, los alumnos y los padres se ven a sí mismos como parte de una comunidad, y abordan cuestiones de aprendizaje, diversidad, gobernanza y construcción en un lugar de aprendizaje similar al hogar." (Traducción propia, texto original en nota a pie de página)* [4]

De igual manera, el estudio resalta la importancia del espacio libre como el lugar de la versatilidad, flexibilidad, creatividad, integración, inclusión y convivencia dentro de la institución educativa. Al igual que se plantea que los espacios libres y abiertos dentro de la institución sean espacios pedagógicos (zonas de circulación, accesos y zonas de reunión), lo mismo debe pasar a la escala de la implantación de la infraestructura en la ciudad, en donde los espacios públicos deben también ser pedagógicos tanto para los estudiantes como para toda la comunidad, y ser además un elemento articulador entre todos

2 The planning of good learning spaces is a discipline that combines different sciences and that requires the involvement of all users of these spaces —teachers, parents, and children— in the decision-making process for infrastructure development. Policymakers could do more to include these groups in the envisioning, coordination, and planning of specific infrastructure projects.

3 It has been found that extended travel times to get to school can have a range of negative effects on pupils and families, including the wasted time spent in transit and the reduced opportunity for pupils to take part in afterschool activities or for their parents to engage with the school themselves.

4 …small schools are not effective solely by virtue of being small but rather work best when they take advantage of being small. The best small schools offer an environment where teachers, students, and parents see themselves as part of a community and deal with issues of learning, diversity, governance, and building in a home-like learning place.

los actores presentes en la misma. De esta manera, la infraestructura educativa le estará dando a la comunidad la importancia que realmente tiene, a la vez que la propia comunidad y el entorno le estarán dando a la misma la relevancia que puede y debe tener como centro de actividad dentro del sector, consolidándola como nodo primordial de convivencia.

> *"Es habitual que los expertos en educación pidan que las escuelas se relacionen con las comunidades que las rodean. Por ejemplo, este fue uno de los criterios de selección de las "escuelas ejemplares" de la OCDE (OCDE CELE 2011). La participación de la comunidad es una cuestión multifacética. Puede consistir en el uso intensivo de las instalaciones físicas de la escuela por parte de la comunidad en general y/o la extensión del aprendizaje de los alumnos a la comunidad en general, no solo en términos de qué y dónde aprenden, sino también en términos de que los alumnos actúen como maestros dentro de la comunidad. Al desempeñar ese papel de embajadores, los estudiantes estarían enfatizando la escuela como un símbolo del valor que se le da a la educación. (…) Las escuelas a menudo cuentan con instalaciones como grandes salones y tanto campos como equipos deportivos, de los cuales la comunidad local podría carecer de otro modo. Proporcionar a los miembros de la comunidad acceso a estas instalaciones puede generar muchos beneficios (Seydel 2017). Aunque a veces puede crear algunas complicaciones de seguridad, estas generalmente se pueden resolver permitiendo que los adultos utilicen las instalaciones solo después del horario escolar normal. Esto puede, además, ser una fuente de ingresos adicionales para muchas escuelas en los países desarrollados. Como se mencionó anteriormente, la participación de la escuela con la comunidad también puede significar brindar a los estudiantes oportunidades educativas fuera de la escuela." (Traducción propia, texto original en nota a pie de página)* [5]

Así mismo, es evidente y urgente la necesidad de atender necesidades inmediatas en las comunidades, que no pueden esperar los extensos procesos de estructuración, diseño e implementación implícitos en la construcción convencional y en los grandes proyectos de infraestructura. En un país tan diverso como Colombia -desde lo geográfico, lo cultural, lo climático-, el reto de poder identificar y diagnosticar las necesidades y formular las soluciones en los tiempos que las comunidades las requieren es de unas magnitudes enormes. La Oficina de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación Nacional tiene esa gran responsabilidad, enmarcada además en una coyuntura muy particular, por la clara apuesta del actual gobierno en conseguir unas metas muy ambiciosas de incremento de cupos y, por ende, ejecución de infraestructura educativa. Metas estas que, por cobertura y alcance, deben ser conseguidas no solamente a través de proyectos de gran escala, sino en buena medida a partir de la capacidad de estructurar, diseñar y ejecutar -muy rápidamente- una gran cantidad de proyectos de pequeña y mediana escala, en contextos variados y a lo largo y ancho del territorio nacional.

Por todo lo anterior, buena parte de los esfuerzos de la Oficina de Infraestructura Educativa durante la presente administración ha estado enfocada hacia los proyectos de estas escalas, y es imperativo consolidar una gran capacidad, eficiencia y agilidad, para implementarlos en tiempos récord. En ese orden de ideas, la definición de Sistemas Modulares, que permiten la estandarización y aplicación de criterios normalizados a partir de los cuales puedan reducirse radicalmente los tiempos de implementación y ejecución de los proyectos de infraestructura, es una de las estrategias principales para conseguir los resultados que se requieren.

Ya anteriormente ha habido esfuerzos en esta dirección, tanto a nivel Nación, como específicamente en Bogotá, a nivel Distrito. Tanto el "Proyecto Tipo" desarrollado en 2017 en el Ministerio de Educación -con apoyo del DNP-, como el proyecto de "Aulas Modulares" desarrollado por la Secretaría de Educación de Bogotá en 2013, son buenos referentes y fuente de lecciones y aprendizajes que han sido involucrados en el trabajo adelantado. Y una primera conclusión que proviene de dichas experiencias es la necesidad de contemplar un rango suficientemente amplio de soluciones: al momento de llevar este concepto a la diversidad de un país como Colombia, la apuesta no podía ser por un solo diseño o por una sola tecnología constructiva. Las grandes diferencias culturales, climáticas, topográficas, de accesibilidad, obligan a que cada solución particular contemple toda una serie de matices y factores y determinantes específicas, a las cuales sería imposible responder

5 It is common for education experts to call for schools to engage with their surrounding communities. For example, this was one of the selection criteria for the OECD's "exemplary schools" (OECD CELE 2011). Community engagement is a multifaceted issue. It can consist of intensive use of the school's physical facilities by the broader community and/or the extension of pupils' learning into the wider community, not only in terms of what and where they learn but also in terms of pupils acting as teachers within the community. By playing such an ambassadorial role, the students would be emphasizing the school as a symbol for the value placed on education. (…) Schools often have facilities such as large halls and sports grounds and equipment that the local community may otherwise lack. Providing community members with access to these facilities can yield many benefits (Seydel 2017). Though it may sometimes create some security complications, these can usually be resolved by allowing adults to use the facility only after normal school hours. This can also be a source of additional income for many schools in developed nations. As mentioned above, the school's involvement with the community can also mean providing students with educational opportunities outside the school.

con una sola tecnología, un mismo material o un diseño rigurosamente repetido. Se necesita, pues, no un solo Sistema Modular, sino un "Sistema de Sistemas": una metodología a partir de la cual sea claro cuál, dentro de un rango de posibilidades, es la mejor solución para cada caso particular. Y, así mismo, una metodología para poder tomar esa solución "tipo" -que es, en principio, un modelo totalmente estandarizado- y, con gran eficiencia, atendiendo a las condiciones y los matices (climáticos, urbanísticos, culturales) de cada caso particular, convertirla en un proyecto específico de gran calidad desde lo arquitectónico, pero además completo y documentado suficientemente para soportar unos trámites de aprobación y licenciamiento, y su ejecución a través de un proceso de contratación/adquisición que proporcione todas las garantías del caso.

1.1 Sistemas Modulares de Construcción

Los sistemas modulares de construcción a menudo se enfrentan a mitos y prejuicios, muchas veces infundados, pero también debidos a experiencias previas poco exitosas. Contrario a la creencia de que son, por definición, una solución meramente provisional, lo cierto es que, bien implementados, pueden ser una excelente alternativa para la ejecución de infraestructura en general.

Hay que empezar por aclarar que un sistema constructivo es "modular" en cuanto busca, desde su concepción, proporcionar soluciones flexibles, replicables y reconfigurables. Es decir: la modularidad intrínseca del sistema es lo que permite que las infraestructuras ejecutadas a partir de su implementación puedan responder a distintas condiciones y contextos, crecer con el tiempo, trasladarse y adaptarse a necesidades cambiantes. Y esto lo logran siendo tan permanentes o tan provisionales como los requerimientos específicos de cada situación lo exijan – y nunca menos permanentes que una construcción convencional, por el hecho de ser modulares. Lejos de generar construcciones frágiles y de rápido deterioro, lo que se busca a través de la implementación masiva de proyectos con estos sistemas es que la estandarización de materiales y procesos de producción, con las consecuentes economías de escala, permita alcanzar altos niveles de calidad y durabilidad. Esta estandarización, además, simplifica el mantenimiento de las infraestructuras, facilita su reparabilidad, y asegura el cumplimiento riguroso de todas las normativas técnicas y de sismo-resistencia. Así, la adopción de Sistemas Modulares para dar solución a necesidades de infraestructura es todo lo contrario a la improvisación: es una estrategia para definir e identificar desde un principio todos los criterios objetivos que pueden incidir en las fases de planeación de cada caso particular, para agilizar luego dichos procesos, al dejar establecidos, diseñados y sistematizados todos los elementos y recursos a partir de los cuales se dará respuesta a las necesidades específicas de cada proyecto.

Además, para el caso de este proyecto de Sistemas Modulares, hemos definido respuestas diversas en cuanto a materiales y tecnologías para adaptarse a diferentes condiciones. Es claro que la estandarización de las soluciones acorta los tiempos de ejecución, al establecer procesos normalizados que garantizan la calidad y controlan los imprevistos. Sistematizar soluciones y procesos ahorra tiempo tanto en la planificación como en la ejecución de los proyectos específicos. Así, pues, se propone una estandarización y tipificación en la fabricación e instalación de las infraestructuras, buscando que las soluciones sean intrínsecamente flexibles, replicables y reconfigurables, capaces de crecer y adaptarse a las necesidades particulares. Sin embargo, es crucial entender que esta estandarización se aplica con un matiz importante: se busca que las soluciones sean las más adecuadas a las condiciones específicas de cada sitio de intervención. Para ello, se han diseñado no uno, sino varios sistemas, con distintos materiales y contemplando variaciones en cuanto a tectónica y recursos de diseño, que pueden responder adecuadamente a un amplio espectro de condiciones bioclimáticas, determinantes de accesibilidad y topografía del terreno, así como a las exigencias estructurales definidas por las zonas de Amenaza Sísmica determinadas en la NSR-10. Adicionalmente, y como premisa adicional de diseño, se busca que las infraestructuras tengan la posibilidad de ser adaptadas e intervenidas por las comunidades

que las van a recibir, para crear un sentido de pertenencia y apropiación, e integrarse de manera efectiva con las condiciones socioculturales específicas de dichas comunidades.

1.2 Los Espacios Educativos como Centro de la Vida Comunitaria

A diferencia de otras infraestructuras, los entornos educativos no solo deben cumplir la función de ser espacios de formación para las nuevas generaciones, sino que además tienen el potencial de convertirse en el corazón de las comunidades: verdaderos Centros de la Vida Comunitaria. Deben ser lugares de encuentro, de intercambio cultural y social, donde las comunidades se fortalezcan, y donde se generen nuevas oportunidades para el desarrollo. En muchas regiones de Colombia, donde la infraestructura pública es limitada, las escuelas y sus entornos representan el único espacio común donde niños, jóvenes y adultos pueden acceder a conocimiento, recursos y actividades que impulsan el bienestar colectivo.

Tal y como lo afirman diversos estudios recientes, la dimensión arquitectónica, espacial y geográfica de la infraestructura educativa se identifica cada vez más como un elemento clave en la integralidad del modelo pedagógico de la institución. La calidad de la educación incluye aspectos ampliamente estudiados tales como la localización de las instituciones con respecto a los estudiantes (o bien, la posibilidad de cada uno de ellos de poder asistir a la institución en su entorno cercano), o la importancia de las instituciones educativas como puntos de centralidad -o de potencial de centralidad- para las comunidades.

Así como la ciudad debe abrirse a la escuela y ser parte del espacio pedagógico, también la escuela debe abrirse a la ciudad, y ser parte de los procesos de transformación y renovación física, social y urbana de la misma.

> *"La escuela amurallada, con rejas y candados reales y mentales hacia el mundo exterior, va cediendo paso a una escuela más cercana y amistosa con el medio social y natural. Abrir la escuela a la comunidad es hoy consigna en todo el mundo, no solo desde lo administrativo, lo curricular y lo pedagógico sino también desde lo arquitectónico. La moderna arquitectura escolar busca una relación más fluida - visual y física - entre el adentro y el afuera de la escuela, y asume el encuentro escuela-comunidad como un elemento central en el diseño de los espacios."* [6]

La institución educativa como centro del barrio o de la comunidad plantea, en definitiva, beneficios tanto para la institución como para la comunidad, partiendo de la base del espacio público como articulador de los dos espacios, y el proyecto de integración como catalizador de dinámicas positivas para todos los actores involucrados.

Por otro lado, aparece el espacio público urbano como articulador entre la institución y la comunidad. De esta manera, la institución educativa le estará dando a la comunidad la importancia que realmente tiene, y también la propia comunidad y el entorno estarán dando a la institución una relevancia adecuada y preeminente, como centro de la misma, y nodo de actividades, convivencia y confluencia de los diferentes actores de la comunidad (niños, padres de familia, maestros, etc.).

Se busca configurar la infraestructura educativa como:

- Agente dinamizador del entorno y de la comunidad y del ecosistema educativo.
- Lugar de generación de sentido de pertenencia y cohesión social.
- Lugar de integración, colaboración y conexión para la comunidad.

6 Blog "Otra Educación" – Rosa María Torres del Castillo - 2017

- Lugar que permita la organización de actividades complementarias al PEI (cursos, talleres, capacitaciones, apoyo a alumnos con requerimientos especiales de nivelación en jornadas adicionales, alfabetización digital para personas mayores, comedores comunitarios).

- Espacio que brinde oportunidad de uso de internet para la comunidad.

- Espacio que brinde oportunidad de actividades fuera del horario escolar para alumnos y demás miembros de la comunidad

- Lugar que pueda posibilitar el surgimiento de emprendimientos y colectivos productivos locales, y de innovación desde el territorio.

- Lugar que permita la reunión, celebración, capacitación y asistencia, de acuerdo con las tradiciones culturales ancestrales de cada población.

- Centro que permita la realización de actividades deportivas, recreativas y culturales.

- Lugar que permita el desarrollo de iniciativas para potenciar los activos del territorio (turísticos, agrícolas, ambientales, culturales, artesanales, gastronómicos).

- Espacio para la integración, colaboración y co-creación de los padres de familia en la institución educativa.

- Lugar que posibilite actividades educativas para adultos (educación continua), así como formación técnica, y profesional para el territorio.

- Espacio que permita el acceso a la información para todos los sectores de la población.

- Espacio que permita el diálogo intergeneracional y la transferencia de conocimientos.

- Espacio que permita y facilite actividades de trueque o intercambio (de productos, servicios, conocimientos).

- Espacio que sirva para actividades de banco de alimentos, brigadas de salud, jornadas de vacunación, atención primaria en caso de desastres naturales.

- Espacio que permita el desarrollo de proyectos y actividades solidarias y de voluntariado, tanto por parte de los alumnos como por el resto de la comunidad.

- Incorporación en la institución de iniciativas de elementos de uso colectivo, tales como: puntos de intercambio de libros, puntos de reciclaje (no solamente residuos comunes, sino también pilas, medicamentos, aparatos electrónicos, textiles, aceites, etc.).

En definitiva, se busca generar un cambio de paradigma, de manera que la implementación de estos lineamientos se integre como línea base de las buenas prácticas del diseño de espacios educativos, y que el diseño espacial de los mismos permita y facilite que la infraestructura escolar efectivamente se configure como punto central de la vida comunitaria. La relación entre institución educativa y comunidad debe ser, por tanto, una en la que exista una constante retroalimentación positiva, ya que la institución necesita de la comunidad, de la misma manera que la comunidad necesita de esta.

Así como se busca que los espacios de las instituciones educativas puedan ser utilizados y apropiados por parte de la comunidad, se buscará también identificar aquellos espacios en el entorno que puedan ser utilizados por parte de las instituciones como espacios educativos o pedagógicos fuera de sus instalaciones. Este lineamiento permitirá no solamente poner en valor lugares singulares del territorio y los municipios (museos, parques, reservas naturales, fábricas, BICs, etc.), sino también ampliar los espacios de

pedagogía de la institución y que los estudiantes también conozcan, valoren y se apropien de su entorno y de su territorio.

Para que una ciudad sea considerada educadora requiere promover y desarrollar el protagonismo de todos y de todas –niños, jóvenes, adultos, ancianos- en la búsqueda de un nuevo derecho: el derecho a la ciudad educadora. En este contexto, la comunidad educadora reconquista la escuela como un nuevo espacio cultural de la ciudad, integrándola a ese ámbito, considerando sus calles y plazas, sus árboles, sus pájaros, sus cines, sus bibliotecas, sus bienes y servicios, sus teatros e iglesias, en fin, toda la vida que circula en la ciudad. La escuela deja de ser "leccionadora" para ser cada vez más "gestora" de la información, constructora y reconstructora de saberes y conocimientos socialmente significativos.

En conclusión: cuando un centro escolar se diseña con visión comunitaria, se transforma en un punto de referencia para el aprendizaje, el emprendimiento y la cohesión social. Se convierte en un espacio de diálogo entre tradiciones y modernidad, donde la comunidad encuentra respuestas a sus necesidades y aspira a un futuro con mejores oportunidades. Por eso, más allá de ser infraestructuras físicas, los entornos educativos tienen el potencial de convertirse en centros vivos de integración y progreso, fundamentales para el desarrollo social y económico del país.

2. Guía para la utilización de los Sistemas Modulares

2.1 Fase 1 - Diagnóstico y Definición de Programa

En la primera fase de desarrollo de proyectos implementados a partir de los Sistemas Modulares, se deberá definir de manera detallada el tipo de intervención requerido en cada caso particular. Puede tratarse de intervenciones de los siguientes tipos:

- Ornato o mejoramiento: Intervención parcial sobre una infraestructura existente, en la que por deterioro u otras razones se contempla el remplazo de algunos espacios por estructuras modulares, junto con labores de mejora de lo existente.

- Adecuación: Intervención parcial sobre una infraestructura existente, donde se contempla el remplazo o complemento de áreas funcionales con estructuras modulares.

- Ampliación: Intervención parcial sobre una infraestructura existente, donde se amplían las áreas para incrementar su capacidad, mediante el uso de estructuras modulares adicionales, para integrarlas funcionalmente a las construcciones existentes.

- Institución educativa nueva / sede nueva: Intervención integral en la que se resuelve el programa completo de una institución educativa a partir del uso de estructuras modulares, en un terreno libre y disponible, ya sea urbano o rural.

Así mismo, se deberá cuantificar, de acuerdo con los requerimientos identificados, el número de aulas y demás espacios de apoyo a los espacios educativos, teniendo en cuenta el número de estudiantes por ciclo (preescolar, básica, media, superior) y la jornada escolar. En este punto, se deberán analizar las necesidades de cada institución en términos de número de estudiantes y su distribución en los diferentes ciclos, así como la proyección demográfica, de manera que se pueda tener un estimado de cuáles serán las necesidades y requerimientos de la institución educativa en los próximos años, con el objetivo de proponer proyectos que, si bien se adaptan a sus necesidades actuales, sean también previsivas en términos de cambios demográficos, para poder fácilmente ir ajustándose a ellos en cada año escolar.

Adicionalmente, se deberán identificar requerimientos adicionales, tales como: demanda de aulas multimateria o clases multinivel, u otras infraestructuras complementarias.

Este predimensionamiento de los espacios requeridos deberá tener en cuenta, en los casos en los que aplique, si la institución o sede cuenta con edificaciones existentes, y si estas se van a mantener como parte del programa de espacios de la misma, en cuyo caso se deberá garantizar la adecuada integración funcional entre estas y los nuevos módulos a implantar.

A partir de la información anterior, se podrá llevar a cabo la definición del número y tipo de módulos que se requieren para dar cumplimiento a las necesidades de la institución. Entre los módulos diseñados se encuentran los siguientes tipos:

- Módulos **AT** – Aulas Típicas
- Módulos **BB** – Baterías de Baños
- Módulos **KT** – Cocinas
- Módulos **AD** – Administración
- Módulos **AM** – Aulas Múltiples
- Módulos **MT** – Módulo Técnico

En el capítulo 4 se describen en detalle todos los tipos de módulo, su aplicación y capacidad.

Puede haber casos en que se identifiquen necesidades programáticas a las cuales no se pueda dar respuesta solamente con la utilización de los módulos diseñados. Se ha identificado que, para infraestructuras educativas con capacidades por encima de los 240 estudiantes, la capacidad requerida para ciertos espacios (como son Biblioteca, Aulas Múltiples, Comedor y Cocina) excede la de los módulos que hacen parte del sistema, y deberían ser resueltos con otros sistemas constructivos que permitan mayor capacidad y mayores luces estructurales. Así mismo, ciertas necesidades programáticas, como Polideportivos o Laboratorios muy especializados, donde los requerimientos técnicos y estructurales exigen de estructuras de mayores dimensiones, así como de instalaciones y equipos muy específicos, se recomienda también plantear infraestructuras complementarias en otros sistemas constructivos más adecuados. En esas intervenciones, la recomendación general es plantear soluciones modulares para los espacios educativos estándar –como son las zonas de aulas y los servicios sanitarios-, e integrarlos con diseños específicos para esos espacios, en sistemas constructivos convencionales, que puedan ser desarrollados en paralelo con la implementación de dichas soluciones.

Además de la definición del número y tipo de módulos, el Equipo Implementador o Equipo Consultor deberá definir la tipología de sistema modular, teniendo en cuenta las variables que se han tenido en cuenta en su diseño y desarrollo para la definición de la materialidad, recursos de diseño y estructura de las diferentes posibilidades. Para esto, se ha diseñado una herramienta de Calificación de Sistemas, donde a través de una metodología de puntuación pueden obtenerse recomendaciones en cuanto a cuál (o cuáles) de la(s) tipología(s) responde(n) mejor a las condiciones particulares de la intervención.

Dicha metodología recoge criterios climáticos, de accesibilidad al lote, de condiciones topográficas y de zona de amenaza sísmica. Su funcionamiento y diligenciamiento se resume en el Capítulo 3, haciendo parte de la Matriz de Criterios diseñada dentro del proyecto.

2.2 Fase 2 - Implantación

Una vez cuantificado el programa e identificado el número y tipo de módulos a utilizar, se debe definir un esquema de implantación, que responda a las determinantes generales del predio y que atienda a los lineamientos y reglas de agrupación, que se exponen en el Capítulo 6 de la presente Cartilla. Así mismo, se deben atender las recomendaciones específicas del Sistema seleccionado, en cuanto a orientación y asoleación, las cuales están expuestas en las Cartillas Técnicas correspondientes.

Sobre dicho esquema de implantación, deberán desarrollarse los diseños técnicos específicos de instalaciones técnicas y acometidas, así como de las obras civiles complementarias, necesarias para la preparación del terreno para la instalación de los módulos, como son los trabajos de nivelación, mejoramiento de suelos, taludes, terraceos y/o contenciones, de acuerdo con las condiciones particulares del terreno. Así mismo, se deberá evaluar la

necesidad de adelantar diseños de urbanismo, cerramientos, mobiliario urbano, y demás elementos complementarios para consolidar el conjunto. La evaluación, desarrollo y diseño de dichas obras complementarias deberán ser adelantados por un equipo interdisciplinario idóneo.

Se deberán plantear sistemas e instalaciones que atiendan a criterios de sostenibilidad y eficiencia energética, de acuerdo con las condiciones y posibilidades de cada caso particular. Se recomienda la implementación de un sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvias, así como la instalación de paneles fotovoltáicos, cuando las condiciones lo hagan conveniente para la operación eficiente de la institución y/o cuando la disponibilidad de servicios públicos sea limitada.

2.2.1 Diseños Técnicos - Recomendaciones y Lineamientos

El equipo de profesionales encargados de adelantar la elaboración de los diseños técnicos específicos de redes e instalaciones, para cada proyecto de implantación que se adelante a partir de la implementación de los Sistemas Modulares, tendrá la responsabilidad de analizar las determinantes particulares y garantizar el cumplimiento de todas las normativas técnicas aplicables en cada caso. No obstante, a continuación se incluyen lineamientos y recomendaciones a ser atendidas en el desarrollo de los diseños, y se hacen aclaraciones sobre los criterios generales de diseño aplicados a los módulos, para que sean adecuadamente recogidos al momento de hacer los diseños de conjunto.

- Redes Eléctricas

  - Fuente de Alimentación

  Los módulos funcionales por sí mismos están diseñados para formar siempre parte de un conjunto, ya sea dentro de un proyecto existente o en la implantación de una infraestructura totalmente nueva, por lo cual su alimentación estará dada desde el tablero de baja tensión más cercano. Para el caso de implantaciones nuevas, el diseñador y/o constructor (D/C) deberá adelantar los trámites necesarios ante el operador o Empresa Prestadora de Servicio Públicos correspondiente para definir el punto de conexión y el nivel de tensión.

  Si el Ministerio de Educación Nacional (MEN), la Institución Educativa (IE) o la Entidad Territorial Competente (ETC) estiman conveniente la implementación de una fuente de energía alternativa, se deberán hacer los estudios necesarios para determinar su viabilidad. Específicamente, para el caso de los sistemas de energía solar, el D/C debe tener en cuenta que el Módulo Técnico (**MT1**) tiene previsto un espacio para albergar los equipos correspondientes (batería e inversor). Así mismo, los módulos están diseñados estructuralmente para soportar el peso de un conjunto de paneles solares y sus elementos de anclaje, estrictamente restringido a la localización debidamente demarcada en los planos correspondientes.

  - Sistema de Protección contra Demandas Atmosféricas

  El diseño de los módulos funcionales para los distintos Sistema Modulares no contempla el análisis del literal b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección del Artículo 3.3.1.1. Diseño detallado del RETIE 2024. Esto, dado que cada caso de implantación tendrá una configuración única y unas condiciones de localización particulares, por lo cual el D/C deberá realizar el análisis y diseño específicos.

- Redes de Distribución de Energía en Baja Tensión

El diseño de instalaciones eléctricas en los módulos funcionales contempla la distribución de las redes de uso final, desde el tablero de distribución de cada módulo hasta las salidas de iluminación y potencia. Así, las redes de baja tensión aguas arriba del tablero de distribución de cada módulo, que corresponden a redes de distribución general o de urbanismo, y que dependerán de la configuración del conjunto o agrupación de módulos, no están contempladas en los diseños, y su definición e implantación serán responsabilidad del D/C, siguiendo los lineamientos de diseño arquitectónico del conjunto, y garantizando el cumplimiento del RETIE 2024 y/o la norma que lo complemente o sustituya, así como la NORMA TÉCNICA del operador de red correspondiente.

- Tablero de Distribución

El tablero se ubicará a la entrada de cada módulo funcional, adosado a los muros o materiales de la envolvente, según el caso. Se recomienda el uso de tableros plásticos, cuyo bajo peso no sobrecarga la estructura de los módulos. Para todos los casos, se contempla el uso de tableros de 6 circuitos – a excepción de los Módulos de Cocina (**KT1** y **KT2**), donde se utilizan tableros de 12 circuitos.

- Tomas Eléctricas

El esquema de distribución de las tomas eléctricas en los módulos funcionales se ha establecido a partir de los lineamientos dados por la NTC 4595, en línea con el cumplimiento del RETIE 2024. Adicionalmente, se contemplan en los módulos las siguientes tomas:

- Una toma para el televisor en los módulos de Aulas Típicas (**AT1**, **AT2** y **AT3**).
- Una toma de servicios para los módulos de Baterías de Baños (**BB1** y **BB2**).
- Tomas para Access Point o extensor de Wi-Fi en módulos de Aulas Típicas (**AT1**, **AT2** y **AT3**), Módulos Administrativos (**AD1** y **AD2**), Módulos Técnicos (**MT1**) y Aulas Múltiples (**AM1**).
- Una toma para la ducha en el módulo de Aula Tipo para Preescolar - **AT1** y Módulo Administrativo - **AD1** en su variación para Servicios Generales. La toma deberá ubicarse fuera del alcance de la zona de salpicadero de la ducha, siguiendo las indicaciones del literal g. del Artículo 3.17.15. RETIE 2024.
- Una toma para calentador de paso eléctrico en módulos de Cocinas (**KT1** y **KT2**).

La distribución de las tomas se realizará mediante canaleta y su alimentación se hará por techo.

- Iluminación Artificial

Para el interior de los módulos funcionales y de las zonas de circulación, se realizaron diseños de iluminación bajo RETILAP 2024, empleando la tabla 3.2.2.6 a. Requisitos de iluminación de ambientes, áreas de trabajo, tarea visual y actividades en interiores.
Las luminarias y lámparas empleadas responden a especificaciones disponibles en el mercado a nivel nacional, y deberán ser instaladas a la altura indicada en las simulaciones, atendiendo las siguientes recomendaciones técnicas:

- Toda su alimentación se hará por techo.
- Se empleará tubería de 1” EMT adosada a la cubierta (la tubería albergará tanto circuitos de iluminación como de potencia).
- Se alimentarán desde toma, con clavija y cable encauchetado.
- Se descolgarán desde toma mediante guaya, perros o el aditamento que el constructor considere más seguro desde su experiencia.
- Se contempla iluminación de emergencia en circulaciones de todos los módulos, y

al interior de los módulos de Cocina (**KT1** y **KT2**).
- Para la iluminación de emergencia al interior del Módulo Técnico **MT1**, se recomienda usar un Kit Batería Emergencia (balasto - batería).

De realizarse cambios en los tipos de luminaria y/o lámparas, el D/C deberá efectuar nuevamente las simulaciones, con el objetivo de verificar el cumplimento del RETILAP 2024.

- Redes de Voz, Datos, Intrusión, CCTV y Sonido

Por las características de los módulos funcionales, no se incluyeron dentro de los diseños las redes lógicas. Como guía para los D/C, se hacen las siguientes claridades y observaciones:

- Voz & Datos

  - Se han previsto varias opciones de puntos para la instalación del Rack, en el Módulo Técnico – **MT1**, los Módulos Administrativos – **AD1** y **AD2**, y los módulos de Aula Múltiple – **AM1**.
  - En todos los módulos funcionales, se dejaron previstas canaletas con división, con el objetivo de permitir la instalación de los puntos sin intervenir la estructura del módulo.
  - Así mismo, se dejaron previstas tomas reguladas para Access Point o extensor de Wi-Fi en todos los tipos de módulo, a excepción de las Cocinas – **KT1** y **KT2** – y las Baterías de Baños – **BB1** y **BB2**.
  - Por tratarse de estructuras de un solo piso, las implantaciones de los Sistemas Modulares tenderán a ocupar un área de terreno más amplia, por lo que se recomienda realizar una topología en estrella.

- Intrusión, CCTV y Sonido:

  - Estos tres sistemas se implementarán según la necesidad y complejidad del proyecto, por lo cual el D/C debe contar en su equipo con profesionales que tengan la suficiente experiencia para brindar una adecuada asesoría.

  - Además, todos los anteriores sistemas son complementarios entre sí y pueden manejarse mediante tecnología PoE.

- Redes Hidrosanitarias

  - Red Aguas Residuales

    - Los colectores deberán instalarse mínimo 10 cm bajo la cimentación, una vez el área de implantación esté nivelada y lista para la instalación de los módulos, de acuerdo con el Sistema Modular correspondiente.
    - Las instalaciones deberán adelantarse de acuerdo con lo indicado en la NTC 1500 vigente.
    - Para la conexión final de aguas residuales, deberá solicitarse la viabilidad ante la Empresa de Servicios Públicos correspondiente para la conexión a la red de alcantarillado público.
    - En caso de no poder realizarse la conexión a una red de alcantarillado, se deberá instalar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, de tal manera que se cumpla lo establecido en la Resolución 631 de 2015.

- Red Aguas Lluvias

  - Los colectores deberán instalarse mínimo 10 cm bajo la cimentación, una vez el área de implantación esté nivelada y lista para la instalación de los módulos, de acuerdo con el Sistema Modular correspondiente.
  - Las instalaciones deberán adelantarse de acuerdo con lo indicado en la NTC 1500 vigente.
  - El agua lluvia de cubierta deberá almacenarse en un tanque, con un volumen determinado de acuerdo con el caudal generado por el área total de las cubiertas de los módulos a instalar y el valor de las curvas IDF de la zona.
  - El agua lluvia deberá tratarse de tal manera que sea apta para el consumo humano.

- Red Agua Potable

  - La red de suministro deberá instalarse mínimo 10 cm bajo la cimentación, una vez el área de implantación esté nivelada y lista para la instalación de los módulos, de acuerdo con el Sistema Modular correspondiente.
  - Las instalaciones deberán adelantarse de acuerdo con lo indicado en la NTC 1500 vigente.
  - Para el suministro del agua potable, deberá solicitarse la viabilidad ante la Empresa de Servicios Públicos correspondiente.
  - De acuerdo con el número de estudiantes, el personal administrativo y lo indicado por el RAS 2017, se deberá determinar el volumen de agua potable a almacenar.
  - Deberá determinarse y adelantarse el diseño del equipo de presión necesario para el suministro del agua potable a las Baterías de Baños y demás servicios sanitarios incluidos en el proyecto.

• Red Detección y Red Extinción Incendio

Se incluye a continuación una recopilación de la normativa aplicable para la definición de los diseños de redes de detección y extinción de incendio, de acuerdo con las características y condiciones particulares de cada caso. Específicamente, se hace referencia las definiciones incluidas al respecto en la NSR-10, para el Grupo de Ocupación I-3, al que corresponden los espacios educativos a ser implementados a partir de los Sistemas Modulares.

- Red Detección de Incendio

El capítulo J.4.2 de la NSR-10 determina las condiciones bajo las cuales es necesario instalar sistemas de alarma de incendio que se puedan activar de forma manual, por detectores o por un sistema de extinción automática. Teniendo en cuenta que el grupo de ocupación corresponde al de Educación, se tiene lo siguiente:

> *J.4.2.4.3 Grupo I-3: Se debe contar con un sistema de iniciación manual que permita la activación del sistema de notificación de alarma. Cuando se cuente con sistemas de rociadores automáticos o detectores de incendio estos deben conectarse al sistema de alarma contra incendios. Se deben cumplir los siguientes requisitos:*
> *a) Los dispositivos de iniciación manual no son necesarios si la carga de ocupación es menor a 50 personas.*

Considerando que los módulos funcionales diseñados no tienen, en general, una carga de ocupación mayor a 50 personas, el literal a) del numeral J.4.2.3.4 de la NSR-10 indica que los dispositivos de iniciación manual no son necesarios. Sin embargo, cada caso particular deberá ser analizado a la luz de las definiciones de la NSR-10 por un profesional idóneo, para realizar un diseño ajustado a las necesidades de cada implantación y tomando como referencia los lineamientos de la NFPA 72.

En caso de considerarse necesario, los diseños eléctricos incluyen una ubicación tentativa para una estación compuesta por pulsador, sirena y estrobo autónomos.

- Red Extinción de Incendio

En el capítulo J.4.3 de la NSR-10 se indican los requisitos mínimos de los sistemas y equipos que deben diseñarse e instalarse para la extinción de incendio, de acuerdo con los usos de la edificación. Para el caso de los Sistemas Modulares, por tratarse de un uso educativo, se tiene lo siguiente:

> *J.4.3.4.1 Rociadores automáticos: Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y como referencia la Norma para instalación de Sistema de Rociadores, NFPA 13, así:*
>
> *a) En la totalidad de edificios con confinamiento o restricción de movimiento, clasificados en el subgrupo de ocupación de reclusión (I-1).*
> *b) En la totalidad de edificios, clasificados en el subgrupo de ocupación de salud o incapacidad (I-2).*
> *c) En la totalidad de edificios con área total de construcción de 2000 m² o mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).*
> *d) En la totalidad de edificios con más de cuatro pisos o más de 12 m de altura clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).*
> *e) En la totalidad de edificios con uno o más pisos bajo el nivel del suelo, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).*
> *f) En edificios clasificados en los subgrupos de ocupación de seguridad y servicio públicos (I-4 e I-5), de acuerdo con su uso; por ejemplo, edificios para oficinas se protegerán con las condiciones listadas para el grupo de ocupación comercial de servicios (C-1) y las áreas para asambleas con las condiciones del grupo de ocupación de lugares de reunión (L), etc.*
> *g) En la totalidad de edificios de gran altura, clasificados en el subgrupo de ocupación Institucional (I).*

De acuerdo con el literal c), y considerando que los módulos funcionales de los Sistemas Modulares no tienen un área construida mayor o igual a 2000 m², no es necesario instalar un sistema de extinción de incendio con rociadores. En todo caso, para verificar el cumplimiento de lo anterior, debe confirmarse en las implantaciones que las agrupaciones de módulos no excedan esa área, y/o que exista una separación de al menos 7.20 m entre agrupaciones que no la sobrepasen.

Por otro lado, se tiene lo siguiente respecto a las tomas fijas para bomberos:

> *J.4.3.4.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y como referencia el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14, así:*
>
> *a) En edificios de más de tres pisos o más de 9 m de altura sobre el nivel de la calle*
> *b) En edificios con un piso bajo nivel de la calle.*
> *c) En edificios donde, en uno de sus pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos es mayor de 30 m.*
> *d) Cuando el edificio esté protegido con un sistema de rociadores, las tomas fijas para bomberos se diseñarán teniendo en cuenta lo recomendado por la última versión del*

Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC 2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13.

Teniendo en cuenta que en los proyectos implementados a partir de los Sistemas Modulares, la cantidad y configuración de módulos funcionales, así como las condiciones en donde estos se instalarán, dependerán de cada caso particular, deberá analizarse y definirse la posibilidad de instalar tomas fijas para bomberos, considerando que se debe contar con un suministro mínimo de agua de 100 gpm a una presión mínima de 60 psi.

Finalmente, se tienen los extintores de fuego portátiles, para lo cual se tiene lo siguiente:

J.4.3.4.3 – Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y como referencia la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10.

Así, para los distintos módulos funcionales de los Sistemas Modulares, se proponen extintores portátiles Clase A en los módulos correspondientes a Aulas Típicas – **AT1**, **AT2** y **AT3** –, Aulas Múltiples – **AM1** – y Módulos Administrativos – **AD1** y **AD2** –, y extintores portátiles Clase K para los módulos de Cocinas – **KT1** y **KT2**.

2.3 Fase 3 - Ejecución de Obras Civiles y Montaje de los Módulos

Una vez definidos plenamente tanto la implantación como los diseños técnicos y de obras complementarias, se deberá hacer la programación de las actividades de obra civil, de tal manera que estas puedan adelantarse de manera paralela a la fabricación y producción en taller de los componentes de los módulos o "kits". Estas actividades implicarán el replanteo preciso de la ubicación de los módulos, para hacer las adecuaciones y ubicación de acometidas e instalaciones, en coordinación con los diseños técnicos de los módulos.

Deberá definirse un esquema de contratación con responsabilidades claras para los distintos contratistas. Como lineamiento general, se sugiere que las entidades contratantes separen adecuadamente lo que corresponde a actividades de Obra Civil (preparación y nivelación del terreno, acometidas e instalaciones, obras de urbanismo, cerramientos y demás obras complementarias) de lo que corresponde a la adquisición y montaje de los módulos propiamente dichos. El ideal es que esta segunda parte pueda ser adelantada a partir de contratos de suministro e instalación, directamente con los fabricantes/proveedores de los módulos. La Oficina de Infraestructura Educativa asesorará a las entidades contratantes durante la fase de estructuración de los proyectos, para establecer esquemas de contratación óptimos, a partir de los cuales se puedan obtener todas las ventajas intrínsecas de los Sistemas Modulares - en términos de eficiencia, economías de escala, garantías de calidad, etc.

3. Matriz de Criterios - Herramientas

3.1 Base de Datos de Municipios

Se desarrolló una herramienta que permite consultar, de manera rápida y efectiva, la siguiente información de todos y cada uno de los municipios en el territorio nacional:

- Zona de Amenaza Sísmica
- Temperatura Media
- Humedad Relativa
- Precipitación Anual

Para la consolidación de la base de datos, se tomó la información de las siguientes fuentes:

- La información sobre las Zonas de Amenaza Sísmica fue tomada del Apéndice A-4 de la NSR-10, revisando debidamente algunos casos puntuales de municipios que aún no estaban establecidos como tales para ese momento.
- La información sobre clima fue tomada de las coberturas SIG del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, recursos disponibles en línea, en su plataforma digital de consulta de Datos Abiertos. Específicamente, se utilizaron los objetos "ACC2014_TmMd_AA_1981_2010" - "ACC2014_HmRl_AA_MA_1981_2010" - "ACC2014_Prcp_AA_MA_1981_2010". Para obtener un dato representativo para cada municipio en cada criterio, se adelantó una intersección de dichas coberturas con la delimitación oficial de los municipios, y se tomaron los datos de la mayor área de intersección.
- Se hace la salvedad de que, dado que puede haber zonas de los municipios con condiciones distintas a las predominantes, se recomienda hacer una validación de los resultados con información primaria.

Se muestra a continuación un ejemplo de diligenciamiento de la herramienta. La misma cuenta con menús desplegables que permiten encontrar los municipios con facilidad.

CONSULTA - DATOS POR MUNICIPIO

DEPARTAMENTO	MAGDALENA
MUNICIPIO	ARACATACA
CÓDIGO MUNICIPIO	47053
ZONA DE AMENAZA SÍSMICA [1]	BAJA
TEMPERATURA MEDIA [2]	24 - 26 °C
HUMEDAD RELATIVA [2]	80 - 85 %
PRECIPITACIÓN ANUAL [2]	1500 - 2000 mm

[1] Tomado del Apéndice A-4 de la NSR-10.

[2] Tomado de IDEAM - SIG | objetos "*ACC2014_TmMd_AA_1981_2010*" - "*ACC2014_HmRl_AA_MA_1981_2010*" - "*ACC2014_Prcp_AA_MA_1981_2010*". Se adelantó una intersección de las coberturas con la delimitación oficial de los municipios, y se tomó el dato más representativo (mayor área de intersección) para cada caso. Sin embargo, y dado que puede haber zonas de los municipios con condiciones distintas a las predominantes, se recomienda, de ser posible, hacer una validación de los datos con información primaria.

Imágen de la Base de datos de Municipios

3.2 Calificación de Sistemas

Para obtener una calificación y recomendación del (o de los) sistema(s) más adecuado(s) para cada caso particular, se ha desarrollado una herramienta que resume, en una matriz de fácil comprensión, y usando un código de colores muy sencillo, la interrelación entre los sistemas diseñados y los distintos criterios que fueron identificados, con el objeto de poder asignar calificaciones parciales objetivas, de acuerdo con el desempeño de cada sistema en relación con cada criterio particular. Así, la matriz permite, de una manera muy visual, entender cuáles fueron los objetivos de diseño en cada sistema.

La herramienta permite, además, y a partir de la introducción de 6 datos básicos de entrada, ejecutar en tiempo real la operación de suma y ponderación de todas las calificaciones parciales, para obtener

como resultado una tabla de “Calificación Sistema”, en la cual se cuantifican los puntajes resultantes y se visualiza una recomendación.

Los 6 datos de entrada requeridos son los siguientes:

- Temperatura Promedio en Grados Centígrados
- Humedad Relativa en Porcentaje
- Precipitación Anual en mm
- Cimentación Requerida
- Accesibilidad al Lote
- Zona de Amenaza Sísmica

Como puede verse, cuatro de ellos son datos de información secundaria y que pueden ser obtenidos a partir de la primera herramienta. Los otros dos (Cimentación Requerida y Accesibilidad al Lote) son particulares de la localización específica del proyecto.

De acuerdo con la ponderación de las calificaciones parciales, la herramienta genera un puntaje para cada uno de los sistemas, y una recomendación para el caso particular. Así mismo, resalta si existe algún tipo de restricción que deba ser tenida en cuenta dentro de la implementación de un sistema particular.

En una escala donde el mejor puntaje posible es de 100 puntos, se definen los siguientes rangos para establecer los grados de recomendación:

- 0 a 40 puntos – NO RECOMENDADO
- 40 a 60 puntos – POCO RECOMENDADO
- 60 a 85 puntos – RECOMENDADO CON SALVEDADES
- 85 a 100 puntos – MUY RECOMENDADO

CALIFICACIÓN SISTEMA			
	PUNTAJE SISTEMA	RECOMENDACIÓN	RESTRICCIONES (ver columnas en rojo)
A1	53.33	POCO RECOMENDADO	SÍ
A2	70.00	RECOMENDADO CON SALVEDADES	SÍ
A3	93.33	MUY RECOMENDADO	NO
B1	76.67	RECOMENDADO CON SALVEDADES	SÍ
B2	70.00	RECOMENDADO CON SALVEDADES	SÍ
B3	100.00	MUY RECOMENDADO	NO
C1	63.33	RECOMENDADO CON SALVEDADES	SÍ
C2	73.33	RECOMENDADO CON SALVEDADES	NO

Imágen de la Matriz de Calificación de Sistema

En la imagen anterior, se muestra un ejemplo de resultados, donde se obtuvo una recomendación con calificación ideal (100 sobre 100) para el Sistema B3. Sin embargo, hay un segundo Sistema, el A3, con un desempeño también óptimo, y que podría ser considerado como segunda opción, de ser necesario.

Así, la herramienta permite evaluar muy rápidamente y a nivel de prefactibilidad la pertinencia y desempeño de cada Sistema, y ayuda a los equipos implementadores a tomar decisiones adecuadas.

3.3 Reglas de Agrupación

La tercera herramienta desarrollada es una presentación, en PowerPoint, que ilustra de manera sencilla y didáctica el funcionamiento de los Sistemas Modulares, los tipos de módulo definidos, sus lógicas funcionales y de organización, y hace especial énfasis en los diferentes lineamientos de agrupación definidos, para garantizar resultados óptimos, en términos de conformación de programas, proporciones y calidad de los espacios libres generados, zonificación y funcionalidad.

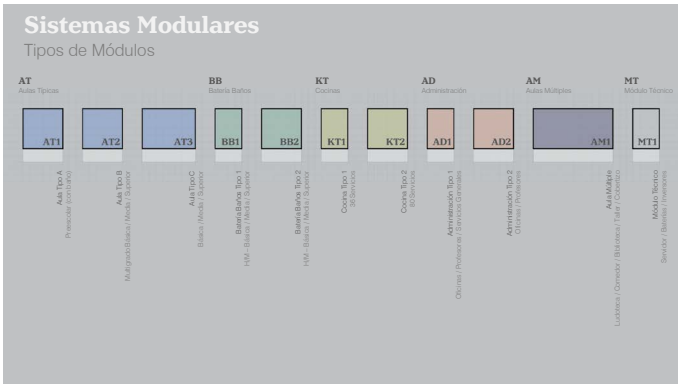
En el capítulo 6 de la presente Cartilla, se ilustran en detalle todos estos parámetros, cuya aplicación es clave en toda implantación que se desarrolle a partir de los Sistemas Modulares. Como apoyo y complemento a este documento, la herramienta desarrollada hace uso de recursos gráficos claros y de fácil entendimiento, para explicar y ejemplificar la correcta aplicación de los lineamientos.

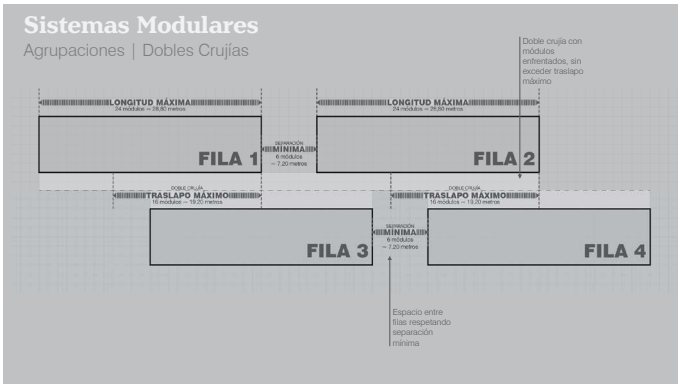
Para ello, se muestran distintos esquemas de composición, y ejemplos de soluciones de programas completos para distintas escalas de instituciones educativas. Dichos ejemplos permiten evidenciar condiciones deseables de distribución, zonificación, relaciones entre las distintas actividades, generación de espacios libres y, en general, proporcionan referencias replicables y escalables para su aplicación en implantaciones específicas.

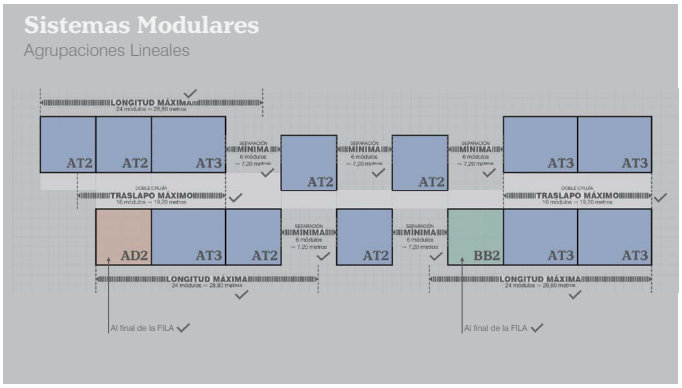
Se busca con ello que los Equipos Implementadores, como complemento de la presente Cartilla de Implementación y de las Cartillas Técnicas correspondientes a los distintos Sistemas Modulares, cuenten con una herramienta ágil y de fácil consulta, para adelantar esquemas de implantación correctos. Esto, además, con el objetivo último de lograr que los Sistemas se consoliden como un compendio de información técnica accesible y disponible, y ello haga de su implementación un proceso sencillo, haciendo posible que la iniciativa de los proyectos pueda provenir de una gran variedad de actores.

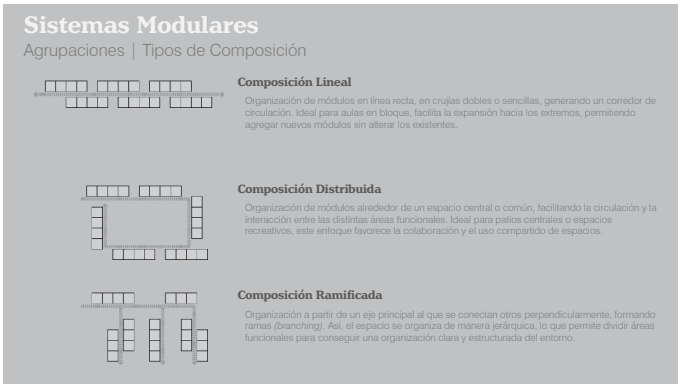
A continuación, se muestran imágenes de varias diapositivas de esa presentación, la cual puede ser consultada en línea junto con las cartillas.

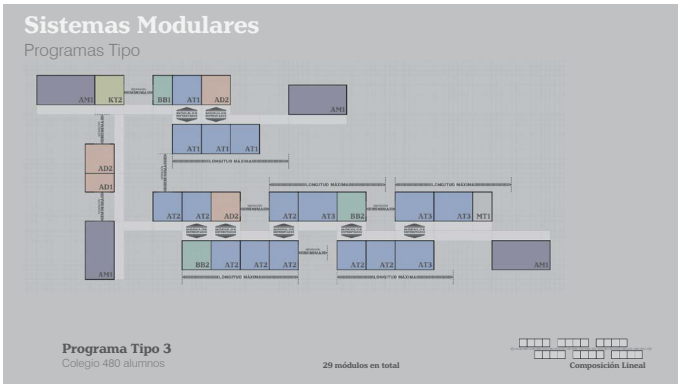
AM_AGRUPACIONES-28_11_2025.pptx

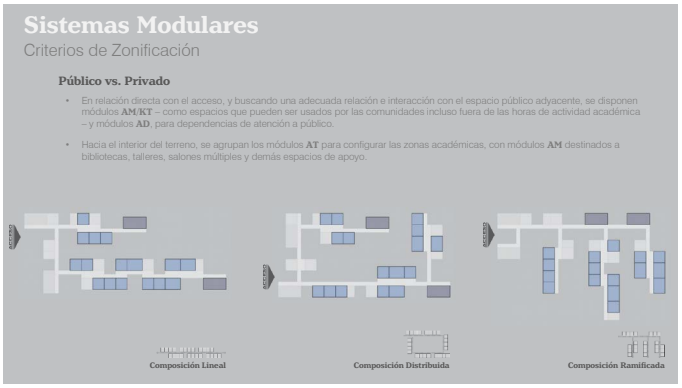












Diapositivas de la presentación

4. Módulos Tipo – Programa

A continuación, se describen e ilustran de manera esquemática los distintos tipos de Módulo que se han definido. En todos los casos, se ha establecido un esquema básico funcional y de distribución en planta, a partir de una retícula maestra - en módulos de 1.20 x 1.20 metros. Cada Sistema desarrolla, a partir de dicho esquema, la solución técnica y arquitectónica correspondiente, atendiendo a las características estructurales y dimensionales particulares de cada material, pero manteniendo siempre la misma lógica de funcionamiento. Esto permite que los lineamientos y reglas de agrupación sean aplicables a todos los sistemas, con matices en cuanto a las recomendaciones de orientación y asoleación –por diferencias en cuanto a bioclimática, y que se incluyen en las Cartillas Técnicas correspondientes-, pero compartiendo unos mismos principios funcionales y organizacionales.

En total, se establecieron 11 tipos de módulos, agrupados en 6 categorías, resumidos en la siguiente matriz:

TIPO DE MÓDULO	CÓDIGO	MÓDULO		CAPACIDAD	ÁREA NETA PROGRAMA	ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL
AT - Aulas Típicas	AT1	Aula Tipo A - Preescolar (con baño)		20 estudiantes	54.03 m²	16.78 m²	70.81 m²
	AT2	Aula Tipo B - Multigrado Básica / Media		25 - 29 estudiantes	52.92 m²	17.88 m²	70.80 m²
	AT3	Aula Tipo C - Básica / Media / Superior		40 estudiantes	70.32 m²	23.76 m²	94.08 m²
BB - Batería Baños	BB1	Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 1		6 juegos sanitarios	37.98 m²	9.55 m²	47.53 m²
	BB2	Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 2		11 juegos sanitarios	56.58 m²	14.23 m²	70.81 m²
KT - Cocinas	KT1	Cocina Tipo 1 - 36 Servicios		36 servicios	38.07 m²	9.46 m²	47.53 m²
	KT2	Cocina Tipo 2 - 80 Servicios		80 servicios	56.72 m²	14.09 m²	70.81 m²
AD - Administración			Variación 1 - Oficinas	7 ocupantes	36.63 m²	10.90 m²	47.53 m²
			Variación 2 - Profesores	12 ocupantes	36.63 m²	10.90 m²	47.53 m²
	AD1	Administración Tipo 1	Variación 3 - Servicios Generales	10 ocupantes	36.63 m²	10.90 m²	47.53 m²
			Variación 1 - Oficinas	12 ocupantes	54.03 m²	16.78 m²	70.81 m²
	AD2	Administración Tipo 2	Variación 2 - Profesores	16 ocupantes	54.03 m²	16.78 m²	70.81 m²
AM - Aulas Múltiples			Variación 1 - Aula Múltiple / Ludoteca	78 estudiantes	109.45 m²	31.20 m²	140.65 m²
			Variación 2 - Comedor	80 estudiantes	109.45 m²	31.20 m²	140.65 m²
			Variación 3 - Biblioteca / Taller	36 estudiantes	109.45 m²	31.20 m²	140.65 m²
	AM1	Aula Múltiple	Variación 4 - Cobertizo	---	109.45 m²	31.20 m²	140.65 m²
MT - Módulo Técnico	MT1	Módulo Técnico		---	36.63 m²	10.90 m²	47.53 m²

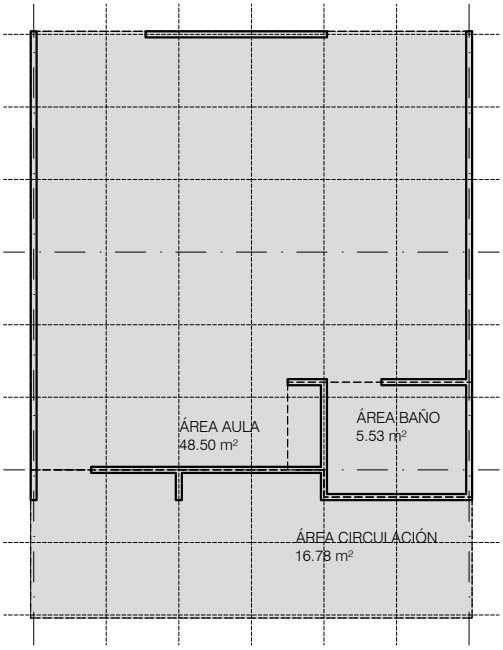
AT1

Aula Tipo A
Preescolar (con baño)

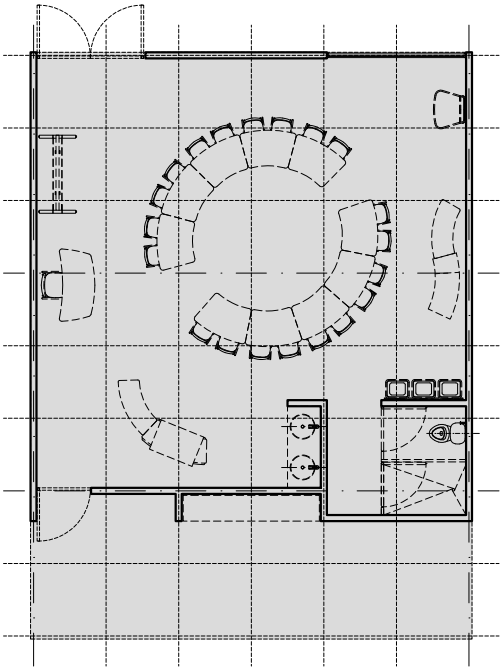
Ambiente Tipo A NTC 4595
Capacidad: 20 estudiantes
Área neta programa: 54,03 m²
Área circulación: 16,78 m²
Área total programa: 70,81 m²

El esquema para el Módulo **AT1** se centra en satisfacer las necesidades de la primera infancia, priorizando seguridad, accesibilidad y flexibilidad, en cumplimiento con la NTC 4595 y directrices de la OIE. Se ha dimensionado a partir del estándar definido en dicha norma, de 2.00 m²/ alumno (40 m² para 20 niños). Un elemento central es la decisión de integrar el baño dentro del aula, mejorando el acceso y la supervisión.

El espacio interior se organiza en un área principal adaptable con mobiliario modular, una zona diferenciada para lectura/descanso, y la posibilidad de resolver con mobiliario espacios de almacenamiento accesible para material didáctico.



Áreas



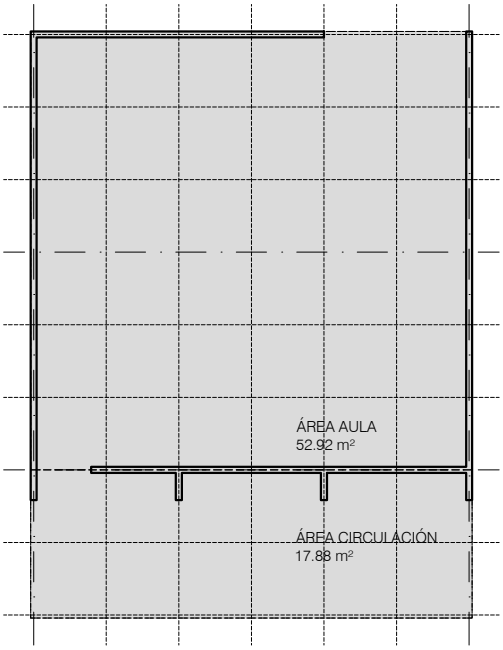
Amoblamiento sugerido

AT2

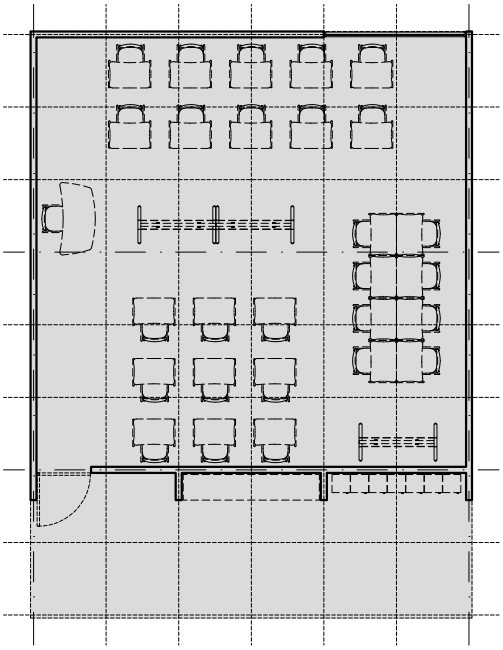
Aula Tipo B
Multigrado Básica / Media

Ambiente Tipo A NTC 4595
Capacidad: 25 - 29 estudiantes
Área neta programa: 52,92 m²
Área circulación: 17,88 m²
Área total programa: 70,81 m²

Los módulos **AT2** representan las unidades de aula para la Educación Básica y/o Media, concebidos bajo el estricto cumplimiento de la NTC 4595 y los lineamientos técnicos del Ministerio de Educación. Responden al estándar definido en la norma de 1.80 m²/alumno.



Áreas



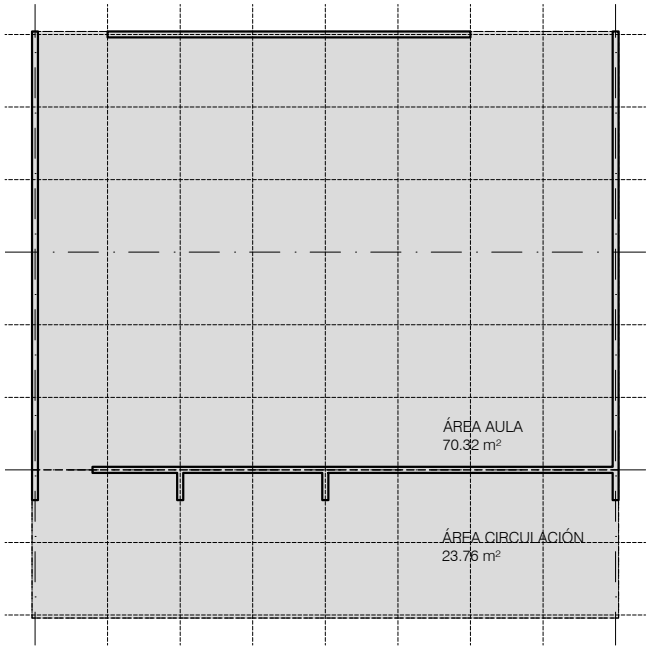
Amoblamiento sugerido

AT3 Aula Tipo C

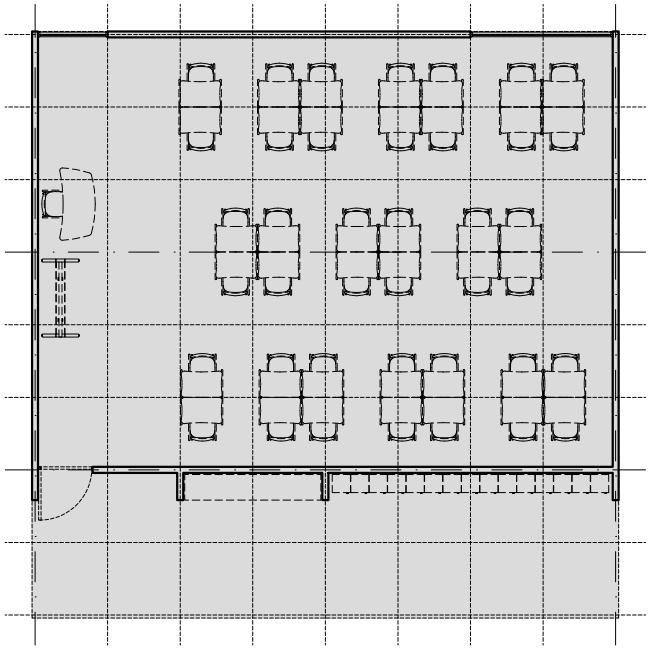
Básica / Media / Superior

Ambiente Tipo A NTC 4595
Capacidad: 40 estudiantes
Área neta programa: 70,32 m²
Área circulación: 23,76 m²
Área total programa: 94,08 m²

Los módulos **AT3** representan las unidades de aula para la Educación Básica, Media y/o Superior, diseñados en estricto cumplimiento de la NTC 4595 y los lineamientos técnicos del Ministerio de Educación. Estos módulos satisfacen los estándares normativos de 1.65 m²/alumno.



Áreas



Amoblamiento sugerido

4.2 Módulos **BB** - Batería Baños

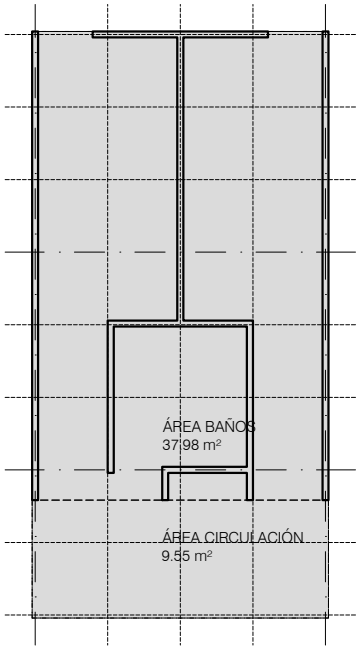
BB1

Batería Baños H/M

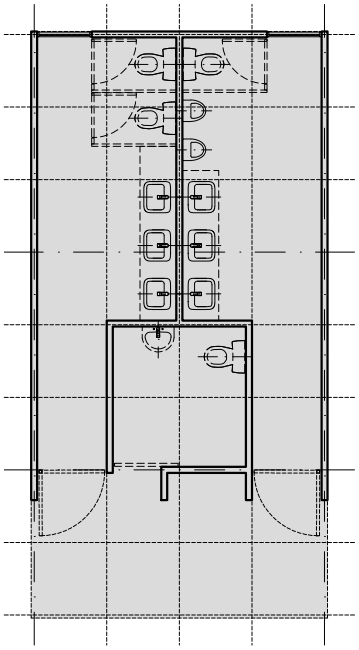
Tipo 1 - Básica / Media / Superior

Ambiente Complementario	NTC 4595
Capacidad:	6 juegos sanitarios
Área neta programa:	37,98 m²
Área circulación:	9,55 m²
Área total programa:	47,53 m²

El módulo **BB1** tiene una superficie total de 47.53 m². Este módulo está diseñado para contener seis juegos sanitarios, distribuidos estratégicamente en una configuración para maximizar el uso del área disponible sin comprometer la funcionalidad. Un aspecto fundamental de este módulo es la incorporación de medidas específicas para garantizar la plena accesibilidad de personas con movilidad reducida, en estricta conformidad con los requerimientos de la NTC 6047. Estas medidas incluyen puertas con un ancho mínimo de 0.90 metros, espacios interiores que permiten un diámetro libre de giro de al menos 1.50 metros en cada baño individual, y la instalación de barras de apoyo ubicadas en puntos estratégicos para facilitar el uso autónomo de los sanitarios.



Áreas



Aparatos

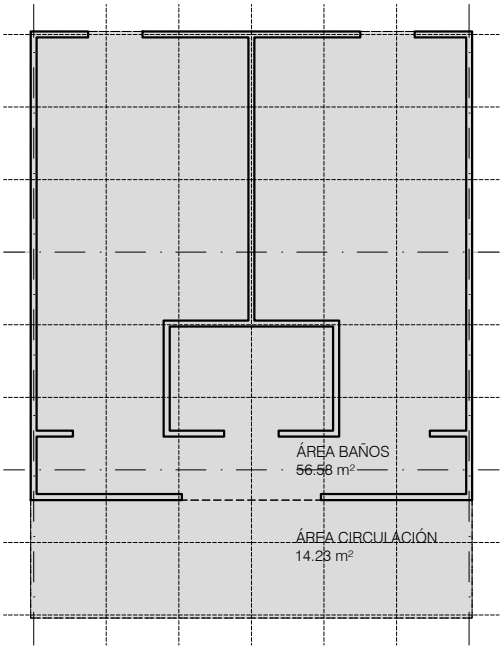
BB2

Batería Baños H/M

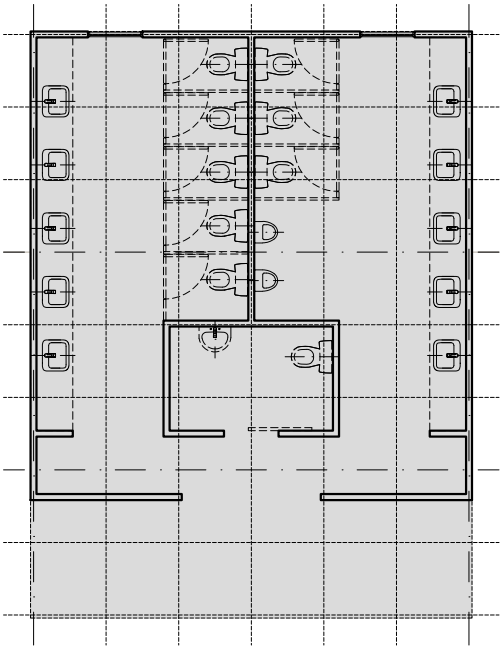
Tipo 2 - Básica / Media / Superior

Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 11 juegos sanitarios
Área neta programa: 56,58 m²
Área circulación: 14,23 m²
Área total programa: 70,81 m²

El módulo **BB2**, con una superficie aproximada de 70.81 m², está diseñado para albergar once juegos sanitarios. Su distribución interior facilita una circulación fluida, con pasillos amplios y zonas de acceso bien definidas que permiten una supervisión sencilla y un mantenimiento eficiente. Además, garantiza la correcta segregación de las áreas destinadas a baños para hombres y mujeres.



Áreas



Aparatos

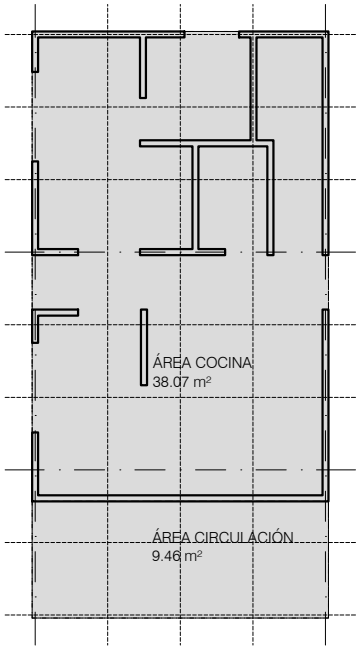
4.3 Módulos **KT** - Cocinas

KT1

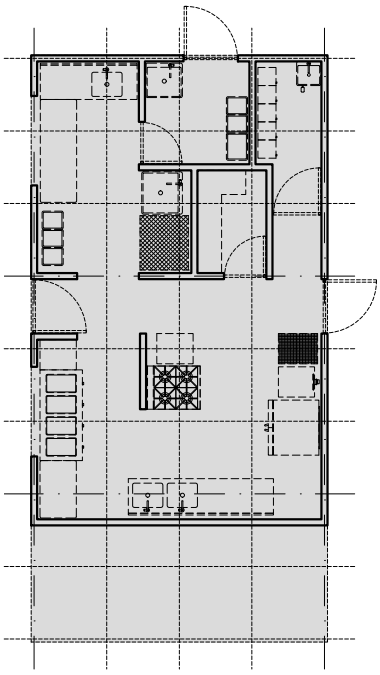
Cocina Tipo 1
36 servicios

Ambiente Complementario	NTC 4595
Capacidad:	36 servicios
Área neta programa:	38,07 m²
Área circulación:	9,46 m²
Área total programa:	47,53 m²

El Módulo de Cocina **KT1** está diseñado para ofrecer una solución funcional y eficiente en el servicio alimentario de instituciones educativas, optimizando los procesos de preparación, almacenamiento y servicio bajo las normativas sanitarias colombianas vigentes. Con una superficie de 47.53 m², el **KT1** tiene la capacidad de atender hasta 36 servicios de alimentos. Su diseño interior contempla zonas específicas y bien delimitadas para el lavado y desinfección de utensilios, el manejo y procesamiento de alimentos, áreas de refrigeración y almacenamiento en frío, así como sistemas de extracción de humos y vapores. Ideal para producción a pequeña escala, este módulo prioriza la eficiencia espacial, la optimización de flujos de trabajo en cocina y la facilidad de limpieza, garantizando calidad, sostenibilidad y seguridad alimentaria.



Áreas



Aparatos y Equipos

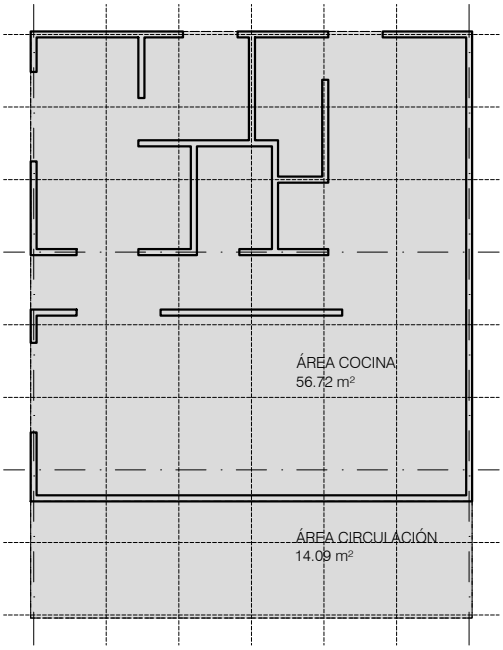
KT2

Cocina Tipo 2
80 servicios

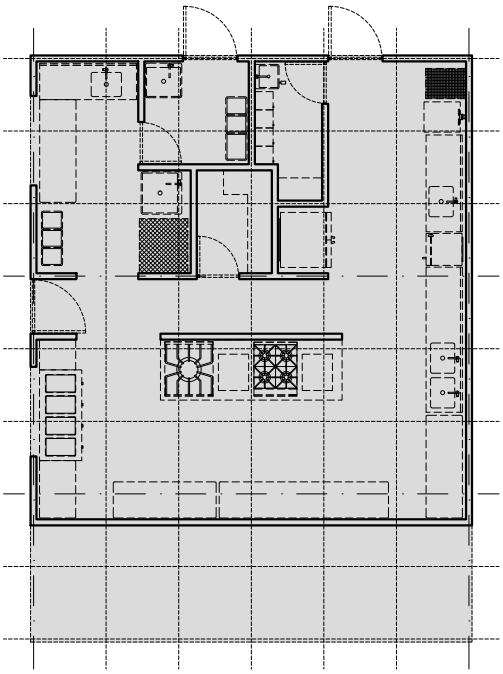
Ambiente Complementario	NTC 4595
Capacidad:	80 servicios
Área neta programa:	52,93 m²
Área circulación:	17,88 m²
Área total programa:	70,81 m²

Los módulos de cocina **KT2** se diseñan para ofrecer soluciones funcionales y eficientes en el servicio alimentario de instituciones educativas, optimizando preparación, almacenamiento y servicio bajo normativas sanitarias colombianas. El módulo **KT2**, de 70.81 m², amplía la capacidad hasta 80 servicios, con espacios más amplios para preparación, distribución y áreas diferenciadas para refrigeración, preparación y servicio, adecuado para instituciones de mayor tamaño.

Ambos módulos priorizan la eficiencia espacial, la optimización de los procesos de cocina y la facilidad de limpieza, asegurando calidad, sostenibilidad y seguridad alimentaria



Áreas



Aparatos y Equipos

4.4 Módulos **AD** - Administración

AD1

Administración
Tipo 1 - Oficinas / Profesores / Servicios

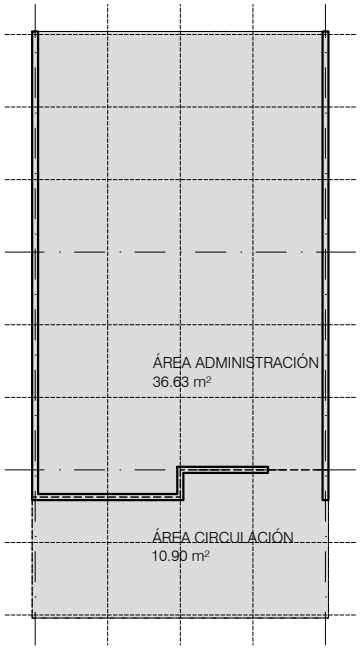
3 Variaciones
Capacidad: hasta 12 ocupantes
Área neta programa: 36,63 m²
Área circulación: 10,90 m²
Área total programa: 47,53 m²

El módulo administrativo **AD1** se diseña para las funciones de gestión, planificación y atención en instituciones educativas, buscando optimizar la eficiencia del personal administrativo, la accesibilidad y el confort. Tiene un área de 47.53 m² con circulaciones eficientes y distribución funcional del mobiliario. Cuenta con una unidad sanitaria exclusiva para el personal. Se han previsto 3 variaciones menores al interior, así:

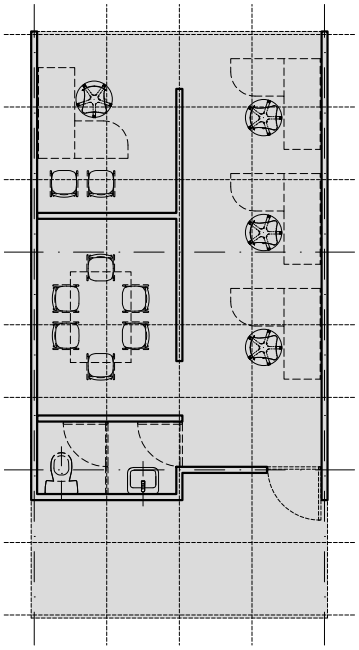
Variación 1
Oficinas
Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 7 ocupantes

Variación 2
Profesores
Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 12 ocupantes

Variación 3
Servicios Generales
Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 10 ocupantes



Áreas



Amoblamiento sugerido

AD2 Administración

Tipo 2 - Oficinas / Profesores

2 Variaciones
Capacidad: hasta 16 ocupantes
Área neta programa: 54,03 m²
Área circulación: 16,78 m²
Área total programa: 70,81 m²

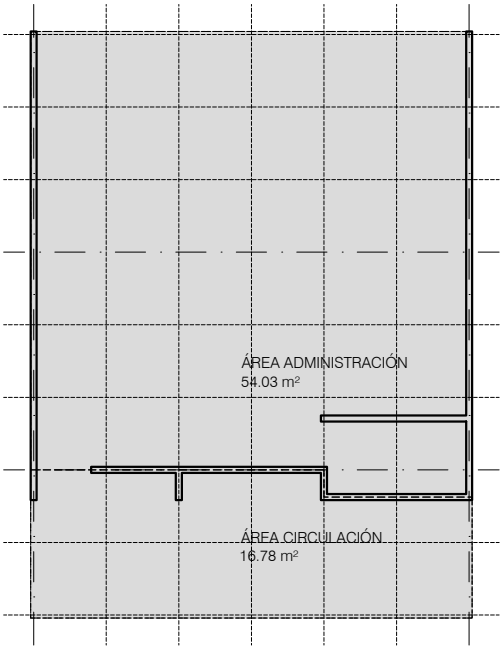
El módulo administrativo **AD2** tiene un área de 70.81 m², y una capacidad de hasta 16 ocupantes, con circulación eficiente y distribución funcional del mobiliario.

Incluye áreas de atención al público con zona de espera, oficinas para gestión directiva, coordinación académica y finanzas (organizadas para privacidad y colaboración), opciones para salas de reuniones y espacios de archivo / almacenamiento de documentos. Además, cuenta con una unidad sanitaria exclusiva para el personal.

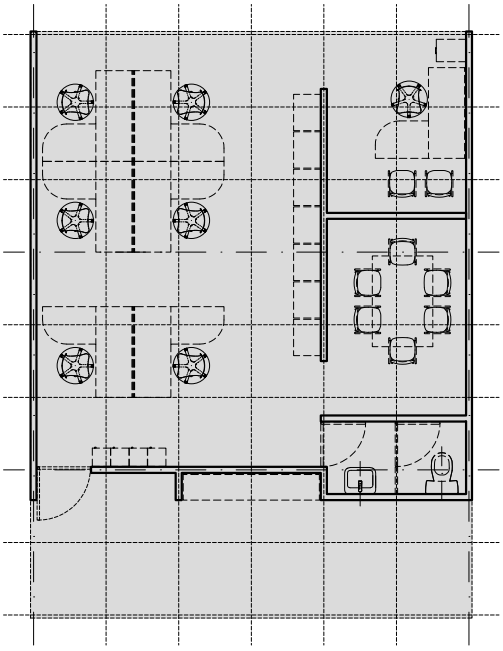
Se han previsto 2 variaciones menores al interior, así:

Variación 1
Oficinas
Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 12 ocupantes

Variación 2
Profesores
Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 16 ocupantes



Áreas



Amoblamiento sugerido

4.5 Módulos **AM** - Aulas Múltiples

AM1

Aula Múltiple

Aula Múltiple / Comedor / Biblioteca / Cobertizo

4 Variaciones
Capacidad: hasta 80 estudiantes
Área neta programa: 109,41 m²
Área circulación: 31,20 m²
Área total programa: 140,65 m²

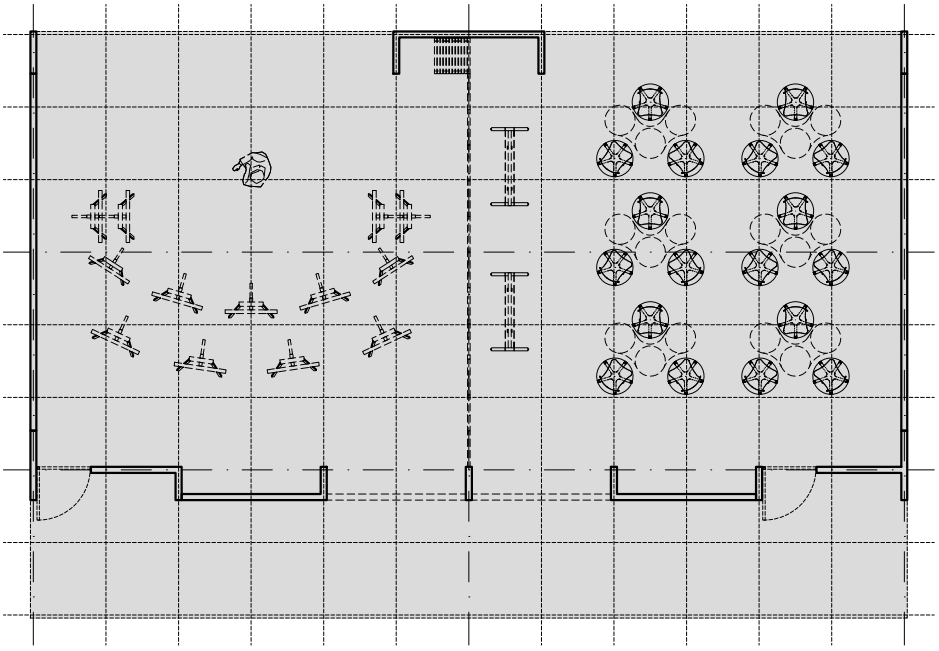
El módulo de Aulas Múltiples **AM1** se diseña como un espacio de aprendizaje versátil y adaptable para diversas actividades educativas, culturales y recreativas. Con un área neta de 109.45 m², puede acoger hasta 80 estudiantes, según su uso y configuración. Su esquema arquitectónico de planta abierta promueve la flexibilidad espacial para reconfigurar el aula según las necesidades pedagógicas (trabajo colaborativo, presentaciones, etc.). Se prevén 4 variaciones, así:

Variación 1
Aula Múltiple / **Ludoteca**
Ambiente F NTC 4595
Capacidad: 78 estudiantes

Variación 2
Comedor
Ambiente Complementario NTC 4595
Capacidad: 80 estudiantes

Variación 3
Biblioteca / **Taller**
Ambiente B / **C** NTC 4595
Capacidad: 36 estudiantes

Variación 4
Cobertizo



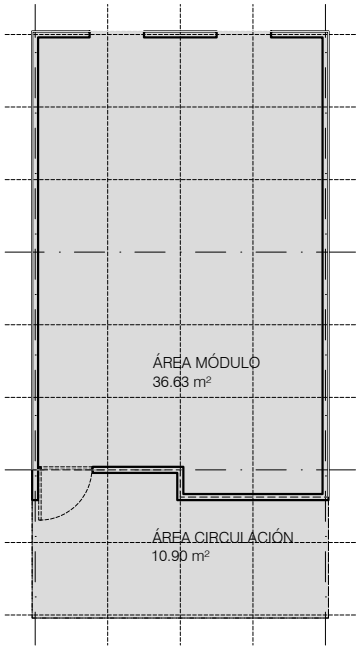
Amoblamiento sugerido

MT1 Módulo Técnico

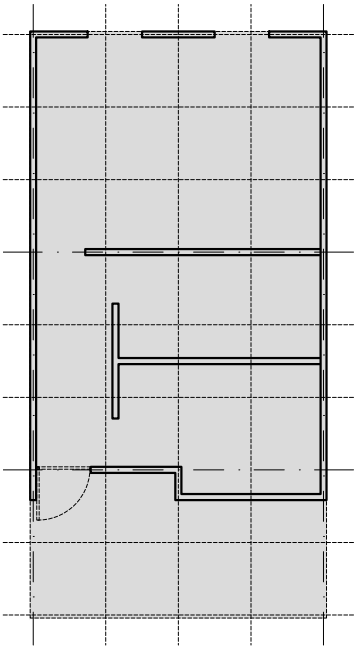
Ambiente Complementario NTC 4595
Área neta programa: 36,63 m²
Área circulación: 10,90 m²
Área total programa: 47,53 m²

El Módulo Técnico **MT1** es el espacio destinado para el almacenamiento y funcionamiento en condiciones adecuadas y seguras de dispositivos y equipos como servidores, tablero de control, inversor y baterías -en caso de contar el proyecto con sistema de paneles de energía fotovoltaica-, etc.

Se prevén particiones estándar, para albergar tres grupos básicos de equipos: Eléctricos, Voz y Datos e Hidrosanitario. De acuerdo a las necesidades particulares de cada proyecto, deberán adelantarse los diseños específicos de redes e instalaciones, en los que se defina la localización más adecuada para estos módulos dentro del conjunto, y los equipos que se incluirán. Pueden ser utilizados como Cuartos de Basura, siempre y cuando no estén adosados a módulos AT, tengan accesibilidad adecuada desde la zona de parqueos y/o circulación vehicular, y se atienda estrictamente a la recomendación de mantener una distancia mínima de 10 metros respecto a tanques o instalaciones del sistema de suministro de agua potable.



Áreas



Particiones estándar

5. Tipologías - Materiales y Tecnologías

5.1 Introducción - Sistemas y Tipologías

Para la definición de las tipologías y sistemas a diseñar, se atendió a cuatro principios básicos, que se describen a continuación:

- Optimización: La variedad de condiciones y determinantes, en un país tan diverso como Colombia, es inmensa. Al considerar todas las variables socioculturales, climáticas, técnicas, de accesibilidad, así como todas las posibles intersecciones entre estas variables que pueden darse a lo largo de la geografía del país, es evidente que cada proyecto tendrá condiciones muy particulares, y que responder adecuadamente a estas con un número limitado de opciones es un gran reto. Así, el objetivo es encontrar un equilibrio, y lograr atender satisfactoriamente a todas las posibles condiciones y determinantes con la menor cantidad de tipologías y variaciones.

- Tipificación: Con lo anterior en mente, se tipifican y estandarizan elementos al máximo, y transversamente a las tipologías y sus variaciones. Equipos, aparatos, ventanerías y demás piezas complementarias, se diseñan de tal manera que puedan hacer parte de distintas tipologías, para poder acceder a economías de escala.

- Cualificación: Dentro de la idea de modularidad y tipificación en el diseño, y con los módulos mismos compartiendo muchas de sus características estructurales y dimensionales, es necesario, sin embargo, identificar y estandarizar tipos de módulo, de acuerdo con su capacidad y su contenido programático. Se han definido 6 tipos o “familias” de módulos, de acuerdo con su programa, en algunos casos con distintas áreas y capacidades, para un total de 11 tipologías a desarrollarse en cada uno de los sistemas diseñados.

- Adosamiento y Agrupación: Se han definido una lógica y unos parámetros claros para la agrupación de los módulos y la generación de conjuntos, lo suficientemente flexible para poder responder a distintas proporciones y condiciones físicas del terreno a intervenir, pero precisa y específica en cuanto a las relaciones funcionales, proporciones de los espacios libres generados, distanciamientos entre módulos y composición de los conjuntos. Estos principios y “reglas de juego” aplican a todos los sistemas, y se complementan con recomendaciones específicas en cuanto a orientación y asoleación, contenidas en la Cartilla Técnica de cada sistema - a partir de su características específicas y de los materiales y recursos de diseño utilizados.

Con estos principios presentes, se adelantó un ejercicio intensivo de análisis, en el cual se hizo una exploración de los distintos materiales, tecnologías y sistemas constructivos existentes en el mercado, evaluando a partir de criterios objetivos sus ventajas y desventajas, a la luz de los objetivos trazados para el proyecto. A partir de la organización de esta información en matrices de análisis, que permitieron calificar y visualizar conclusiones, se estableció que los materiales más adecuados para conseguir

dichos objetivos eran tres: Metal (acero estructural), Madera (tratada y de producción industrializada) y Concreto (con prefabricación en planta y garantizando montajes sencillos y eficientes, y minimizando la necesidad de obra húmeda en sitio). Además de las ventajas técnicas intrínsecas a cada uno de estos materiales, se verificó la existencia de suficientes fabricantes y proveedores en capacidad de producir los sistemas, para garantizar competencia y escalabilidad del esquema de gestión. Finalmente, se establecieron contactos con un buen número de estos potenciales proponentes, con el objetivo de hacer un desarrollo de los diseños liderado desde el equipo de profesionales del proyecto, pero estableciendo un plan de consultas y de mesas de trabajo con ellos, para contar con su retroalimentación constante, y verificar permanentemente que lo propuesto es técnicamente viable, factible desde el punto de vista presupuestal, y ajustado a las capacidades instaladas de producción que ya existen en el mercado. Ante todo, se buscaron soluciones factibles en nuestro medio y que puedan entrar en fase de producción de manera inmediata.

Para el análisis del desempeño de los diseños, se trabajó en modelos esquemáticos, a partir de los cuales, mediante iteraciones que exploraban variaciones en cuanto a proporciones, aperturas, recursos de diseño y materiales de envolvente -entre otras variables-, se corrieron simulaciones por parte del Asesor Bioclimático, que permitieron identificar características y recursos formales adecuados para la adaptación de cada material a las distintas determinantes climáticas.

Así mismo, cada uno de los tres materiales seleccionados posee características que lo hacen más o menos adecuado a distintas condiciones de accesibilidad y topografía, y que inciden además en factores más subjetivos pero no menos importantes, como son los aspectos socioculturales, que pueden entrar a ser decisivos a la hora de hacer infraestructuras apropiables y con sentido de pertenencia en las comunidades.

Entendiendo y atendiendo todos estos aspectos, se decidió desarrollar diseños para Sistemas Modulares en los tres materiales definidos para la estructura, haciendo uso de recursos de diseño y estrategias pasivas específicas para los distintos climas – y sacando el mejor partido a las propiedades de los materiales especificados, siempre enfocados a proporcionar niveles óptimos de confort térmico, sin necesidad de recurrir a medios mecánicos, dando mucho valor a la sostenibilidad de las infraestructuras. En conclusión, los sistemas a desarrollar son los siguientes (se indican los ya desarrollados a la fecha):

TIPOLOGÍAS A | Estructura Metálica
Sistema **A1** | Estructura Metálica - Clima Frío (ya desarrollado)
Sistema **A2** | Estructura Metálica - Clima Templado
Sistema **A3** | Estructura Metálica - Clima Cálido Seco (ya desarrollado)

TIPOLOGÍAS B | Estructura en Madera
Sistema **B1** | Estructura de Madera - Clima Frío
Sistema **B2** | Estructura de Madera - Clima Templado
Sistema **B3** | Estructura de Madera - Clima Cálido Húmedo (ya desarrollado)

TIPOLOGÍAS C | Estructura en Paneles Prefabricados de Concreto Pretensado
Sistema **C1** | Estructura en Paneles de Concreto - Clima Frío (ya desarrollado)
Sistema **C2** | Estructura en Paneles de Concreto - Clima Templado (ya desarrollado)

Así, por cada material/tipología, también se identifican e implementan recursos de diseño y características espaciales y arquitectónicas diferenciales, de manera tal que, a partir de variaciones, y con el uso de diferentes elementos, materiales de cerramiento y estrategias bioclimáticas, se busca atender de la manera más adecuada posible todas las posibles

condiciones en las que pueden estar ubicadas las infraestructuras, especialmente a nivel de clima. Además, cada uno de estos sistemas se han desarrollado arquitectónica y técnicamente, con modelado y metodología BIM, que permite una integración total de los componentes en todas las disciplinas, lo que facilita su formulación, gestión, análisis de presupuesto y verificación técnica.

Así mismo, para cada tipología - sistema se ha elaborado un juego de planos completo, con el diseño en detalle de todos los módulos a nivel de planos constructivos, rigurosamente documentados y especificados, en coordinación con posibles proveedores. Estos planos por cada tipología hacen parte de los anexos de las Cartillas Técnicas correspondientes a cada Sistema.

Es importante resaltar que para la definición de las tipologías fue clave un trabajo cercano de los equipos de diseño con el Asesor Bioclimático, a partir de la elaboración constante de análisis y simulaciones, basadas en un modelo adaptativo derivado del estándar ASHRAE 55, que permitieron evaluar el desempeño de los diseños en términos de confort térmico; estas fueron herramientas clave para alimentar el proceso de diseño y obtener definiciones de materiales y forma de disponer los elementos arquitectónicos en la configuración de los espacios.

Estrategias Bioclimáticas Clave para Aulas Modulares:

Climas Frío y Templado:

- Reducir y disipar las diferentes ganancias de calor en el proyecto.
- Suavizar las fluctuaciones de temperatura operativa para aumentar las horas dentro del rango de confort.

Clima Cálido seco:

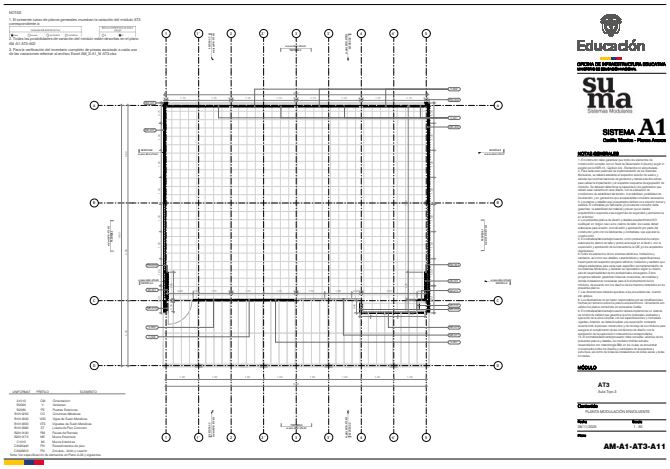
- Reducir y disipar las diferentes ganancias de calor en el proyecto.

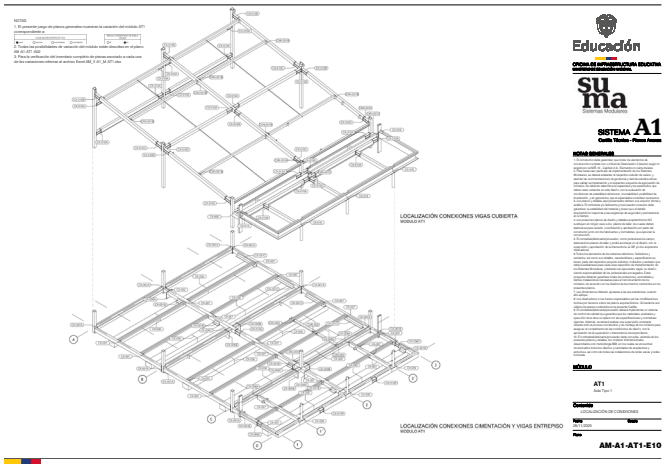
Clima Cálido húmedo:

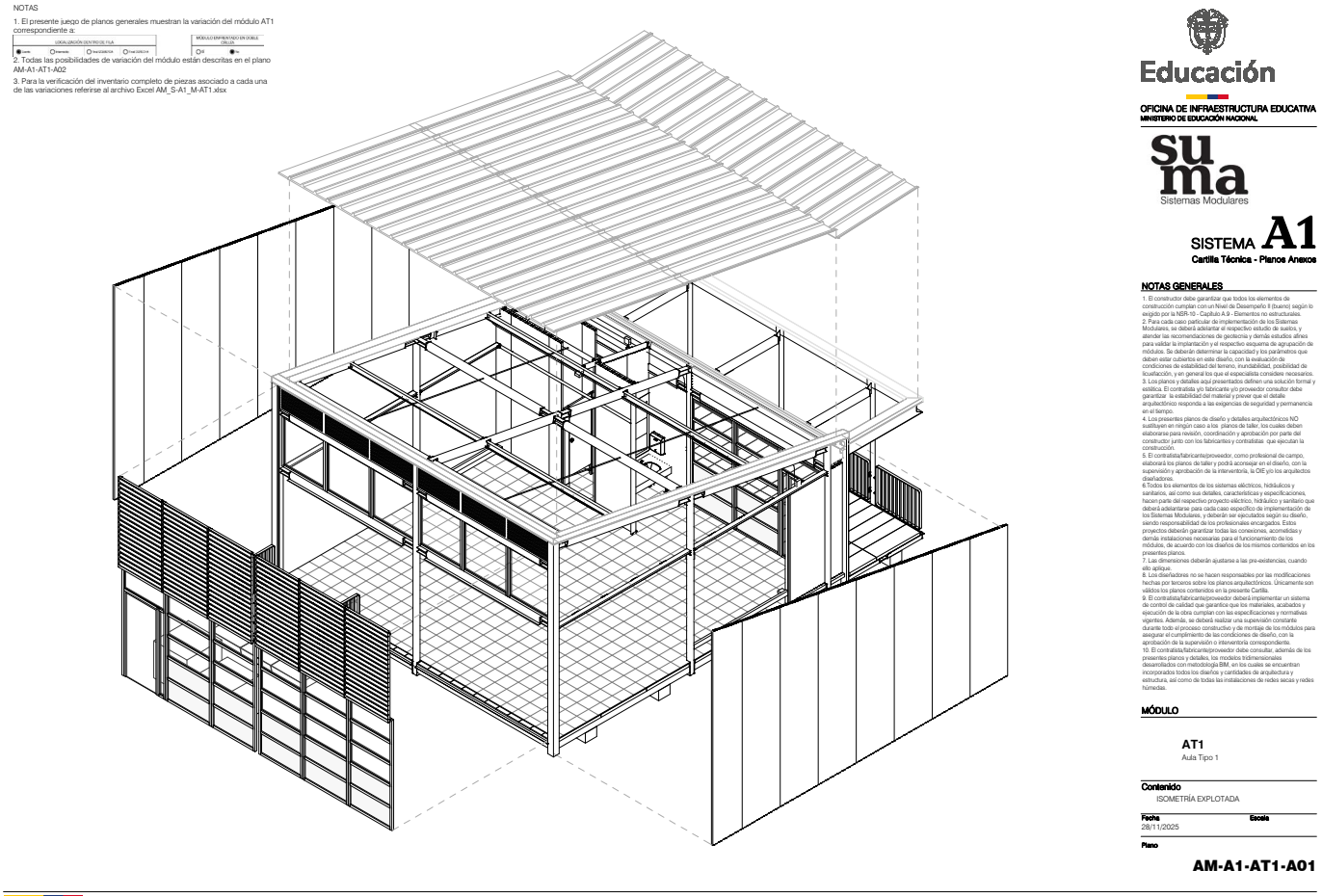
- Reducir y disipar las diferentes ganancias de calor en el proyecto.
- Aumentar la cantidad y velocidad de la ventilación natural para extraer la humedad acumulada en el proyecto.

5.2 Sistema A1

El diseño de los Sistemas Modulares se fundamenta en la integración de módulos estándar interconectados, los cuales pueden configurarse de manera flexible para satisfacer los distintos requerimientos programáticos, atendiendo a las necesidades contextuales y







Imágenes de algunos de los planos técnicos del Sistema A1

pedagógicas de cada caso particular. En este planteamiento, el módulo se concibe como una unidad autónoma y escalable, compuesta por tres elementos esenciales: cimentación, cuerpo estructural y cubierta. Todos los sistemas se han definido en función de una retícula base de 1.20 m x 1.20 m, que permite una modulación de elementos constructivos en funciones de las dimensiones que típicamente son empleadas en materiales e insumos disponibles en el mercado. Este enfoque modular garantiza agilidad en el proceso constructivo, así como la producción industrializada los módulos.

Para el caso del Sistema A1, la cimentación responde a condiciones de un terreno principalmente plano o con inclinaciones inferiores al 5%. Esta cimentación es superficial y se compone de un sistema de vigas de piso (o “traviesas”) prefabricadas de concreto reforzado, simplemente apoyadas. Su instalación demanda un preparación básica del terreno, orientada hacia su nivelación y homogenización y, eventualmente -de ser necesario-, mejorar la resistencia del suelo. En cuanto al cuerpo estructural, los módulos están compuestos por perfilería y tubulares en acero. La elección del acero responde a que en el país existe un mercado abundante de este insumo, y en el gremio constructor hay muchos actores con experiencia en la transformación e instalación de este tipo de estructuras. Las estructuras en acero garantizan ligereza y flexibilidad, así como resistencia en el tiempo. La cubierta del módulo responde a las condiciones de un clima predominantemente frio. Está compuesta por tejas en paneles tipo sándwich, con caras en lámina metálica, y un núcleo en poliuretano. Esta composición garantiza la durabilidad del elemento frente a la intemperie, a la vez que garantiza un grado de aislamiento que aporta al confort térmico de los usuarios en el espacio. Estas tejas se instalan sobre la estructura metálica, garantizando los correspondientes sellos y ensambles.

5.3 Sistema A3

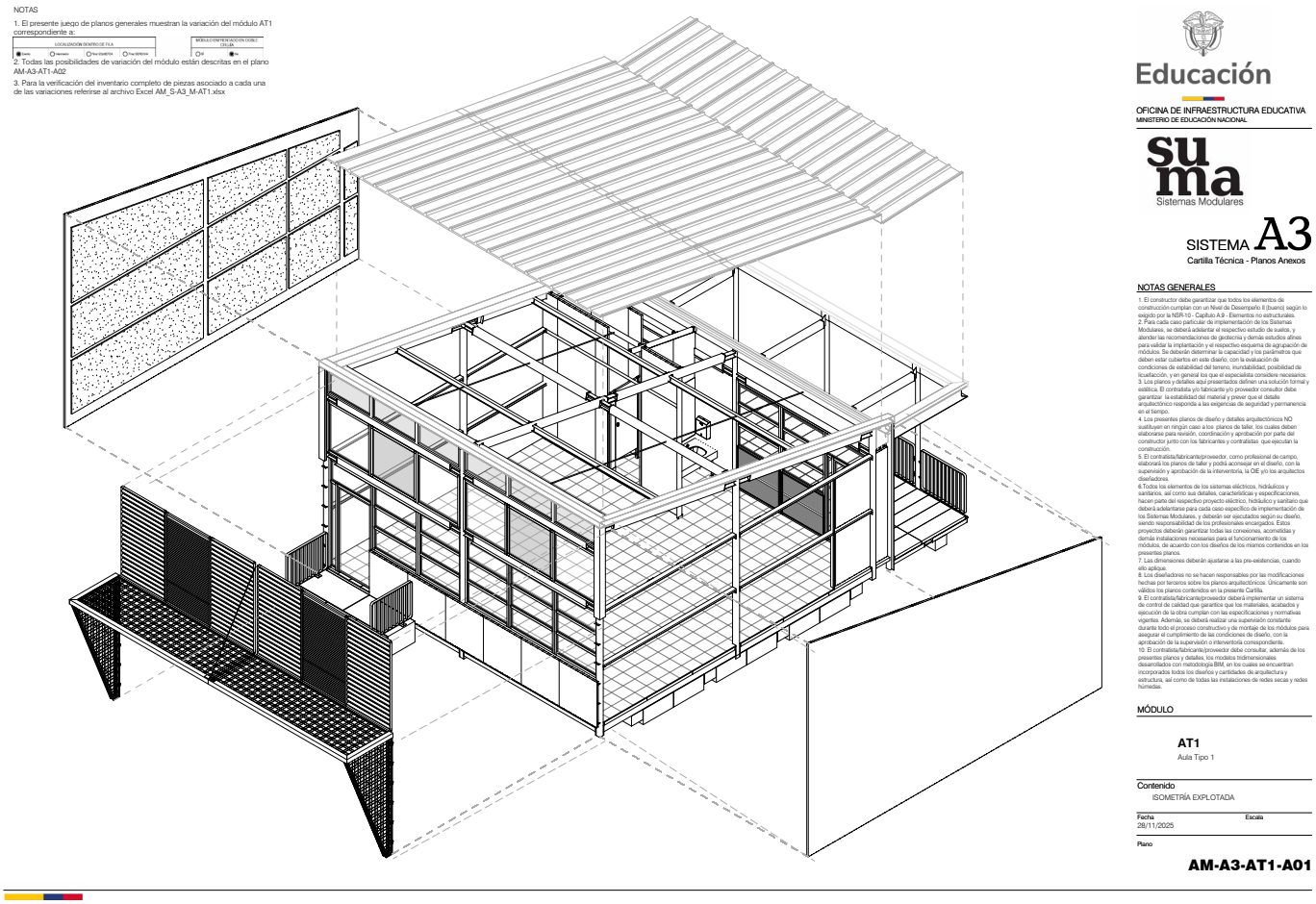
El Sistema Modular A3 parte de la misma base estructural y espacial del Sistema A1, manteniendo gran parte de sus características técnicas y arquitectónicas. Así, se utilizan, en general, los mismos materiales y especificaciones definidos en dicho Sistema, introduciendo algunas modificaciones menores para optimizar el desempeño de los módulos para climas cálidos secos.

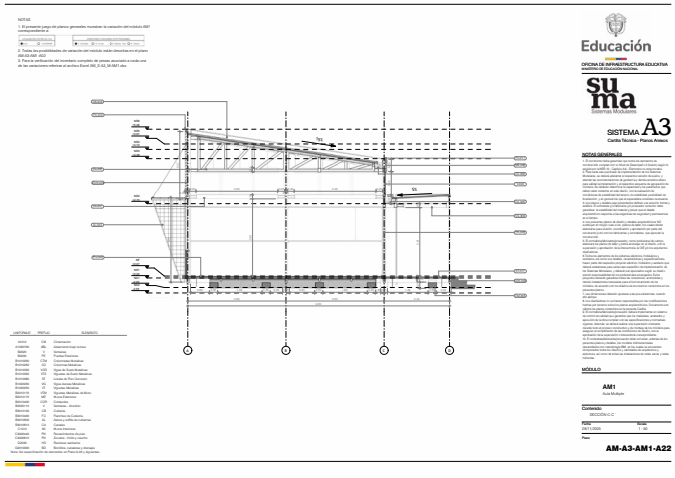
Siguiendo los mismos parámetros de diseño, se busca conseguir que, a partir del uso de recursos y estrategias pasivas, los módulos garanticen al menos un 85% de las horas útiles anuales dentro del rango de confort térmico, según el modelo adaptativo del estándar ASHRAE 55. Así, para el caso del Sistema A3, y atendiendo además la premisa de compartir y reutilizar la mayor cantidad de ítems y elementos de los otros Sistemas, se definieron dos estrategias principales, así:

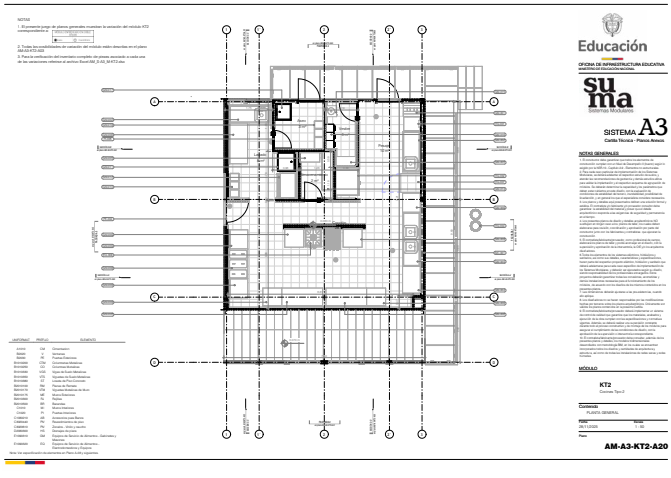
Aumento de masa térmica: con respecto a la configuración de los módulos del Sistema A1, es necesario conseguir efectos de inercia térmica, con materiales que se enfríen en la noche y mantengan esa temperatura durante una parte del día, para que actúen como reguladores de las temperaturas internas:esto se ha conseguido mediante la adición de una capa de láminas de fibrocemento de 20 mm de espesor al interior de algunos de los muros de panel sándwich, así como con la introducción de un relleno en triturado y/o gravilla entre las traviesas de la cimentación, lo cual consigue este efecto en el piso de los módulos.

Por otro lado, se dispusieron aleros para brindar protección y sombra sobre la mayor parte de las ventanas acristaladas, lo cual controla la incidencia de radiación solar directa al interior de los espacios y reduce las ganacias de calor a lo largo del día.

Estas estrategias, acompañadas de algunos ajustes en ventanería y ventilación natural, consiguen los objetivos propuestos en términos de comportamiento técnico, a la vez que abre posibilidades interesantes de intervención de los aleros por parte de las comunidades, pues estos se diseñan para poder recibir distintos materiales - desde zuncho plástico hasta fibras vegetales, de acuerdo con su disponibilidad o con técnicas presentes en las distintas regiones.





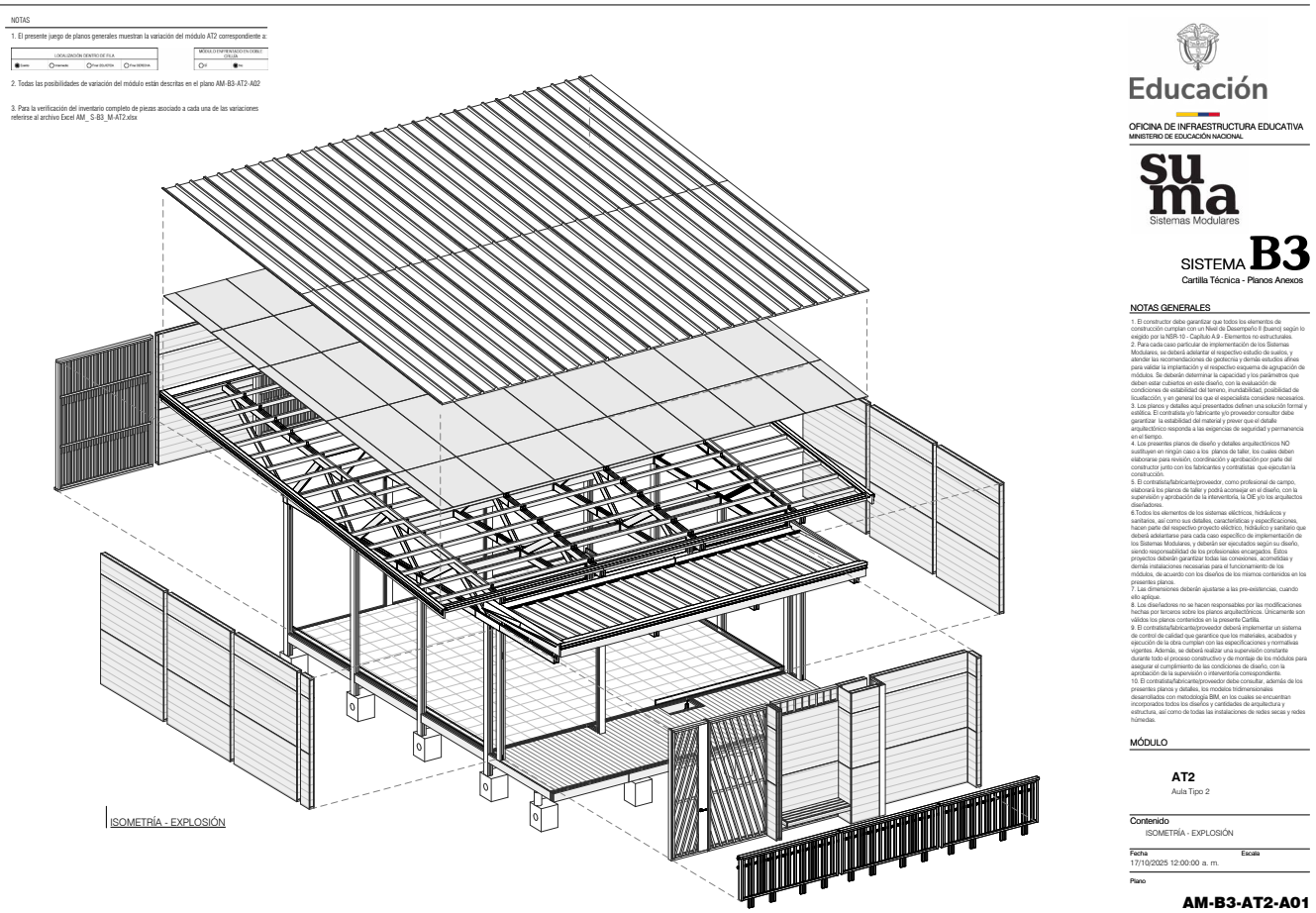


Imagenes de algunos de los planos técnicos del Sistema A3

5.4 Sistema B3

El diseño del Sistema B3 parte de los mismos fundamentos de integración e interconexión de módulos estándar, que son la base de todos los Sistemas Modulares diseñados. En este caso, se han utilizado recursos de diseño para asegurar que los espacios se adapten de forma efectiva a climas cálidos y húmedos, protegiendo las dependencias de condiciones de humedad relativa alta y maximizando así el confort térmico de los usuarios.

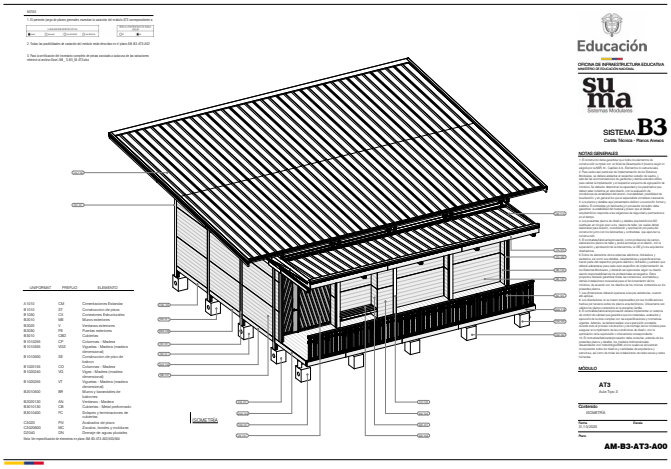
En primer lugar, se ha desarrollado una cimentación adaptable a las condiciones del terreno. Dirigida a zonas con topografía escalonada y en climas cálidos y húmedos, se opta en este Sistema por

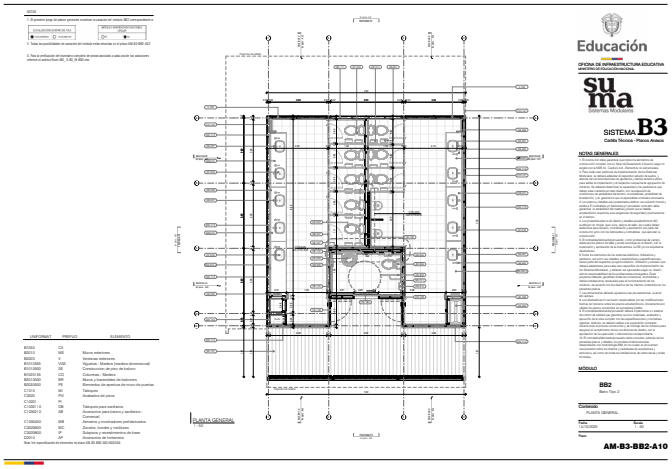


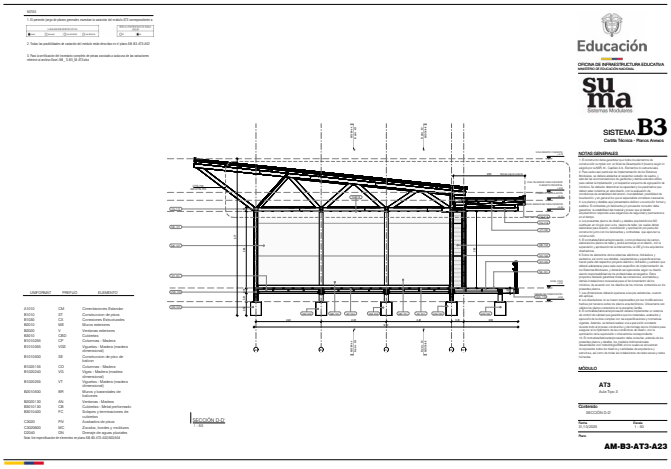
una cimentación palafítica, que eleva los módulos del suelo. Esta solución evita la acumulación de humedad, protege la estructura ante las variaciones del terreno y reduce la dependencia de una infraestructura compleja, garantizando un adecuado aislamiento frente a la humedad, así como la estabilidad estructural del conjunto modular.

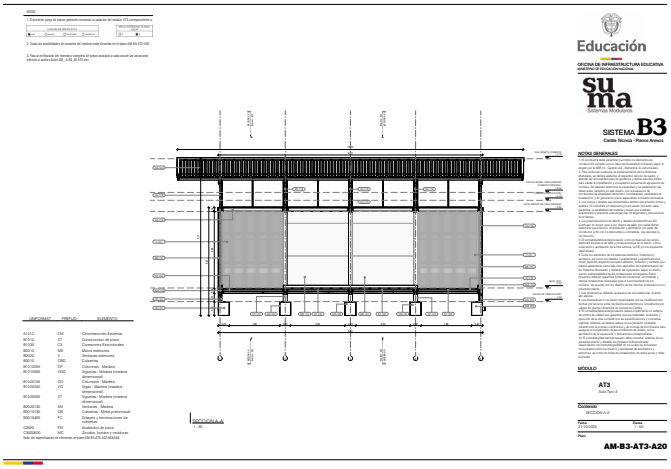
En cuanto al cuerpo estructural, se ha definido que los módulos estarán compuestos por una estructura de vigas de madera, con muros portantes compuestos, también en madera. La elección de este material se debe a su ligereza y facilidad de trabajo, atributos fundamentales en zonas donde la infraestructura existente puede ser limitada. Los muros portantes de madera proporcionan, además, una excelente capacidad de aislamiento térmico, lo que se traduce en un mayor confort interior para los usuarios. Esta combinación permite no solo una rápida instalación y ensamblaje, sino también una alta flexibilidad en la adaptación y reconfiguración de los espacios a lo largo del tiempo.

En general, las cubiertas de los módulos deben permitir, a partir de su diseño y materialidad, una adaptación óptima a las condiciones climáticas específicas de cada región. Así, para el Sistema B3 se han incorporado soluciones adecuadas para los climas cálidos, que favorecen la ventilación pasiva y ofrecen protección contra las lluvias, lo que garantiza la durabilidad del espacio. La propuesta incluye el uso de materiales livianos con sistemas de cubiertas “flotadas” y ventiladas, que contribuyen a reducir la ganancia térmica y mejorar el rendimiento energético global del módulo. Estas estrategias, combinadas con revestimientos adecuados, aseguran que la radiación solar se disipe de manera eficiente, manteniendo condiciones interiores óptimas. El desarrollo de los diseños define con precisión los componentes fundamentales del módulo típico, asegurando el pleno cumplimiento de los criterios de estabilidad, eficiencia térmica y flexibilidad operativa, y estableciendo así las bases para la implementación de espacios educativos adaptables y sostenibles.





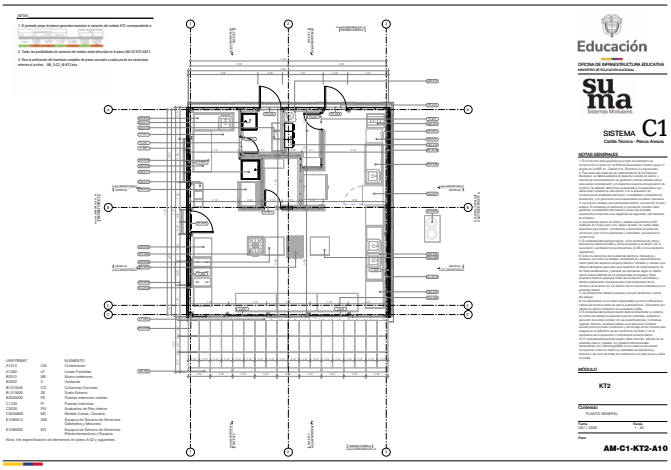


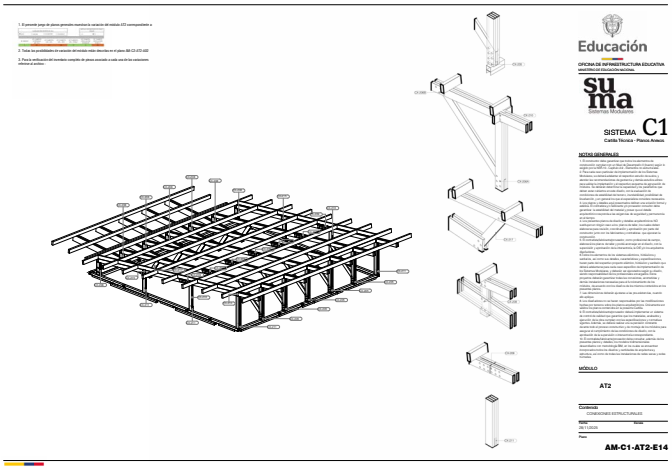


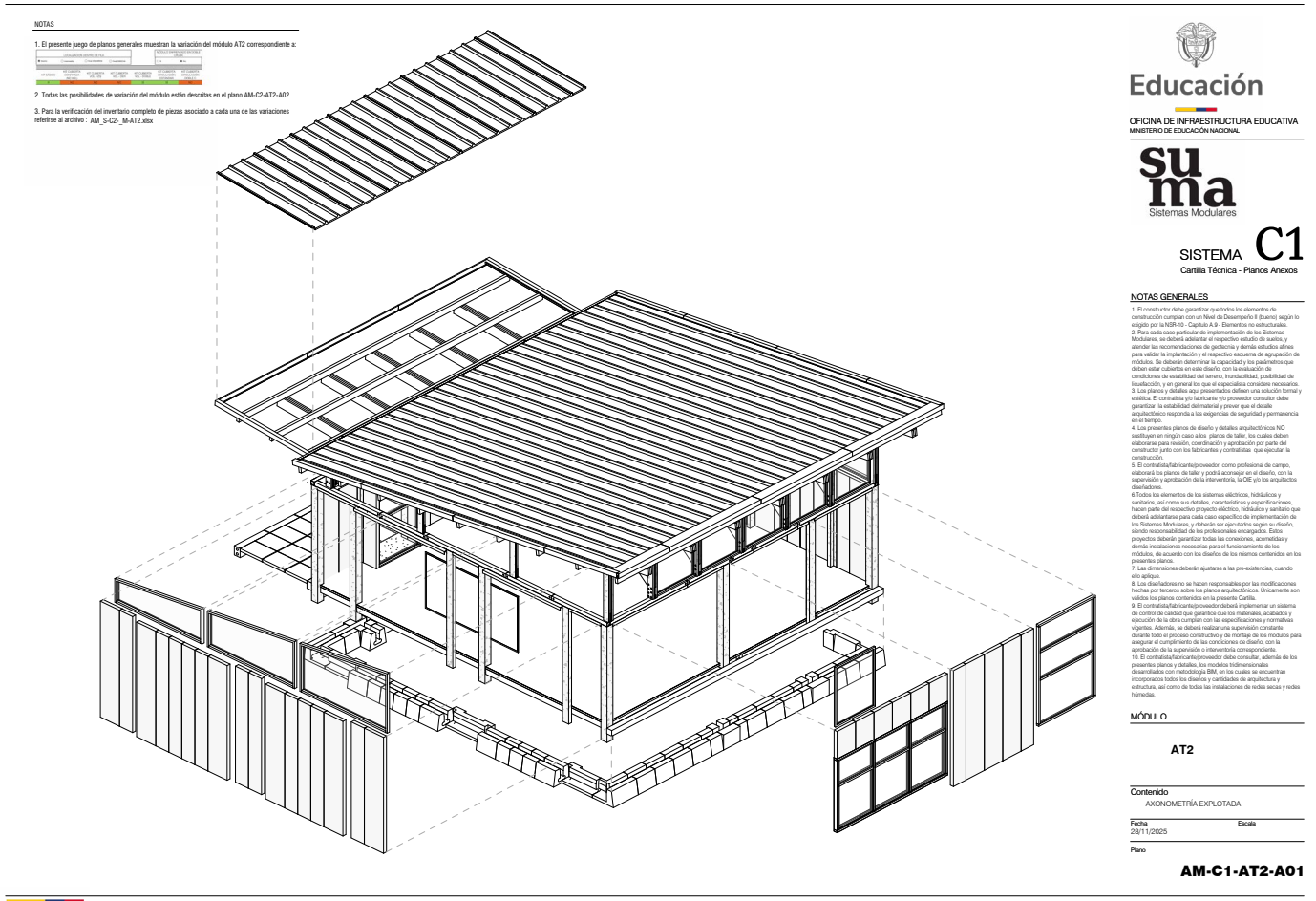
Imágenes de algunos de los planos técnicos del Sistema B3

5.5. Sistema C1

El Sistema C1 fue desarrollado a partir del uso de elementos prefabricados en concreto, desde la cimentación hasta el remate de los muros, nivel en el cual recibe una cubierta con estructura en madera. Esta tipología ofrece los beneficios de la alta durabilidad del concreto, construyéndose a partir del ensamble de piezas livianas y mano-portables, con propiedades de alta resistencia y siendo un material no combustible. La fabricación de las piezas se realiza en ambientes industriales y controlados, con procesos de montaje en sitio sencillos y sin desperdicios, por







Imágenes de algunos de los planos técnicos del Sistema C1

lo cual se minimiza su impacto y se garantiza un adecuado control de calidad de los materiales.

Tras el estudio de referentes, el contacto con proveedores y los lineamientos brindados por la Oficina de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación, se propuso un sistema que cumple con las siguientes características:

- Prefabricado
- Desmontable
- Fácil de transportar
- Construido en seco (en su mayoría)
- Montaje rápido
- Ensamble con la menor cantidad posible de equipos auxiliares

Al igual que en el resto de los Sistemas Modulares, los conjuntos se articulan mediante la integración de módulos interconectados, cuya configuración flexible permite satisfacer los diversos requerimientos programáticos. De este modo, se atienden las necesidades contextuales y pedagógicas específicas de cada caso, así como las particularidades del sitio.

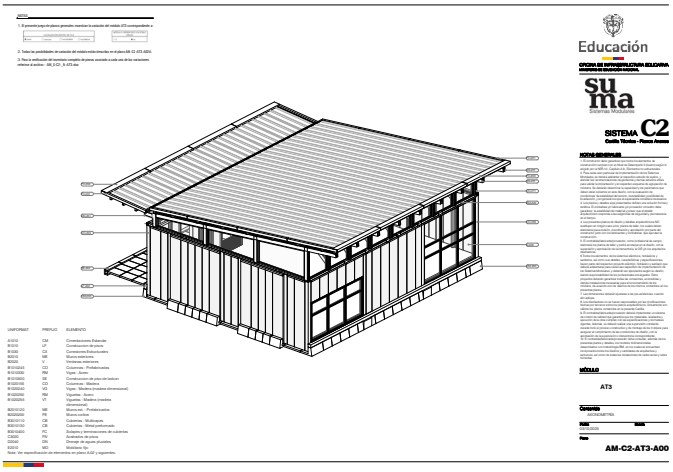
Los módulos se integran por tres elementos esenciales: cimentación -conformada a partir de piezas prefabricadas en concreto, de fácil instalación-, cuerpo estructural -compuesto por paneles prefabricados en concreto pretensado-, y una cubierta en estructura de madera, con tejas termoacústicas tipo sándwich. La sinergia de estos componentes garantiza la estabilidad, la eficiencia térmica y la adaptabilidad del espacio.

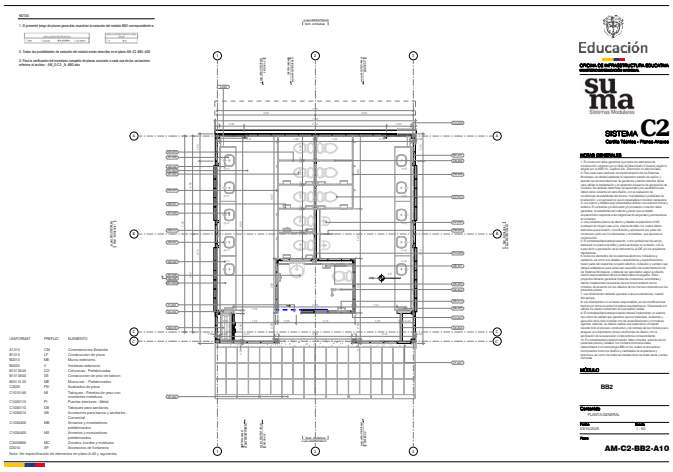
La prefabricación en taller es fundamental para optimizar los plazos de ejecución en obra, minimizar la generación de residuos, asegurar un control de calidad superior y mitigar el impacto en la comunidad educativa durante la fase constructiva.

5.6 Sistema C2

Para el caso del Sistema C2, se introducen algunas modificaciones menores a los diseños desarrollados para el Sistema C1, para optimizar su desempeño en climas templados, pero manteniendo sus aspectos esenciales. Así, se trata de un Sistema cuyo cuerpo estructural se resuelve con el uso de elementos prefabricados como los utilizados en el Sistema C1, y la estructura de cubierta en elementos de madera tratada - Pino Amarillo Americano. Se revisan las proporciones para mejorar el desempeño del conjunto para estos climas, aumentando levemente la altura del cuerpo estructural - 30cm - y controlando un poco las aberturas de ventanería entre cuerpo y cubierta, a la vez que se aumentan levemente las longitudes de voladizos y aleros laterales. Con esto, se incrementa la masa térmica y se reducen las ganancias de temperatura por incidencia directa de la radiación solar.

En general, el Sistema C2 mantiene una gran cantidad de las características y elementos utilizados en el C1, en línea con los criterios de estandarización y tipificación que guiaron todo el ejercicio de diseño para los distintos Sistemas Modulares.





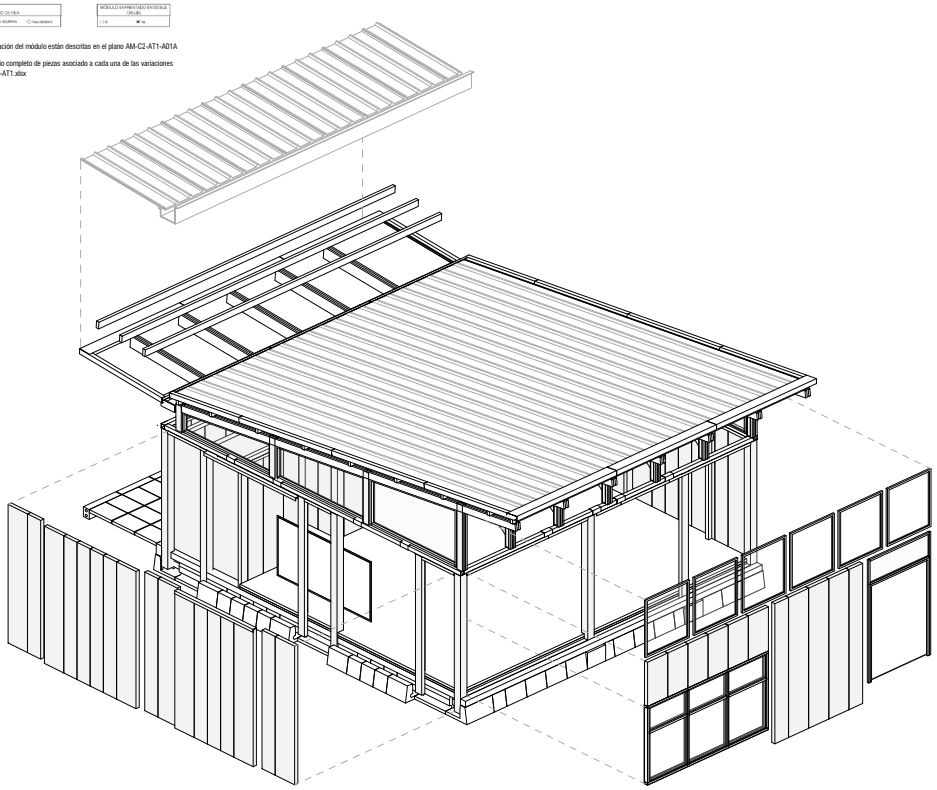
NOTAS

1. El presente juego de planos generales muestran la variación del módulo AT1 correspondiente a:

LOCALIZACIÓN DENTRO DE FILA				MÓDULO EMPRENDIDO EN DOBLE CRUJÍA
◉ Sencilla	○ Intermedia	○ Final DERECHA	○ Final IZQUIERDA	○ Si ◉ No

2. Todas las posibilidades de variación del módulo están descritas en el plano AM-C2-AT1-A01A

3. Para la verificación del inventario completo de piezas asociado a cada una de las variaciones referirse al archivo : AM_S-C2_M-AT1.xlsx



Educación

OFICINA DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

suma
Sistemas Modulares

SISTEMA C2
Cartilla Técnica - Planos Anexos

NOTAS GENERALES

1. El constructor debe garantizar que todos los elementos de construcción cumplan con un Nivel de Desempeño 8 (bueno) según lo exigido por la NSR-10 - Capítulo A.9 - Elementos no estructurales.
2. Para cada caso particular de implementación de los Sistemas Modulares, se deberá adelantar el respectivo estudio de suelos, y atender las recomendaciones de geotecnia y demás estudios afines para validar la implantación y el respectivo esquema de agrupación de módulos. Se deberán determinar la capacidad y los parámetros que deben estar cubiertos en este diseño, con la evaluación de condiciones de estabilidad del terreno, inundabilidad, posibilidad de licuefacción, y en general los que el especialista considere necesarios.
3. Los planos y detalles aquí presentados definen una solución formal y estática. El contratista y/o fabricante y/o proveedor consultor debe garantizar la estabilidad del material y prever que el detalle arquitectónico responda a las exigencias de seguridad y permanencia en el tiempo.
4. Los presentes planos de diseño y detalles arquitectónicos NO sustituyen en ningún caso a los planos de taller, los cuales deben elaborarse para revisión, coordinación y aprobación por parte del constructor junto con los fabricantes y contratistas que ejecutan la construcción.
5. El contratista/fabricante/proveedor, como profesional de campo, elaborará los planos de taller y podrá aconsejar en el diseño, con la supervisión y aprobación de la interventoría, la OIE y/o los arquitectos diseñadores.
6. Todos los elementos de los sistemas eléctricos, hidráulicos y sanitarios, así como sus detalles, características y especificaciones, hacen parte del respectivo proyecto eléctrico, hidráulico y sanitario que deberá adelantarse para cada caso específico de implementación de los Sistemas Modulares, y deberán ser ejecutados según su diseño, siendo responsabilidad de los profesionales encargados. Estos proyectos deberán garantizar todas las conexiones, acometidas y demás instalaciones necesarias para el funcionamiento de los módulos, de acuerdo con los diseños de los mismos contenidos en los presentes planos.
7. Las dimensiones deberán ajustarse a las pre-existencias, cuando ello aplique.
8. Los diseñadores no se hacen responsables por las modificaciones hechas por terceros sobre los planos arquitectónicos. Únicamente son válidos los planos contenidos en la presente Cartilla.
9. El contratista/fabricante/proveedor deberá implementar un sistema de control de calidad que garantice que los materiales, acabados y ejecución de la obra cumplan con las especificaciones y normativas vigentes. Además, se deberá realizar una supervisión constante durante todo el proceso constructivo y de montaje de los módulos para asegurar el cumplimiento de las condiciones de diseño, con la aprobación de la supervisión o interventoría correspondiente.
10. El contratista/fabricante/proveedor debe consultar, además de los presentes planos y detalles, los modelos tridimensionales desarrollados con metodología BIM, en los cuales se encuentran incorporados todos los diseños y cantidades de arquitectura y estructura, así como de todas las instalaciones de redes secas y redes húmedas.

MÓDULO

AT1

Contenido
AXONOMETRÍA

Fecha 03/10/205
Escala

Plano

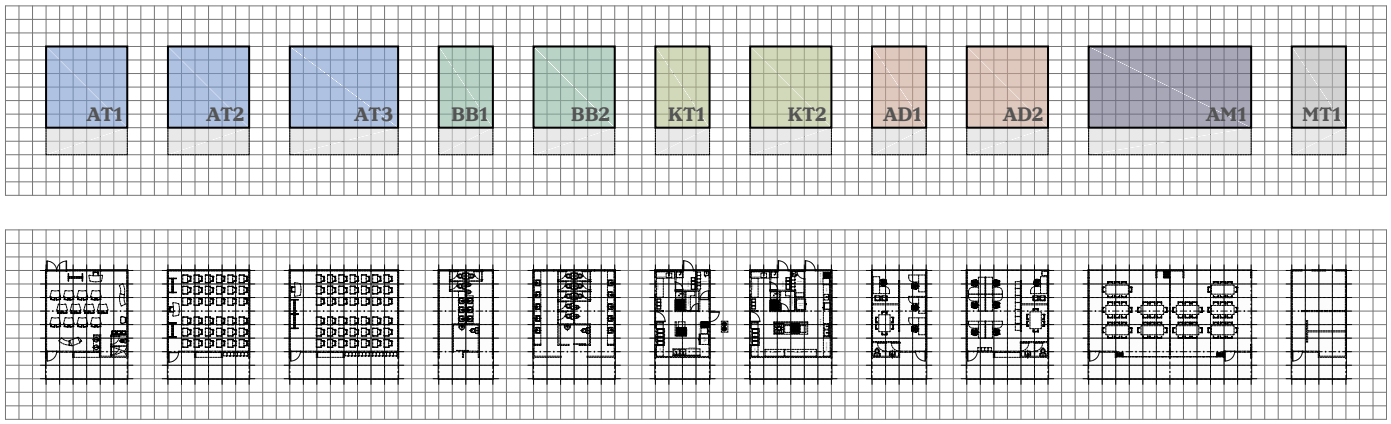
AM-C2-AT1-A01

Imágenes de algunos de los planos técnicos del Sistema C2

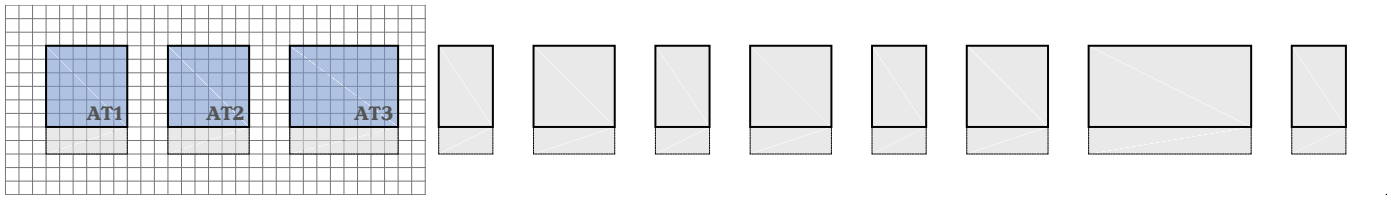
6. Lineamientos de Implantación

La implantación arquitectónica hace referencia a la posición y adaptación de un edificio o conjunto de edificios a su terreno y contexto, influyendo significativamente en su funcionalidad, eficiencia, integración con el entorno y uso eficiente de recursos.
De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 4, para los Sistemas Modulares se han definido 11 tipos de módulo, agrupados en 6 categorías. Para cada categoría y tipo, se han establecido unos parámetros y lineamientos de agrupación, que se exponen gráficamente a lo largo del presente capítulo.

6.1 Tipos de Módulos



AT - Aulas Típicas

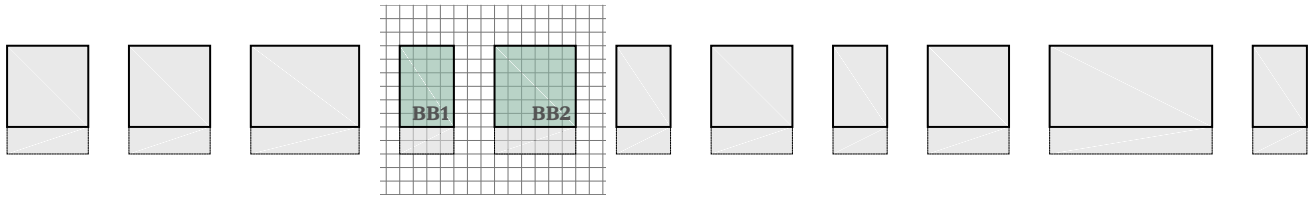


Los módulos **AT** se constituyen en la unidad básica de la infraestructura educativa, y al agruparse entre sí generan zonas funcionales para el desarrollo de actividades pedagógicas, donde el principal objetivo debe ser que las mismas puedan darse sin mayores interferencias con el resto de las actividades propias de la institución. Para ello, se establecen los siguientes lineamientos:

Pueden estar exentos, o adosarse / agruparse con otros módulos **AT** y con módulos de otros tipos, así:

- Los módulos **AT1** (Preescolar) deben agruparse exclusivamente con otros módulos **AT1**, puesto que la actividad de preescolar debe estar separada del resto de la Institución Educativa. Idealmente, esas agrupaciones de Preescolar pueden incluir un módulo **AD**, que funcione como Sala de Profesores en relación directa con las Aulas.
- Los módulos **AT2** y **AT3** pueden adosarse entre sí y con otros tipos de módulo, atendiendo a los lineamientos definidos para cada uno de estos.
- Pueden tener módulos enfrentados por la circulación, en DOBLE CRUJÍA.

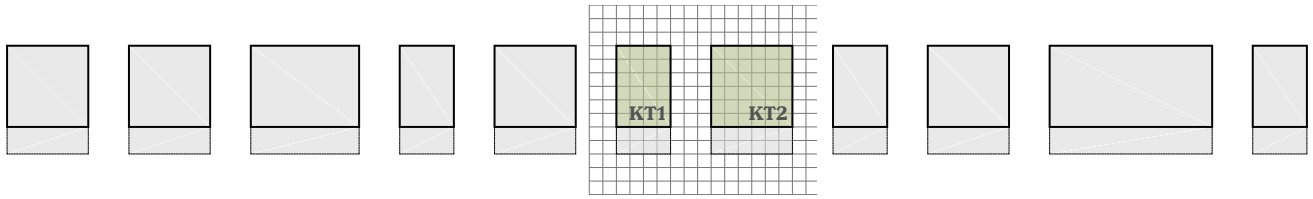
BB - Batería Baños



Los módulos **BB** dan solución a las necesidades de servicios sanitarios de la población estudiantil, y en esa medida necesitan de una relación de cercanía con las aulas. Sin embargo, por sus mismas características y función, generan flujos de circulación, ruidos y actividad, que pueden interferir con las actividades pedagógicas de las mismas. Por ello, se establecen algunas restricciones en cuanto a cómo pueden agruparse y adosarse con los módulos **AT**, así:

- Pueden adosarse por alguna de las fachadas laterales con módulos **AT**, siempre como piezas finales de una FILA, con el plano de la otra fachada lateral libre; nunca pueden ser piezas intermedias, ni estar exentos.
- Pueden atender a un máximo de 25 estudiantes por juego sanitario (de acuerdo con la NTC4595, se entiende un "juego sanitario" como el conjunto de un sanitario o un orinal más un lavamanos). Así, los dos estándares definidos tienen la siguiente capacidad máxima:
  - **BB1** – 6 juegos sanitarios: 150 alumnos.
  - **BB2** – 11 juegos sanitarios: 275 alumnos.
- Deben localizarse estratégicamente, equidistantes respecto a las aulas – ningún puesto de trabajo debe estar a más de 50m de la batería más cercana.
- Pueden tener módulos enfrentados por la circulación, en DOBLE CRUJÍA.

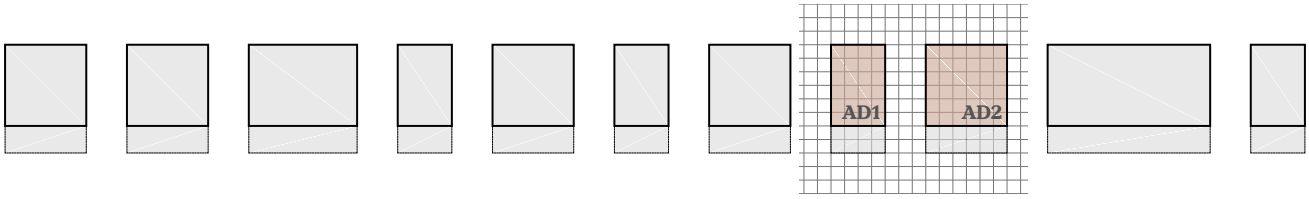
KT - Cocinas



Los módulos **KT** atienden a necesidades de preparación de alimentos en sitio en instituciones educativas. Por las características de los Sistemas Modulares, se ha establecido que estos módulos son adecuados para atender un máximo de 80 servicios. Por encima de esa capacidad, la recomendación es que se acuda a soluciones en construcción tradicional, con posibilidad de mayores luces estructurales e infraestructura de instalaciones más robusta. Para la agrupación de esos módulos se han establecido los siguientes lineamientos:

- Idealmente, deben estar adosados a módulos **AM1** – Comedor.
- Solo excepcionalmente se instalarán exentos, pero nunca adosados a módulos de otros tipos distintos a los **AM1**.
- La cocina debe estar en capacidad de servir, en máximo 3 turnos, a la totalidad de la población estudiantil. Así, los dos estándares definidos tienen la siguiente capacidad ("población máxima" a atender):
  - **KT1** – 36 servicios: 108 alumnos.
  - **KT2** – 80 servicios: 240 alumnos.
- NO pueden tener módulos enfrentados por la circulación, en DOBLE CRUJÍA

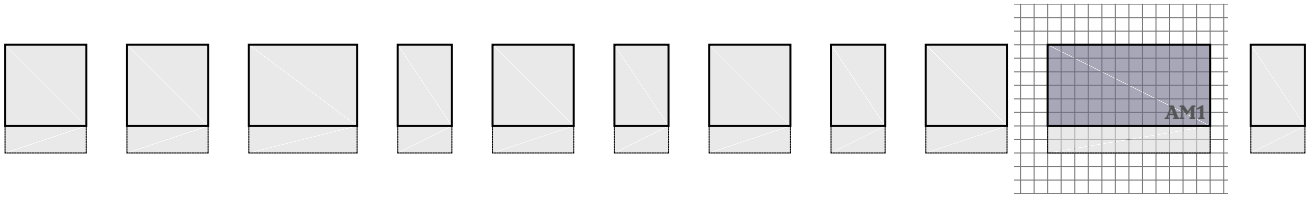
AD - Administración



Los módulos **AD** dan solución a requerimientos programáticos de zonas administrativas. Se han previsto variaciones al interior de los mismos, para permitir su uso como Oficinas, Salas de Profesores o Servicios Generales. De acuerdo con sus características, se han definido los siguientes lineamientos para su agrupación y adosamiento:

- Pueden adosarse con módulos **AT** o con otro módulo **AD,** solamente si son piezas finales de una FILA, así: el módulo **AD1** debe ser pieza final IZQUIERDA, el módulo **AD2** debe ser pieza final DERECHA.
- El módulo **AD1** nunca se instalará exento. El módulo **AD2** solo excepcionalmente se instalará exento.
- Nunca pueden ser piezas intermedias en una FILA.

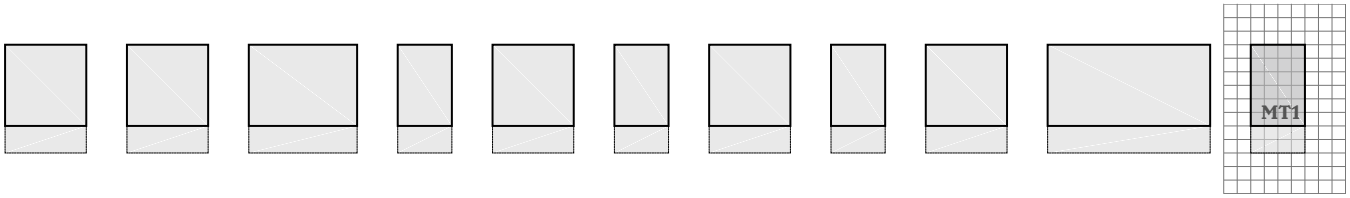
AM - Aula Múltiple



Los módulos **AM** dan solución a distintas necesidades programáticas, como Aulas Múltiples, Ludotecas, Comedores, Bibliotecas, Talleres, y Cobertizos abiertos con usos flexibles. Se han previsto variaciones al interior de los mismos, para adaptarse a esos distintos escenarios. Así mismo, pueden ser usados como Laboratorios, siempre que se evalúen las necesidades particulares en cuanto a equipos e instalaciones y sea posible hacer dichas adaptaciones sin mayor alteración del módulo. Por las características particulares y exigencias técnicas y funcionales de ese uso de Laboratorios, habrá casos específicos en que la recomendación será acudir a soluciones en construcción tradicional, que puedan ser diseñadas expresamente para incluir instalaciones robustas y equipos particulares de manera adecuada.
En términos arquitectónicos y espaciales, se ha definido que estos módulos sean piezas singulares dentro de los conjuntos, con posibilidad de relación con el exterior por sus cuatro fachadas. En ese orden de ideas, se han definido los siguientes lineamientos para su agrupación y adosamiento:

- Nunca deben ser parte de una FILA.
- Nunca deben tener otros módulos enfrentados en DOBLE CRUJÍA.
- Solo pueden instalarse exentos, o adosarse a módulos **KT**, cuando vayan a ser usados como Comedor.

MT - Módulo Técnico



Los módulos **MT** son espacios disponibles para albergar equipos técnicos, como tableros eléctricos, equipos hidráulicos e hidroneumáticos, servidores, baterías e inversores para sistemas de páneles fotovoltaicos, cuartos de basuras y otros. Su localización y requerimiento deberá ser definido y confirmado por los diseñadores técnicos en cada proyecto particular, de manera que se consigan eficiencias en el trazado de las redes y las condiciones de accesibilidad y relación con el exterior que su destinación requiera. Se han definido los siguientes lineamientos para su agrupación y adosamiento:

- Deben adosarse por la fachada izquierda con módulos **AT,** como piezas finales de una FILA, con el plano de la fachada lateral derecha libre.
- Nunca deben ser piezas intermedias.
- Nunca deben estar exentos.
- Pueden tener módulos enfrentados por la circulación, en DOBLE CRUJÍA.
- Se ubicarán estratégicamente dentro del conjunto, para optimizar la localización de equipos e instalaciones, según el caso y en coordinación con los diseños de redes secas y húmedas.

6.2 Agrupaciones y Áreas de Extensión

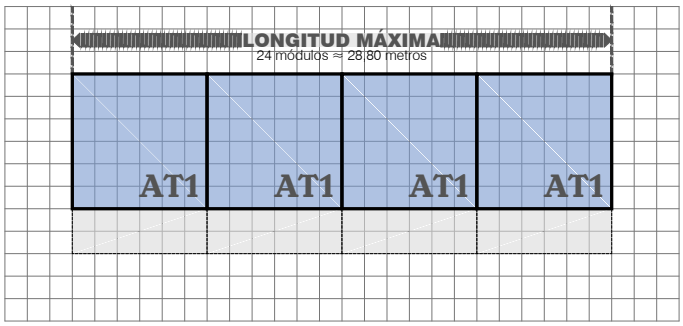
En los ejercicios de implantación y agrupación de módulos adquiere una enorme importancia el tema de la conformación de espacios abiertos y de articulación, entendidos como “Áreas de Extensión”. Los espacios de aprendizaje no se limitan a las aulas: los espacios comunes, como las circulaciones y los intersticios entre módulos, son también espacios de encuentro y de reunión, donde los estudiantes establecen conversaciones y diálogos que producen nuevas ideas y donde el conocimiento adquirido en las aulas se expande a la vida misma. Tener la oportunidad de interactuar y cruzar ideas, en espacios libres donde la arquitectura permite la permanencia o el juego, facilita a los estudiantes de diferentes edades e intereses tener una comunicación práctica y directa.

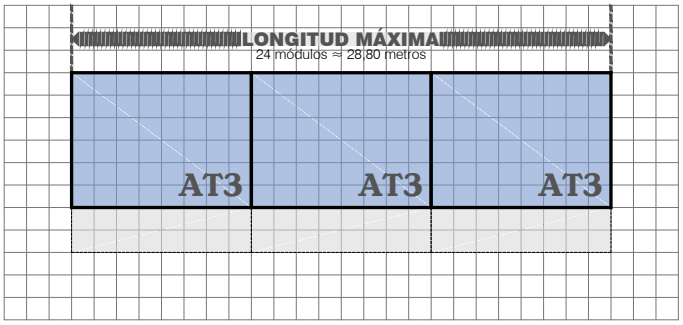
Así, para la conformación de agrupaciones, y además de la definición de los lineamientos descritos para el adosamiento de los distintos tipos de módulo, se plantean parámetros y recomendaciones para establecer esquemas de implantación adecuados, con el objeto de garantizar que los espacios libres generados a partir de la disposición de módulos tengan la calidad espacial adecuada en términos de iluminación, proporciones y ventilación natural, entre otros.

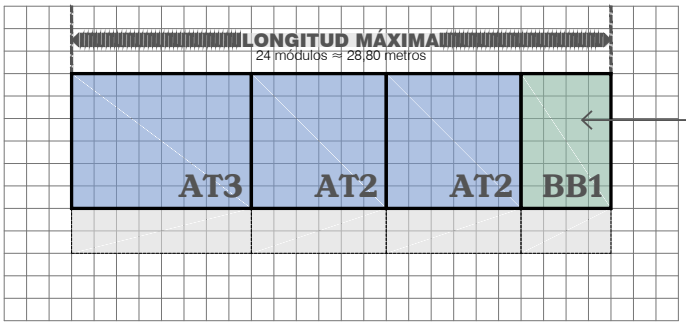
La FILA (conjunto lineal de módulos adosados) es la agrupación más básica, a partir de la cual se conforman conjuntos más complejos.

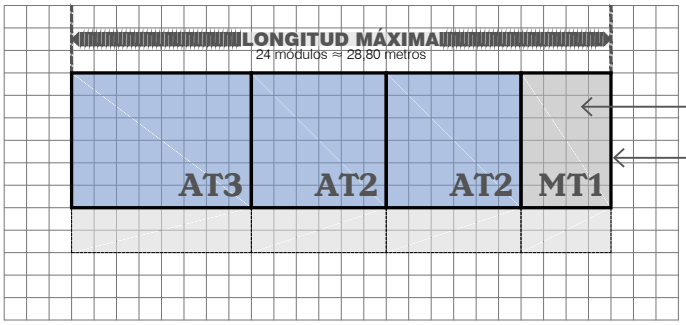
Agrupaciones | FILA

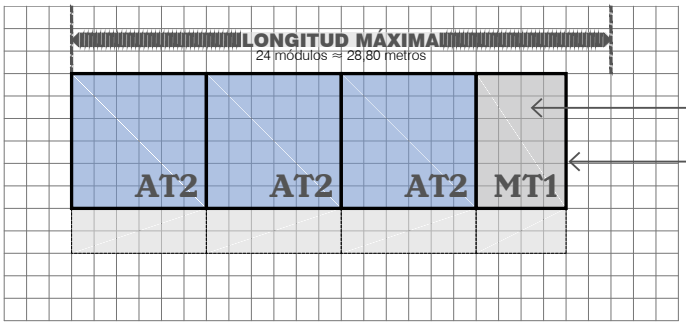
Se define una longitud máxima para las filas, que está expresada en número de módulos de 1.20m, para usar siempre en los ejercicios de implantación, como guía y referencia, una retícula maestra de 1.20 x 1.20. Así, las FILAS nunca deben exceder una longitud de 24 módulos de 1.20 – es decir, aproximadamente 28.80m. Dependiendo de los tipos de módulo que se adosen, la conformación de filas podrá variar entre 3 y 4 módulos funcionales, atendiendo a los lineamientos de adosamiento y sin exceder nunca esa longitud máxima. A continuación, se muestran varios ejemplos válidos de conformación de filas:

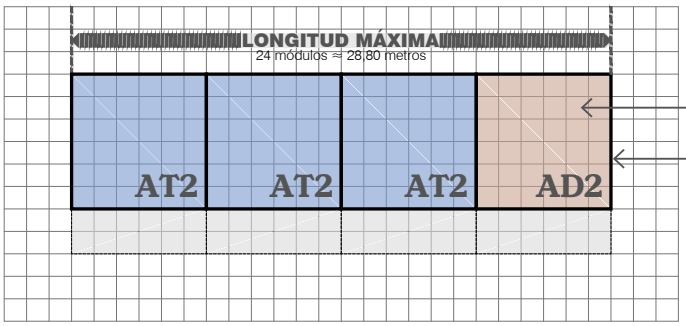



LONGITUD MÁXIMA
24 módulos ≈ 28,80 metros
AT3
AT3
AT3


LONGITUD MÁXIMA
24 módulos ≈ 28,80 metros
AT3
AT2
AT2
BB1
Al final de la FILA ✓


LONGITUD MÁXIMA
24 módulos ≈ 28,80 metros
AT3
AT2
AT2
MT1
Al final de la FILA ✓
Fachada lateral derecha libre ✓

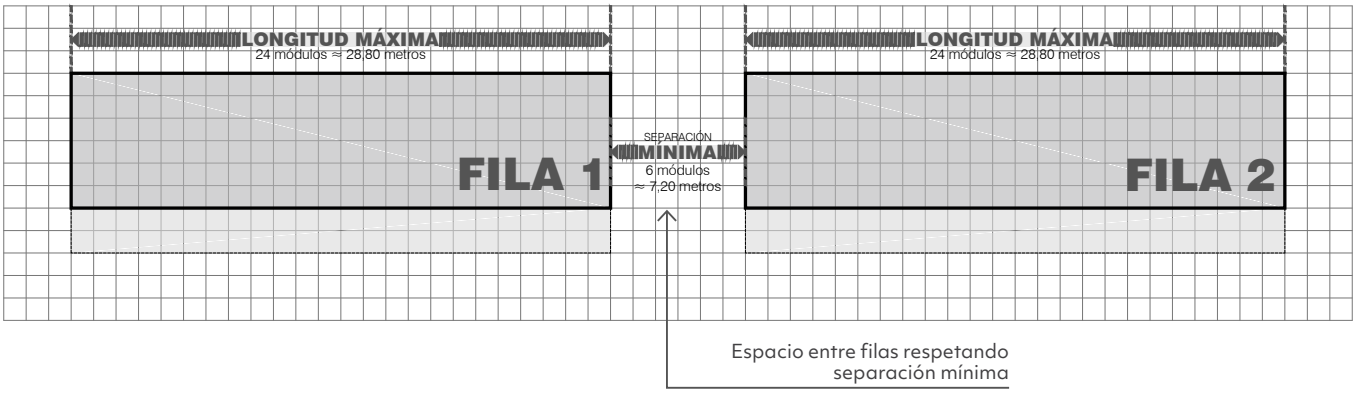

LONGITUD MÁXIMA
24 módulos ≈ 28,80 metros
AT2
AT2
AT2
MT1
Al final de la FILA ✓
Fachada lateral derecha libre ✓


LONGITUD MÁXIMA
24 módulos ≈ 28,80 metros
AT2
AT2
AT2
AD2
Al final de la FILA ✓
Fachada lateral derecha libre ✓

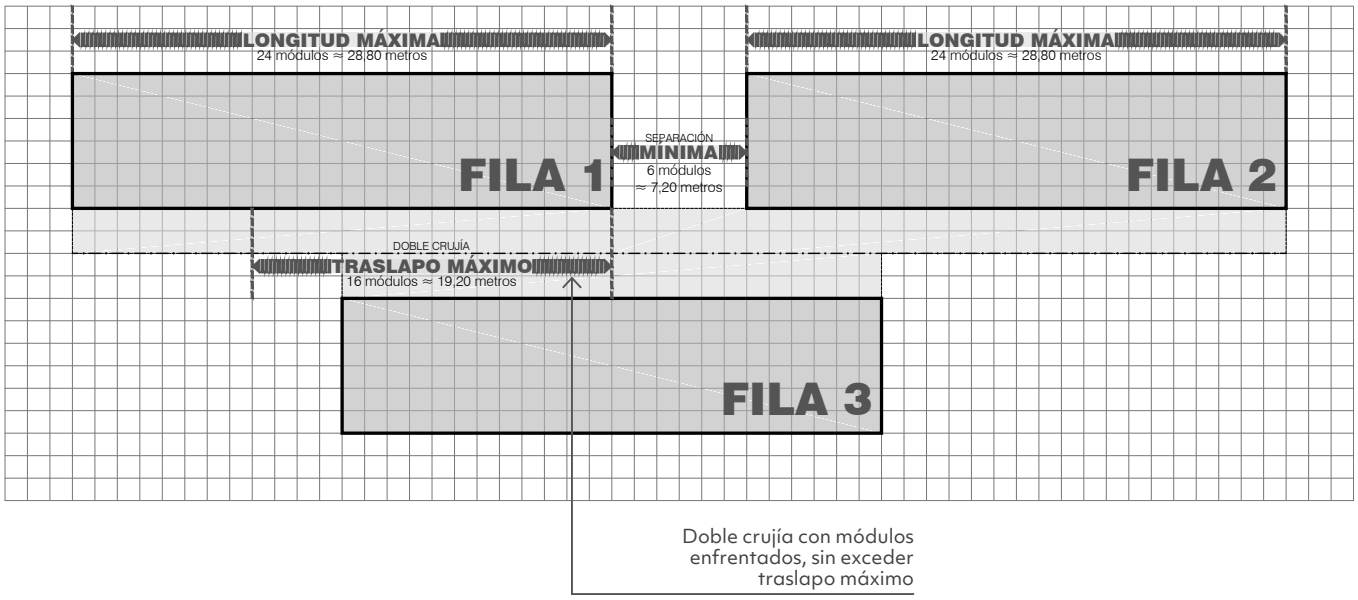
Agrupaciones | MÚLTIPLES FILAS

A partir de esa agrupación básica, pueden empezar a agregarse filas, respetando los siguientes parámetros:

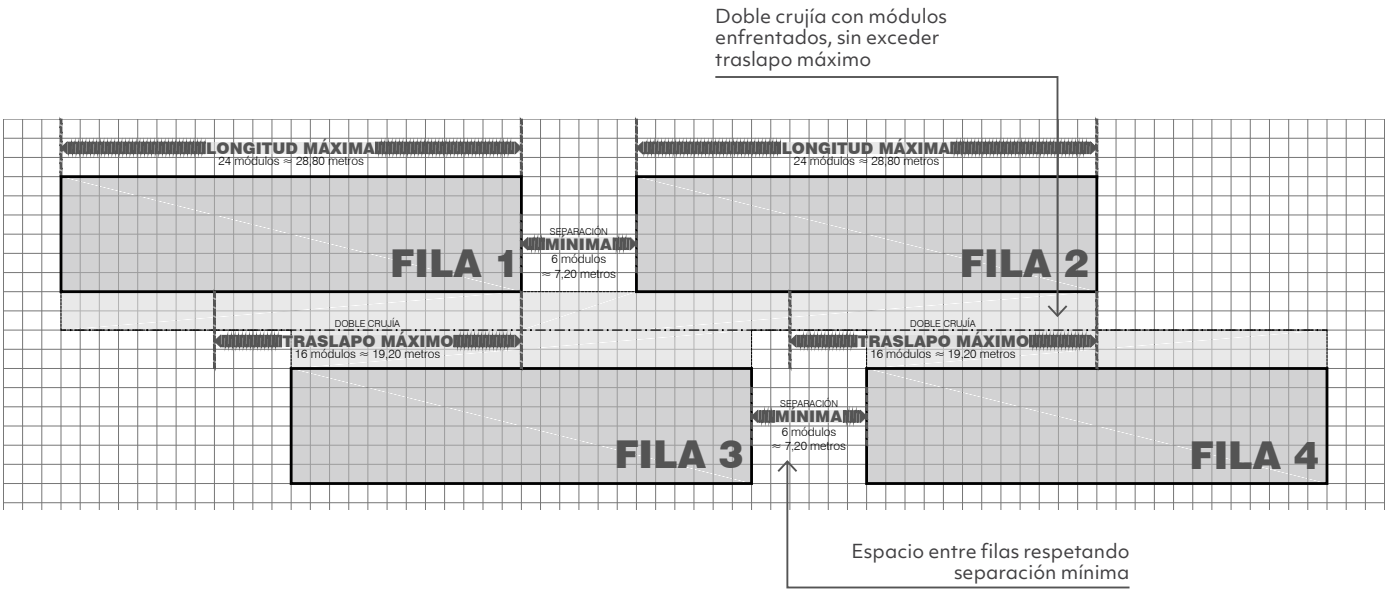
- Para filas sucesivas, se respetará una separación mínima de 6 módulos de 1.20m (aproximadamente 7.20m).



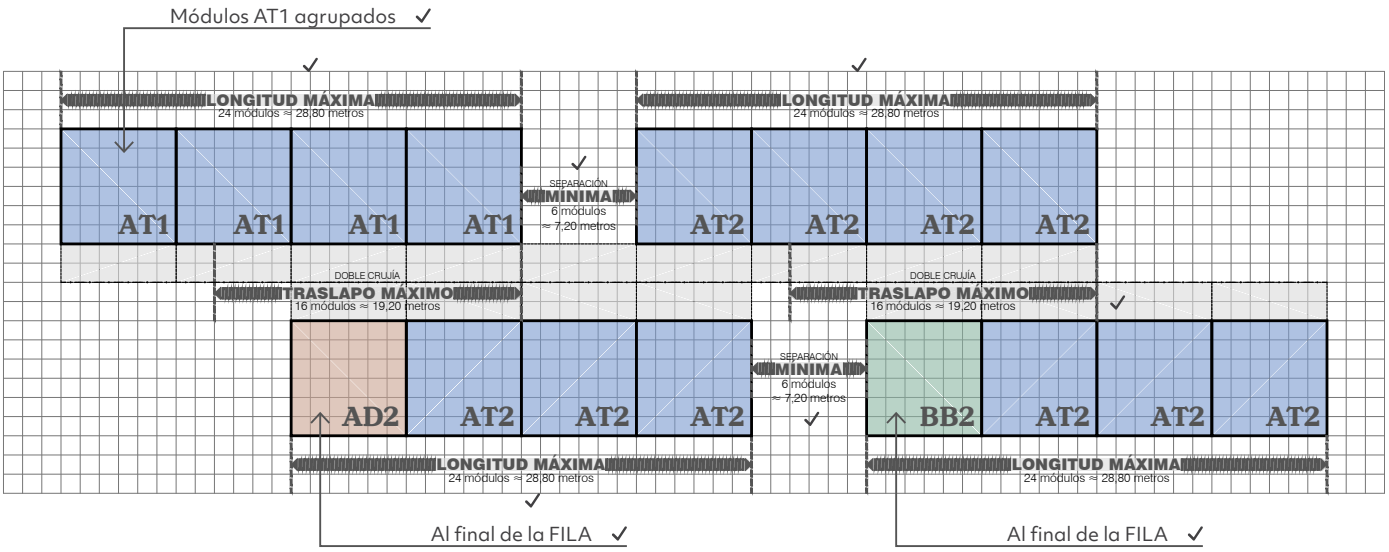
- Además, pueden generarse dobles crujías, enfrentando filas por el costado la circulación – y duplicándola, para que sirva hacia ambos costados. Debe cuidarse de que el traslapo máximo entre filas no exceda una longitud de 16 módulos de 1,20m (aproximadamente 19.20m). Esto, con el objeto de que no se generen circulaciones demasiado largas sin posibilidad de iluminación y ventilación natural.



- Así mismo, pueden tenerse filas sucesivas a ambos costados de la circulación en doble crujía. De esta manera, a lo largo de las circulaciones lineales en doble crujía van generándose patios alternados, que garantizan buenas condiciones de iluminación y ventilación natural, y una espacialidad proporcionada y funcional para los corredores, entendidos como Áreas de Extensión de la actividad educativa, propiciando el encuentro, el trabajo en grupo y una adecuada relación con los espacios exteriores.

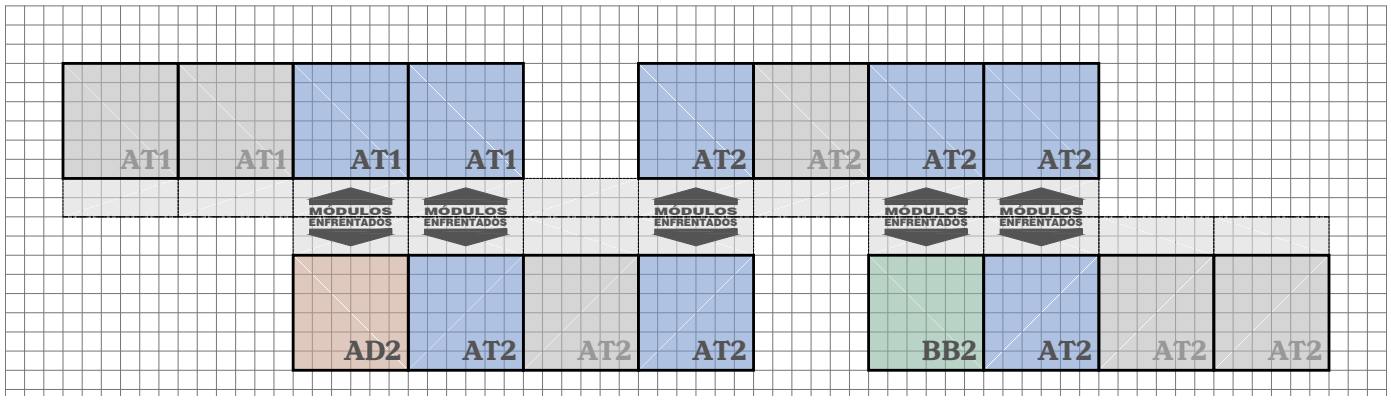


• A continuación, sobre esta disposición esquemática de filas, se ilustra una distribución de tipos de módulo que cumple con los lineamientos de adosamiento definidos más arriba. En la medida en que se cumpla con dichos parámetros, y con las definiciones en cuanto a separaciones y traslapos entre filas, se generarán conjuntos proporcionados y funcionales, con condiciones óptimas de espacialidad, iluminación y ventilación.

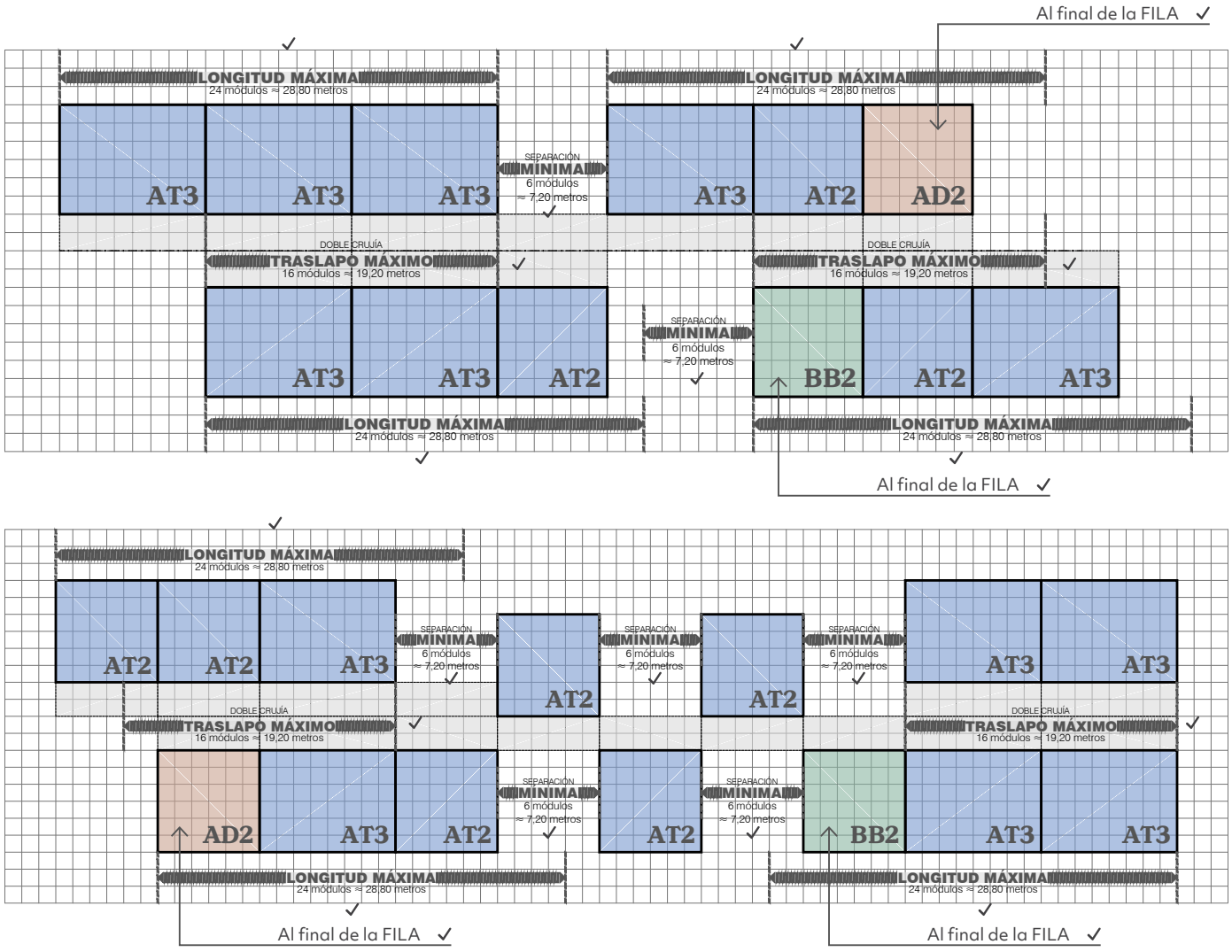


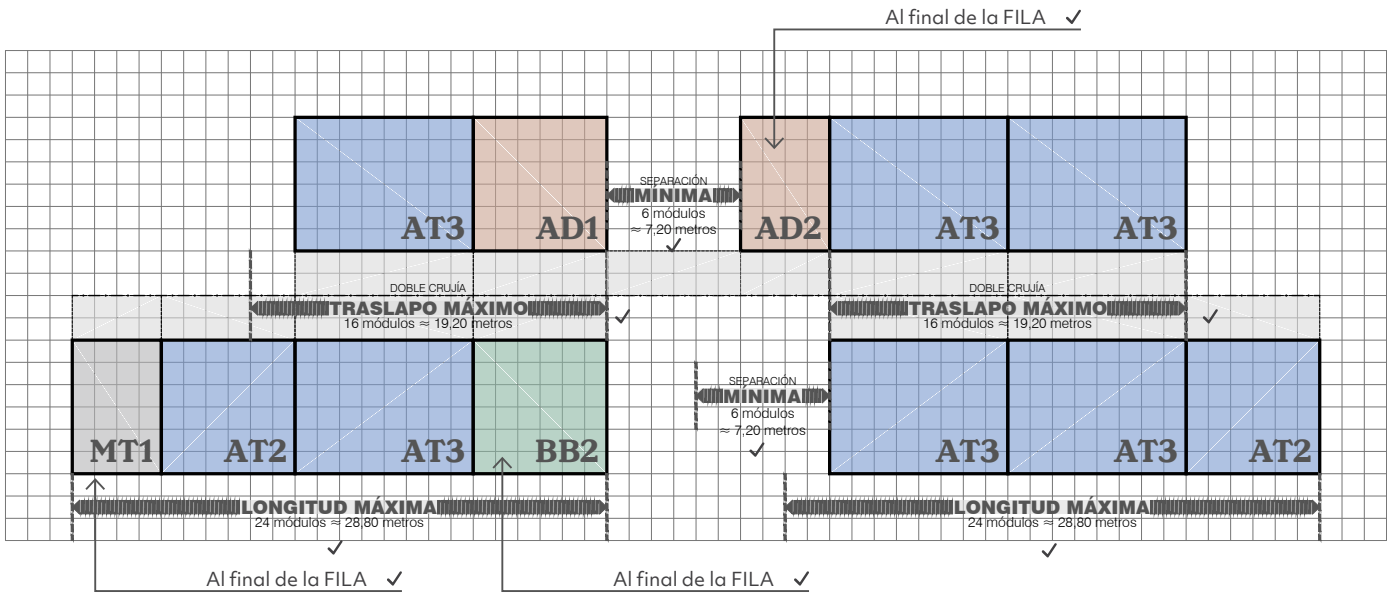
• Dentro de los módulos funcionales que permiten enfrentamientos, existen 3 anchos típicos de las estructuras, expresados en módulos de 1.20m, así:
• Ancho de 4 módulos de 1.20m (4.80m entre ejes) –Módulos **BB1**, **AD1**, **MT1**.
• Ancho de 6 módulos de 1.20m (7.20m entre ejes) – Módulos **AT1**, **AT2**, **BB2**, **AD2**.
• Ancho de 8 módulos de 1.20m (9.60m entre ejes) – Módulos **AT3**.

Para el adecuado empate entre elementos estructurales y de cubierta, debe cuidarse que los módulos enfrentados SIEMPRE sean módulos del mismo ancho, sin excepción. Sobre el mismo esquema, se ilustra a continuación dicha correlación entre módulos enfrentados:



En resumen: las disposiciones lineales de múltiples filas deben respetar parámetros en cuanto a longitud máxima de las filas, separación mínima entre las mismas, máximas longitudes de traslapo, enfrentamiento solo entre módulos del mismo ancho, y correcta disposición de los tipos de módulo, de acuerdo con los parámetros definidos en cuanto a adosamiento y agrupación de los mismos. De esta manera, en la medida en que se haga un chequeo en el cual todas las anteriores premisas se cumplan, el resultado será un conjunto con condiciones óptimas, tanto en lo funcional como en lo espacial. A continuación, se muestran varios esquemas en los que se aplican todos estos parámetros:

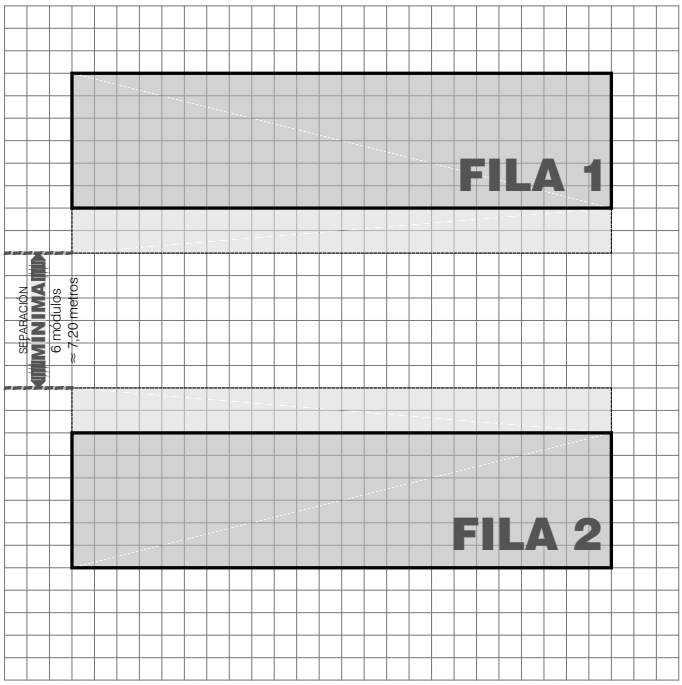




• Además de estos esquemas simples, resueltos a partir de un mismo eje de circulación, habrá esquemas que requieren de múltiples filas enfrentadas, paralelas y/o sucesivas. En estos casos, se definen los siguientes parámetros:

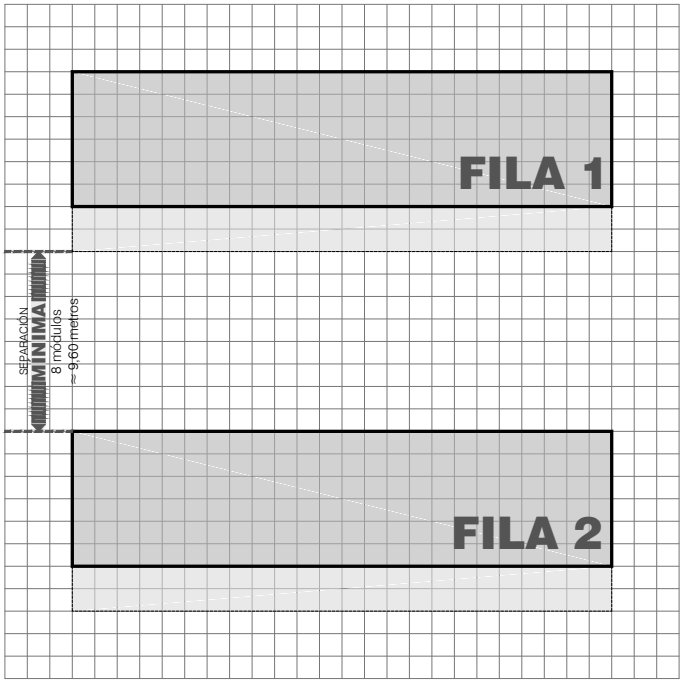
Agrupaciones | FILAS PARALELAS

• En filas paralelas, enfrentadas por el costado de la circulación, se deberá respetar una separación mínima de 6 módulos de 1.20m (aproximadamente 7.20m):



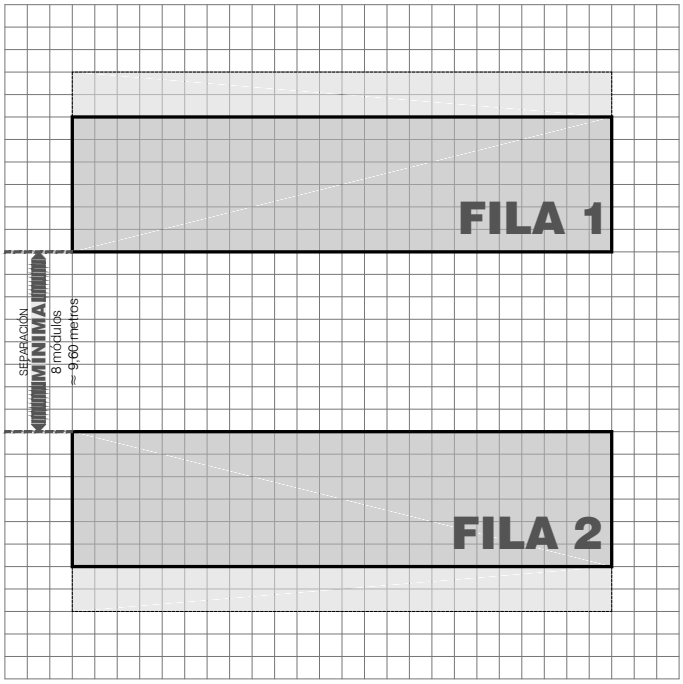
Agrupaciones | FILAS SUCESIVAS

• En filas sucesivas, donde se enfrentan fachadas abiertas contra costados de circulación, se deberá respetar una separación mínima de 8 módulos de 1.20m (aproximadamente 9.60m):



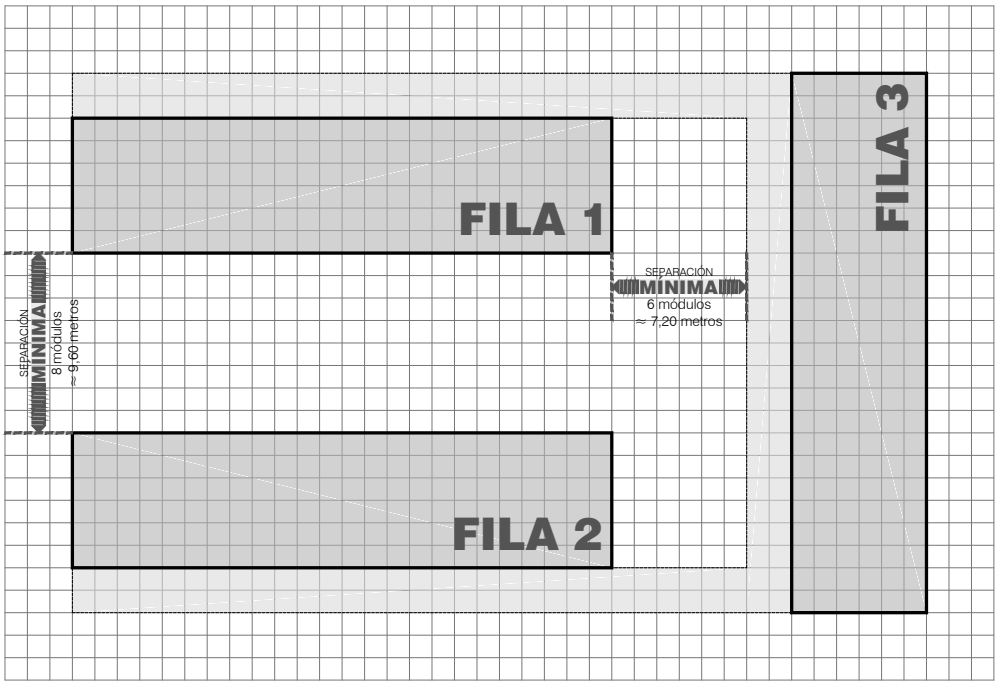
Agrupaciones | FILAS ENFRENTADAS

• Para los casos en que se enfrenten dos filas por el costado de las fachadas abiertas, se deberá garantizar una separación mínima de 8 módulos de 1.20m (aproximadamente 9.60m):



Agrupaciones | FILAS PERPENDICULARES

• Así mismo, habrá casos en que es necesario tener filas dispuestas perpendicularmente, lo que implica ejes de circulación enfrentados a los costados laterales de otras filas. Para estos casos, se define una separación mínima de 6 módulos de 1.20m (aproximadamente 7.20m) entre la circulación y el costado lateral del primer módulo de la fila.



Agrupaciones | TIPOS DE COMPOSICIÓN

Así, pues, para la conformación de esquemas con más elementos, se procede a partir de estos conceptos básicos, y se van sumando filas –paralelas, enfrentadas, sucesivas, perpendiculares– de acuerdo con disposiciones funcionales y criterios de circulación, zonificación y jerarquización de usos y actividades, para definir esquemas de implantación adecuados.

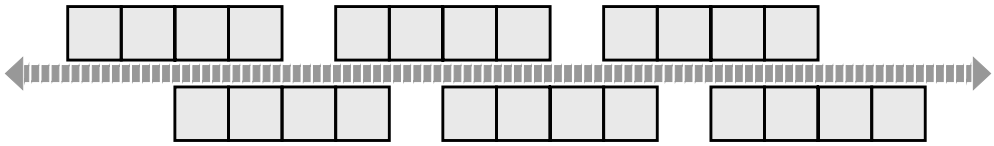
Estos esquemas dependerán de la atención a distintas determinantes, específicas para cada lote y para cada intervención. Especial atención requerirá el tema de orientación, asoleación y vientos, para lo cual se incluyen recomendaciones y lineamientos específicos para cada uno de los Sistemas Modulares, en las Cartillas Técnicas correspondientes y en línea con las características específicas de cada Sistema, en términos de materiales, recursos de diseño, alturas, proporciones y demás factores que inciden en su desempeño bioclimático. Los equipos implementadores deberán hacer una aplicación estricta de todo el paquete de lineamientos para garantizar resultados óptimos en el desempeño de las infraestructuras.

Así mismo, habrá criterios funcionales y de zonificación que deben ser atendidos de manera adecuada. Para ilustrarlo en ejemplos, hemos identificado tres esquemas conceptuales de composición, que pueden ser aplicados en los casos específicos, dependiendo de aspectos particulares, como son las proporciones del lote, la orientación, los requerimientos programáticos y escala de la intervención, entre otros.

Estos esquemas conceptuales, o tipos de composición, son los siguientes:

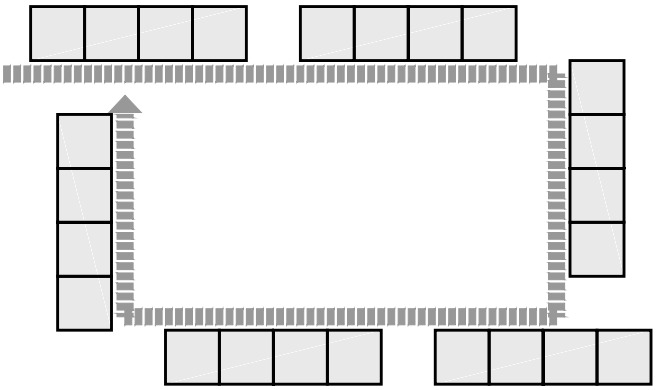
COMPOSICIÓN LINEAL

Organización de módulos en línea recta, en crujías dobles o sencillas, generando un corredor de circulación. Ideal para aulas en bloque, facilita la expansión hacia los extremos, permitiendo agregar nuevos módulos sin alterar los existentes.



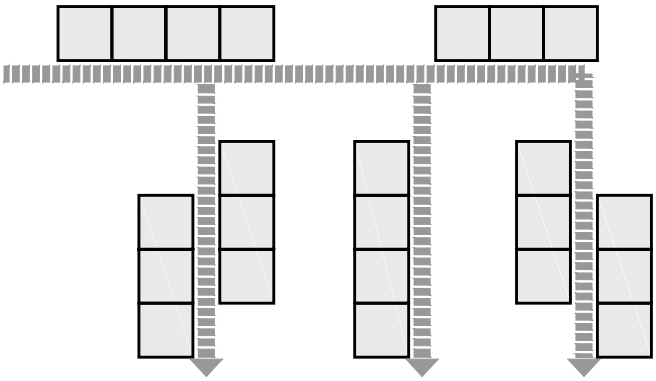
COMPOSICIÓN DISTRIBUIDA

Organización de módulos alrededor de un espacio central o común, facilitando la circulación y la interacción entre las distintas áreas funcionales. Ideal para patios centrales o espacios recreativos, este enfoque favorece la colaboración y el uso compartido de espacios.



COMPOSICIÓN RAMIFICADA

Organización a partir de un eje principal al que se conectan otros perpendicularmente, formando “ramas” (branching). Así, el espacio se organiza de manera jerárquica, lo que permite dividir áreas funcionales para conseguir una organización clara y estructurada del entorno.



6.3 Esquemas de Implantación - Programas Tipo

Un esquema de implantación específico deberá atender a todas las determinantes de cada caso particular, y podrá hacer uso de uno o de varios de los esquemas de composición descritos anteriormente. Difícilmente podrán aplicarse de manera literal los ejemplos que se muestran en esta Cartilla, pero son útiles para ilustrar cómo pueden generarse conjuntos y agrupaciones de módulos que conforman esquemas correctos y funcionales, a partir de la aplicación de los parámetros y lineamientos definidos para los Sistemas Modulares.
En ese orden de ideas, y para mostrar ejemplos aplicados a la solución de requerimientos programáticos coherentes y ajustados a la realidad de una institución educativa típica, hemos dimensionado Programas Tipo para Instituciones Educativas en tres escalas, así:

- Programa Tipo 1: 108 alumnos
- Programa Tipo 2: 240 alumnos
- Programa Tipo 3: 480 alumnos

En cada caso, hemos identificado la cantidad y tipos de módulos de los Sistemas Modulares que serían necesarios para dar solución adecuada a los programas completos. En la siguiente tabla se resume ese ejercicio:

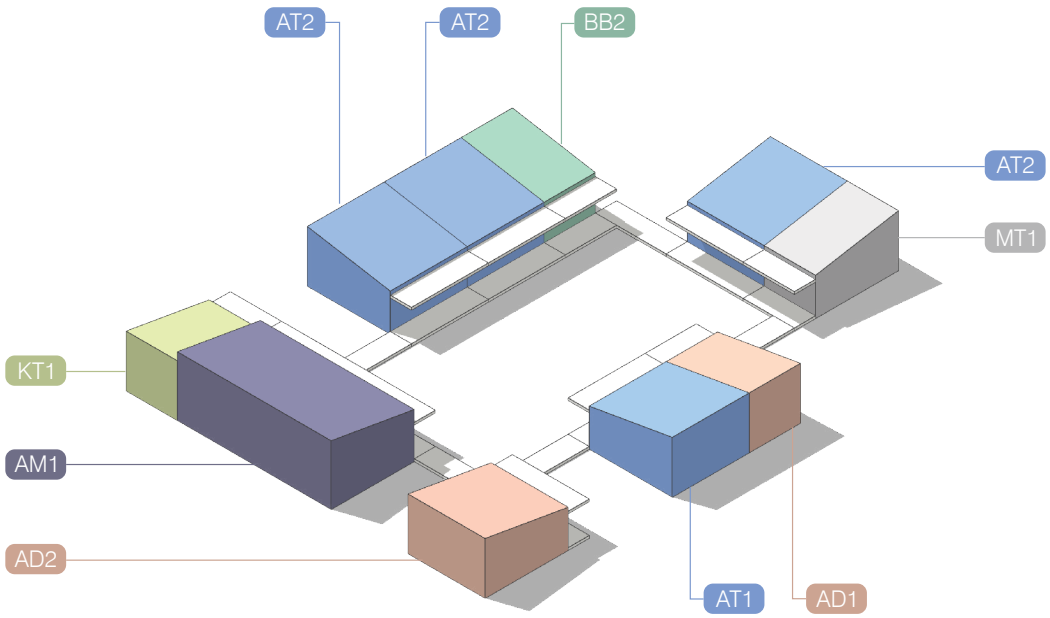
TIPO DE MÓDULO	PROGRAMA TIPO 1	PROGRAMA TIPO 2	PROGRAMA TIPO 3
AT1 | Aula Tipo A - Preescolar (con baño)	**1**	**2**	**4**
AT2 | Aula Tipo B - Multigrado Básica / Media	**3**	**4**	**8**
AT3 | Aula Tipo C - Básica / Media / Superior	**0**	**2**	**4**
BB1 | Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 1	**1**	**0**	**1**
BB2 | Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 2	**0**	**1**	**2**
KT1 | Cocina Tipo 1 - 36 Servicios	**1**	**0**	**0**
KT2 | Cocina Tipo 2 - 80 Servicios	**0**	**1**	**1**
AD1 | Administración Tipo 1	**1**	**0**	**1**
AD2 | Administración Tipo 2	**1**	**2**	**3**
AM1 | Aula Múltiple	**1**	**2**	**4**
MT1 |Módulo Técnico	**1**	**1**	**1**
TOTAL MÓDULOS	**10**	**15**	**29**

Así, a continuación se presenta un resumen y cuantificación de áreas (estrictamente asociadas a los módulos, sin incluir circulaciones adicionales de conexión entre módulos y/o piezas complementarias) para cada uno de los tres Programas Tipo, y en casa caso, se muestran ejemplos esquemáticos de implantación, en los 3 tipos de composición identificados: Lineal, Distribuida y Ramificada.

Programa Tipo 1 - Institución Educativa **108 estudiantes**

CÓDIGO	MÓDULO	ÁREA NETA PROGRAMA	ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL x MÓDULO	CANTIDAD MÓDULOS	TOTAL ÁREA PROGRAMA	TOTAL ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL
AT1	Aula Tipo A - Preescolar (con baño)	54.03 m^2	16.78 m^2	70.81 m^2	1	54.03 m^2	16.78 m^2	70.81 m^2
AT2	Aula Tipo B - Multigrado Básica / Media	52.92 m^2	17.88 m^2	70.80 m^2	3	158.76 m^2	53.64 m^2	212.40 m^2

BB1	Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 1	37.98 m^2	9.55 m^2	47.53 m^2	1	37.98 m^2	9.55 m^2	47.53 m^2
KT1	Cocina Tipo 1 - 36 Servicios	38.07 m^2	9.46 m^2	47.53 m^2	1	38.07 m^2	9.46 m^2	47.53 m^2
AD1	Administración Tipo 1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2	1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2
AD2	Administración Tipo 2	54.03m^2	16.78 m^2	70.81 m^2	1	54.03 m^2	16.78 m^2	70.81 m^2
AM1	Aula Múltiple	109.45 m^2	31.20 m^2	140.65 m^2	1	109.45 m^2	31.20 m^2	140.65 m^2
MT1	Módulo Técnico	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2	1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2
			TOTAL MÓDULOS		10			
			TOTAL ÁREA PROGRAMA			525.58 m^2		
			TOTAL ÁREA CIRCULACIONES				159.21 m^2	
			GRAN TOTAL ÁREA					**684.79 m^2**
			ÁREA POR ESTUDIANTE					6.34 m^2



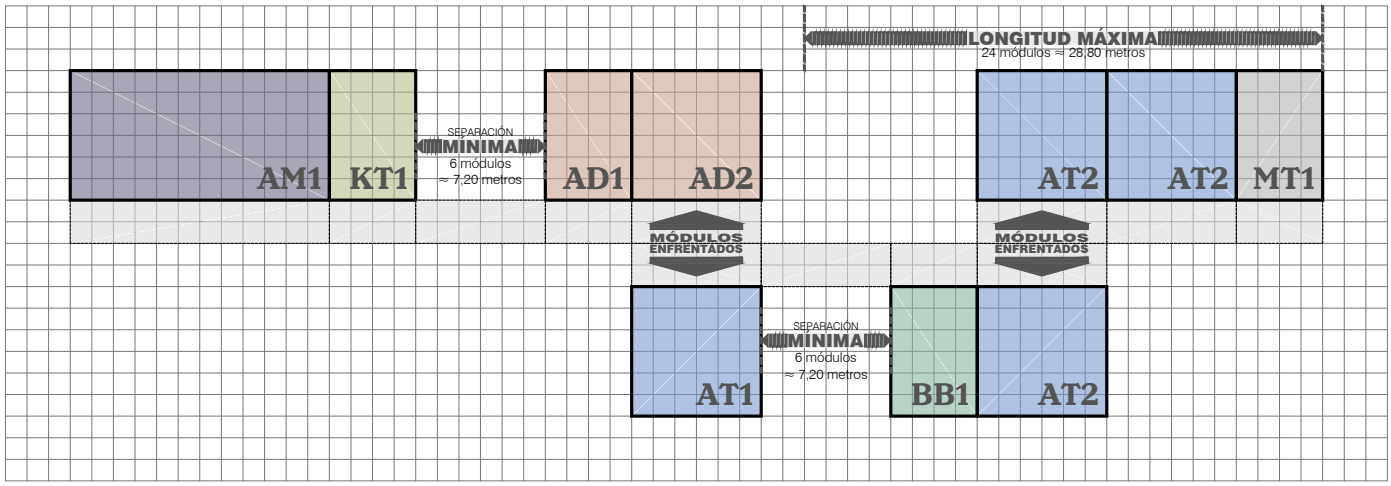
Ejemplo de agrupación de 10 módulos para 108 alumnos - Composición Distribuida

Como puede verse, la solución para el programa arquitectónico de una Institución Educativa para 108 estudiantes puede darse a partir del uso de 10 módulos de los Sistemas Modulares, que incluyen 1 Aula para Preescolar, 3 Aulas Multigrado y un Aula Múltiple que puede servir como Comedor, con su módulo de Cocina adosado. Estos espacios están, además, servidos por una Batería de Baños **BB1**, que cuenta con la capacidad de atender esa población estudiantil, de acuerdo con el dimensionamiento derivado del cumplimiento de la NTC4595. Así mismo, se incluyen un par de módulos de espacios administrativos, para resolver necesidades de Oficinas y de Sala de Profesores.

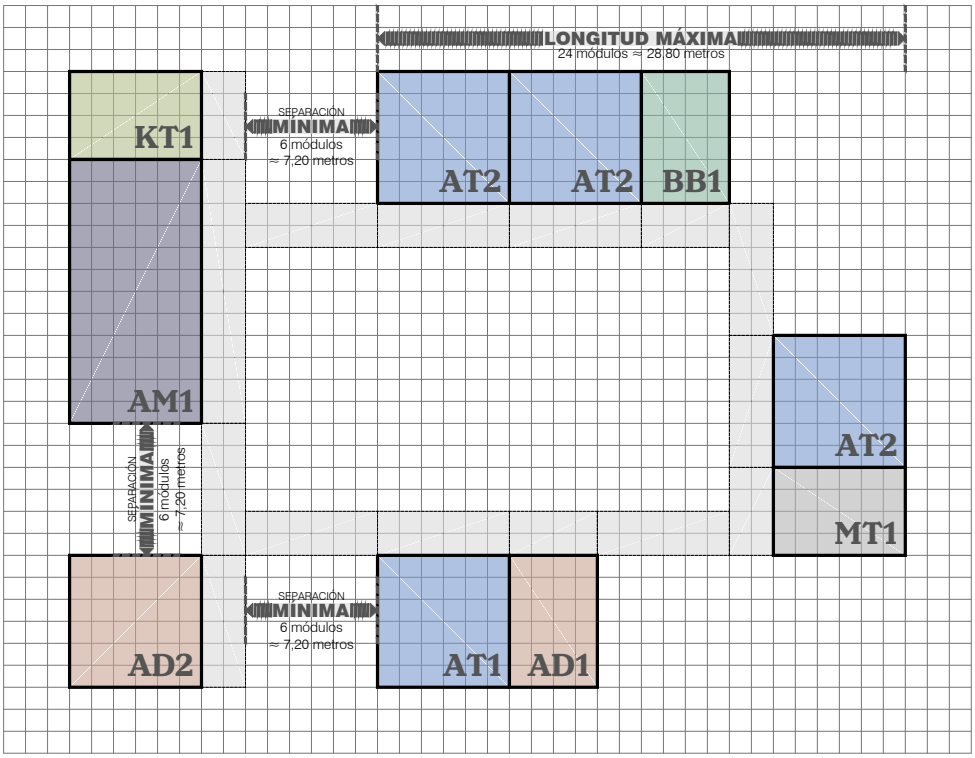
Si bien este es un dimensionamiento puramente indicativo, cumple con los requerimientos normativos de aplicación para el caso. De todas maneras, el programa arquitectónico de cada

intervención particular deberá ser validado de acuerdo con los requerimientos específicos de cada institución educativa.

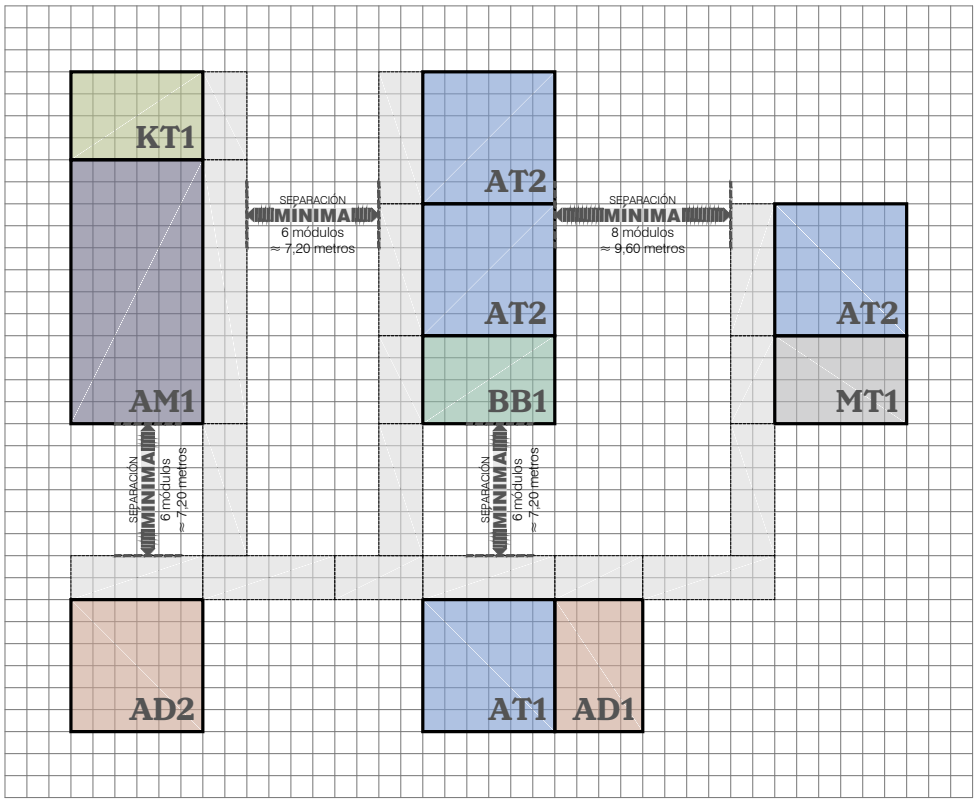
A partir de este dimensionamiento e identificación de tipos de módulo, se muestran a continuación tres ejemplos de esquemas de implantación, siguiendo todos los lineamientos del sistema, en los distintos tipos de composición:



Composición Lineal



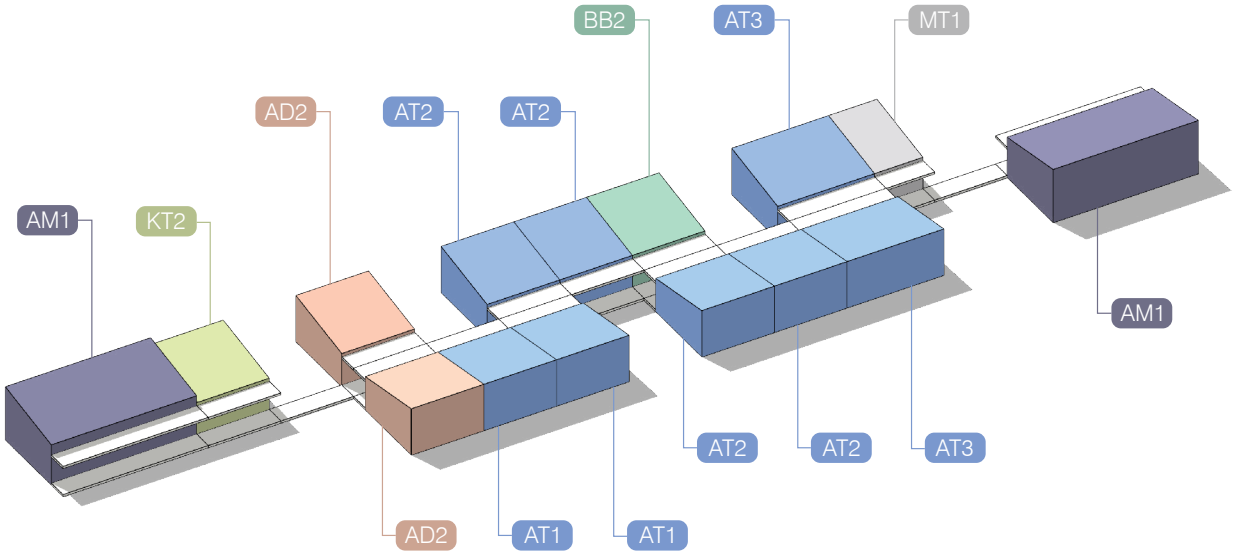
Composición Distribuida



Composición Ramificada

Programa Tipo 2 - Institución Educativa **240 estudiantes**

CÓDIGO	MÓDULO	ÁREA NETA PROGRAMA	ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL x MÓDULO	CANTIDAD MÓDULOS	TOTAL ÁREA PROGRAMA	TOTAL ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL
AT1	Aula Tipo A - Preescolar (con baño)	54.03 m^2	16.78 m^2	70.81 m^2	2	108.06 m^2	33.56 m^2	141.62 m^2
AT2	Aula Tipo B - Multigrado Básica / Media	52.92 m^2	17.88 m^2	70.80 m^2	4	211.68 m^2	71.52 m^2	238.20 m^2
AT3	Aula Tipo C - Básica / Media / Superior	70.32 m^2	23.76 m^2	94.08 m^2	2	140.64 m^2	47.52 m^2	188.16 m^2
BB2	Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 2	56.58 m^2	14.23 m^2	70.81 m^2	1	56.58 m^2	14.23 m^2	70.81 m^2
KT2	Cocina Tipo 2 - 80 Servicios	56.72 m^2	14.09 m^2	70.81 m^2	1	56.72 m^2	14.09 m^2	70.81 m^2
AD2	Administración Tipo 2	54.03m^2	16.78 m^2	70.81 m^2	2	108.06 m^2	33.56 m^2	141.62 m^2
AM1	Aula Múltiple	109.45 m^2	31.20 m^2	140.65 m^2	2	218.90 m^2	62.40 m^2	281.30 m^2
MT1	Módulo Técnico	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2	1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2
			TOTAL MÓDULOS		15			
			TOTAL ÁREA PROGRAMA			937.27 m^2		
			TOTAL ÁREA CIRCULACIONES				287.78 m^2	
			GRAN TOTAL ÁREA					**1225.05 m^2**
			ÁREA POR ESTUDIANTE					5.10 m^2

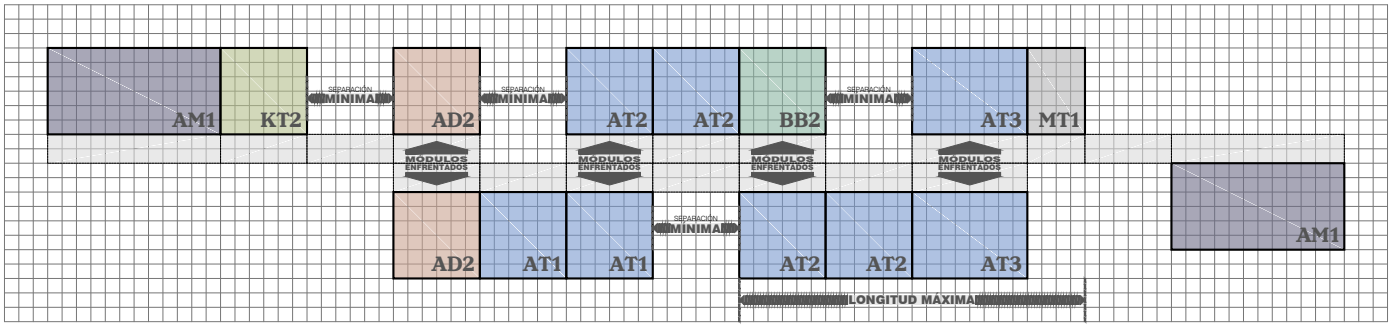


Ejemplo de agrupación de 15 módulos para 240 estudiantes - Composición Lineal

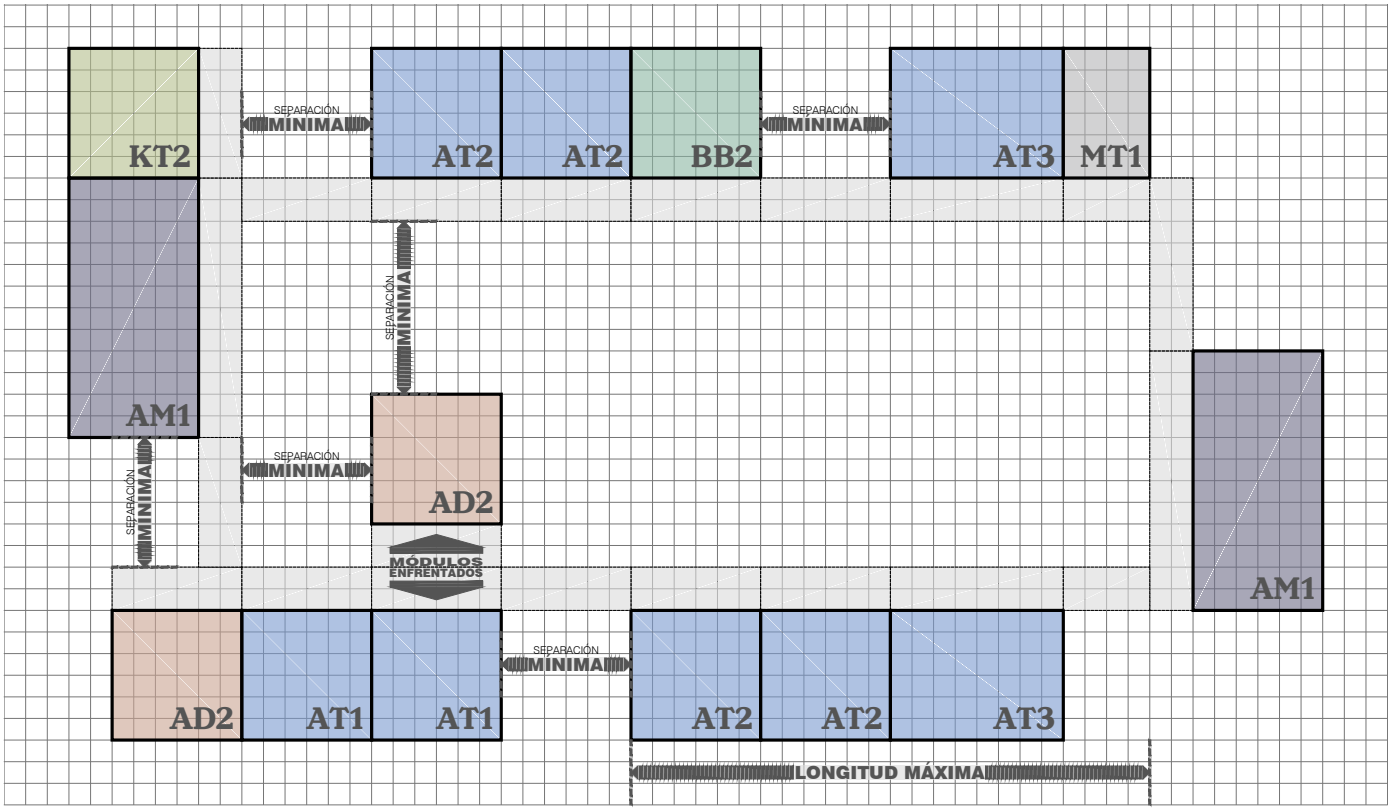
De acuerdo con este dimensionamiento, la solución para el programa arquitectónico de una Institución Educativa para 240 estudiantes puede darse a partir del uso de 15 módulos de los Sistemas Modulares, que incluyen 2 Aulas para Preescolar, 4 Aulas Multigrado, 2 Aulas **AT3** (con mayor capacidad) y dos Aulas Múltiples: una que puede servir como Comedor, con su módulo de Cocina adosado, y otra para funcionar como Biblioteca o Ludoteca. Estos espacios están servidos por una Batería de Baños **BB2**, que cuenta con la capacidad de atender esa población estudiantil, de acuerdo con el dimensionamiento derivado del cumplimiento de la NTC4595. Así mismo, se incluyen un par de módulos de espacios administrativos, para resolver necesidades de Oficinas y de Sala de Profesores.

Si bien este es un dimensionamiento puramente indicativo, cumple con los requerimientos normativos de aplicación para el caso. De todas maneras, el programa arquitectónico de cada intervención particular deberá ser validado de acuerdo con los requerimientos específicos de cada institución educativa.

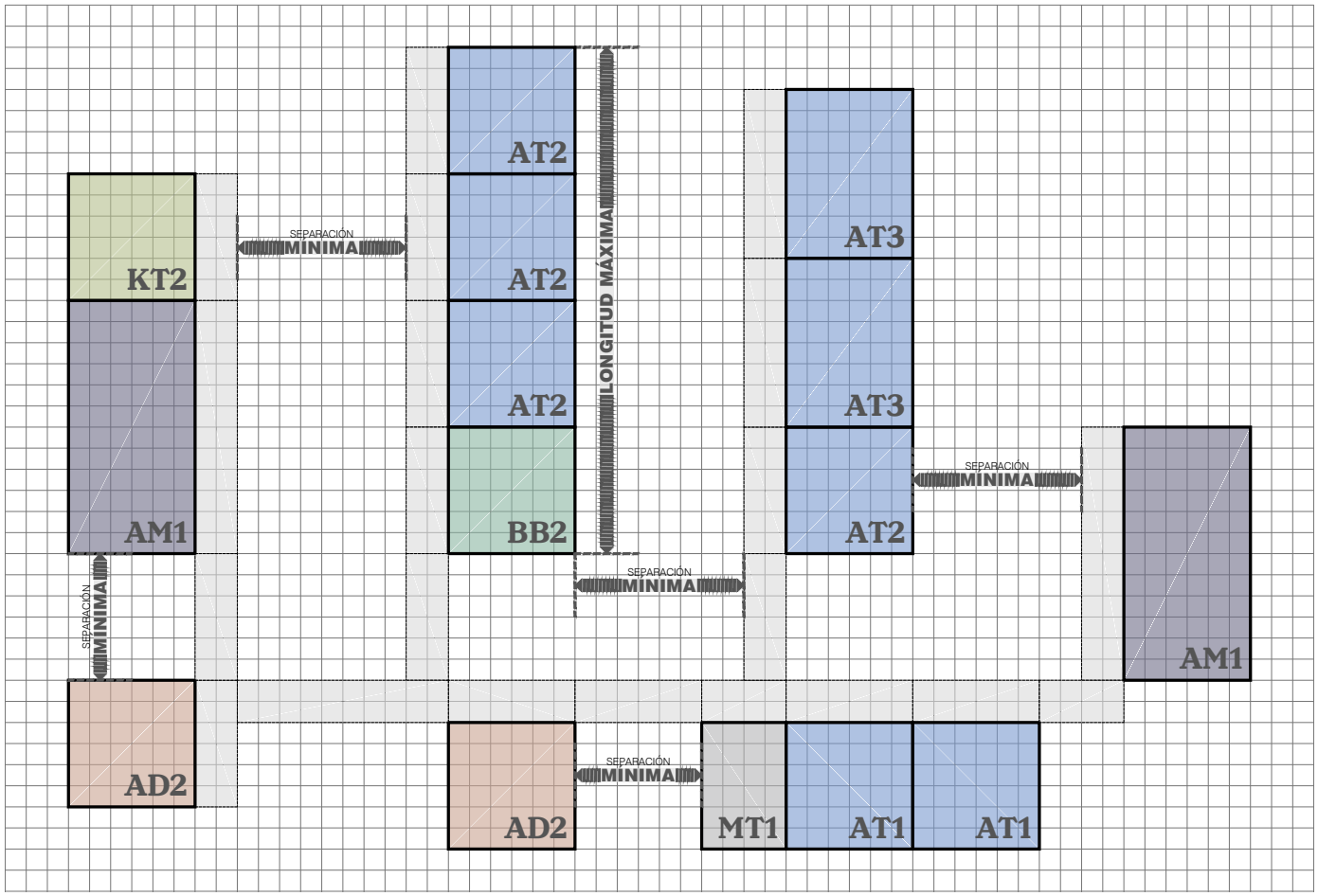
A partir de este dimensionamiento e identificación de tipos de módulo, se muestran a continuación tres ejemplos de esquemas de implantación, siguiendo todos los lineamientos del sistema, en los distintos tipos de composición:



Composición Lineal



Composición Distribuida

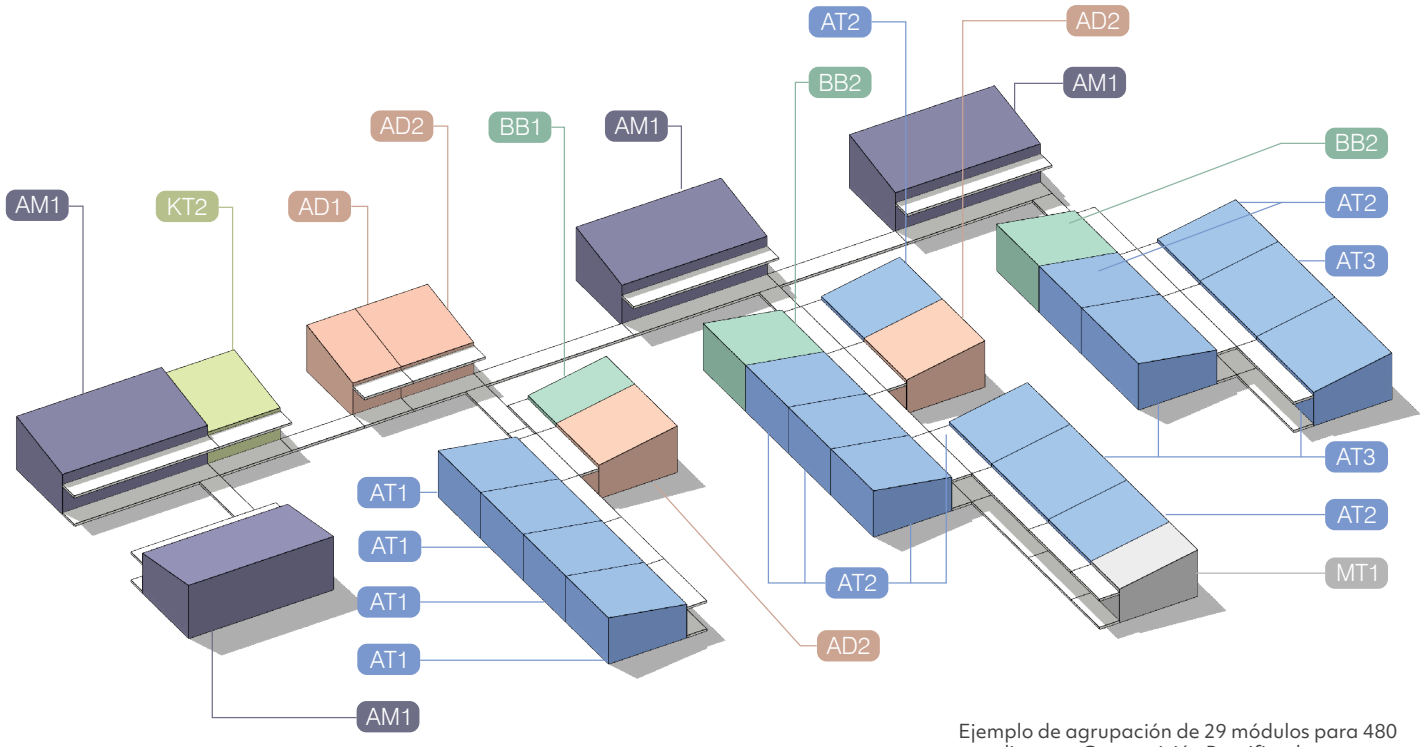


Composición Ramificada

Programa Tipo 3 - Institución Educativa **480 estudiantes**

CÓDIGO	MÓDULO	ÁREA NETA PROGRAMA	ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL x MÓDULO	CANTIDAD MÓDULOS	TOTAL ÁREA PROGRAMA	TOTAL ÁREA CIRCULACIÓN	ÁREA TOTAL
AT1	Aula Tipo A - Preescolar (con baño)	54.03 m^2	16.78 m^2	70.81 m^2	4	216.12 m^2	67.12 m^2	283.24 m^2
AT2	Aula Tipo B - Multigrado Básica / Media	52.92 m^2	17.88 m^2	70.80 m^2	8	423.36 m^2	143.04 m^2	566.40 m^2
AT3	Aula Tipo C - Básica / Media / Superior	70.32 m^2	23.76 m^2	94.08 m^2	4	281.28 m^2	95.04 m^2	376.32 m^2
BB1	Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 1	37.98 m^2	9.55 m^2	47.53 m^2	1	37.98 m^2	9.55 m^2	47.53 m^2
BB2	Batería Baños H/M - Básica / Media / Superior - Tipo 2	56.58 m^2	14.23 m^2	70.81 m^2	2	113.16 m^2	28.46 m^2	141.62 m^2
KT2	Cocina Tipo 2 - 80 Servicios	56.72 m^2	14.09 m^2	70.81 m^2	1	56.72 m^2	14.09 m^2	70.81 m^2
AD1	Administración Tipo 1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2	1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2
AD2	Administración Tipo 2	54.03m^2	16.78 m^2	70.81 m^2	3	162.09 m^2	50.34 m^2	212.43 m^2
AM1	Aula Múltiple	109.45 m^2	31.20 m^2	140.65 m^2	4	437.80 m^2	124.80 m^2	562.60 m^2
MT1	Módulo Técnico	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2	1	36.63 m^2	10.90 m^2	47.53 m^2

TOTAL MÓDULOS	29		
TOTAL ÁREA PROGRAMA		1801.77 m^2	
TOTAL ÁREA CIRCULACIONES			554.24 m^2
GRAN TOTAL ÁREA			**2356.01 m^2**
ÁREA POR ESTUDIANTE			4.91 m^2



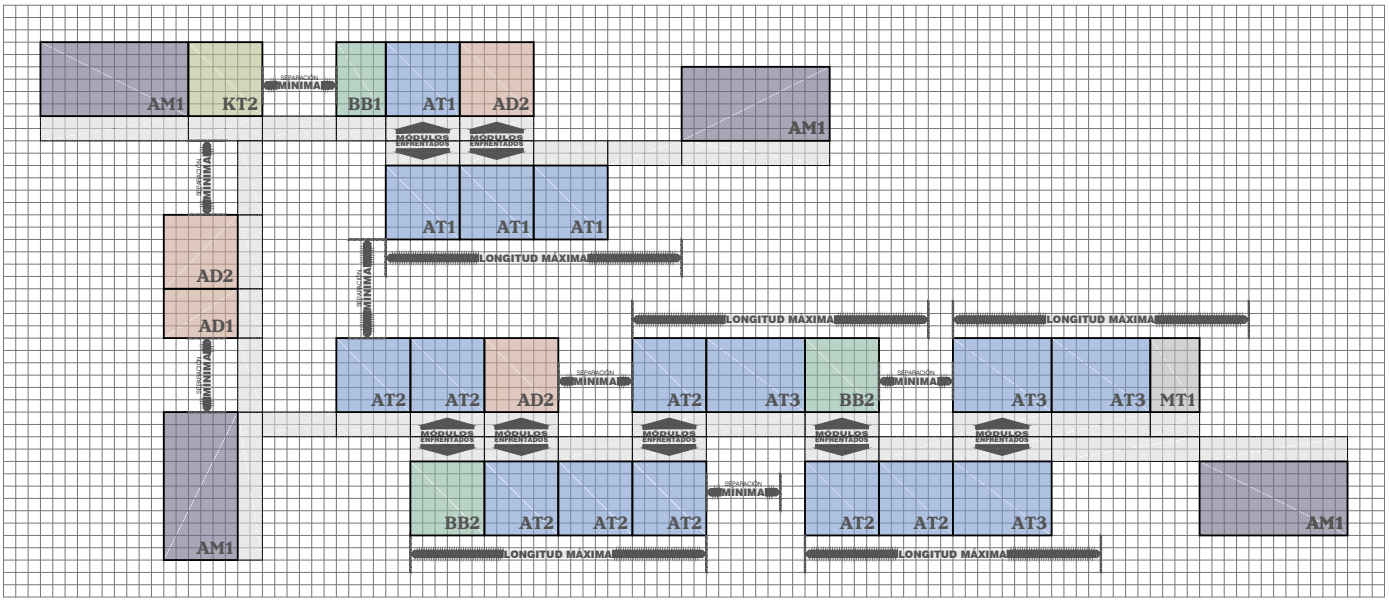
Ejemplo de agrupación de 29 módulos para 480 estudiantes - Composición Ramificada

Para el caso del programa arquitectónico de una Institución Educativa para 480 alumnos, se dimensiona una solución a partir del uso de 29 módulos de los Sistemas Modulares, que incluyen 4 Aulas para Preescolar, 8 Aulas Multigrado, 4 Aulas **AT3** (con mayor capacidad) y 3 Aulas Múltiples: una que puede servir como Comedor, con su módulo de Cocina adosado, y otras dos para funcionar como Biblioteca, Ludoteca o programas adicionales. Estos espacios están servidos por tres Baterías de Baños, que, sumadas, cuentan con la capacidad de atender esa población estudiantil, de acuerdo con el dimensionamiento derivado del cumplimiento de la NTC4595. Así mismo, se incluyen cuatro módulos de Espacios Administrativos, para resolver necesidades de Oficinas y de Salas de Profesores.

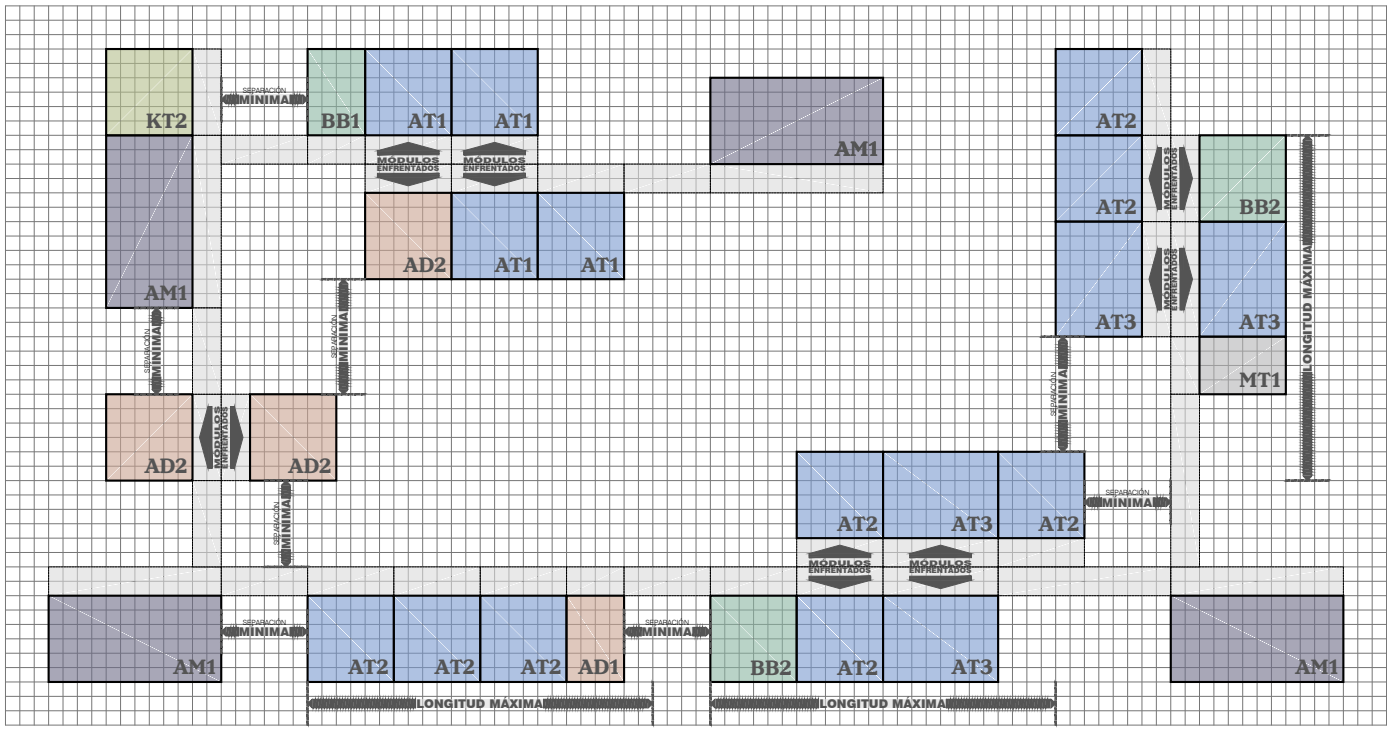
Debe advertirse que, para este caso, existen requerimientos normativos, en cuanto a la capacidad de ciertos espacios (como Cocina, Comedor, Biblioteca y otros), que no quedarían plenamente satisfechos con los módulos disponibles en estos Sistemas Modulares. Por las mismas características intrínsecas de los sistemas, los módulos tienen limitaciones en cuanto a luces estructurales e instalaciones, que se reflejan en unas capacidades máximas, plenamente establecidas en esta Cartilla. La recomendación es que, para programas por encima de los 240 alumnos, debe evaluarse la posibilidad de adelantar diseños específicos para esos espacios en estructuras convencionales, que puedan tener las capacidades apropiadas para cumplir adecuadamente con su función. Así mismo, cuando haya requerimientos de otros espacios complementarios, como Auditorios, Polideportivos o Centros de Recursos, así como Laboratorios muy especializados y con necesidad de instalaciones complejas o robustas, estos deberán ser objeto de estudios y diseños específicos, integrándolos con los módulos.

Así, los Sistemas Modulares pueden interactuar con esas infraestructuras, para entrar a completar y complementar los programas educativos en esquemas “híbridos”. De todas maneras, el programa arquitectónico de cada intervención particular deberá ser validado de acuerdo con los requerimientos específicos de cada institución educativa.

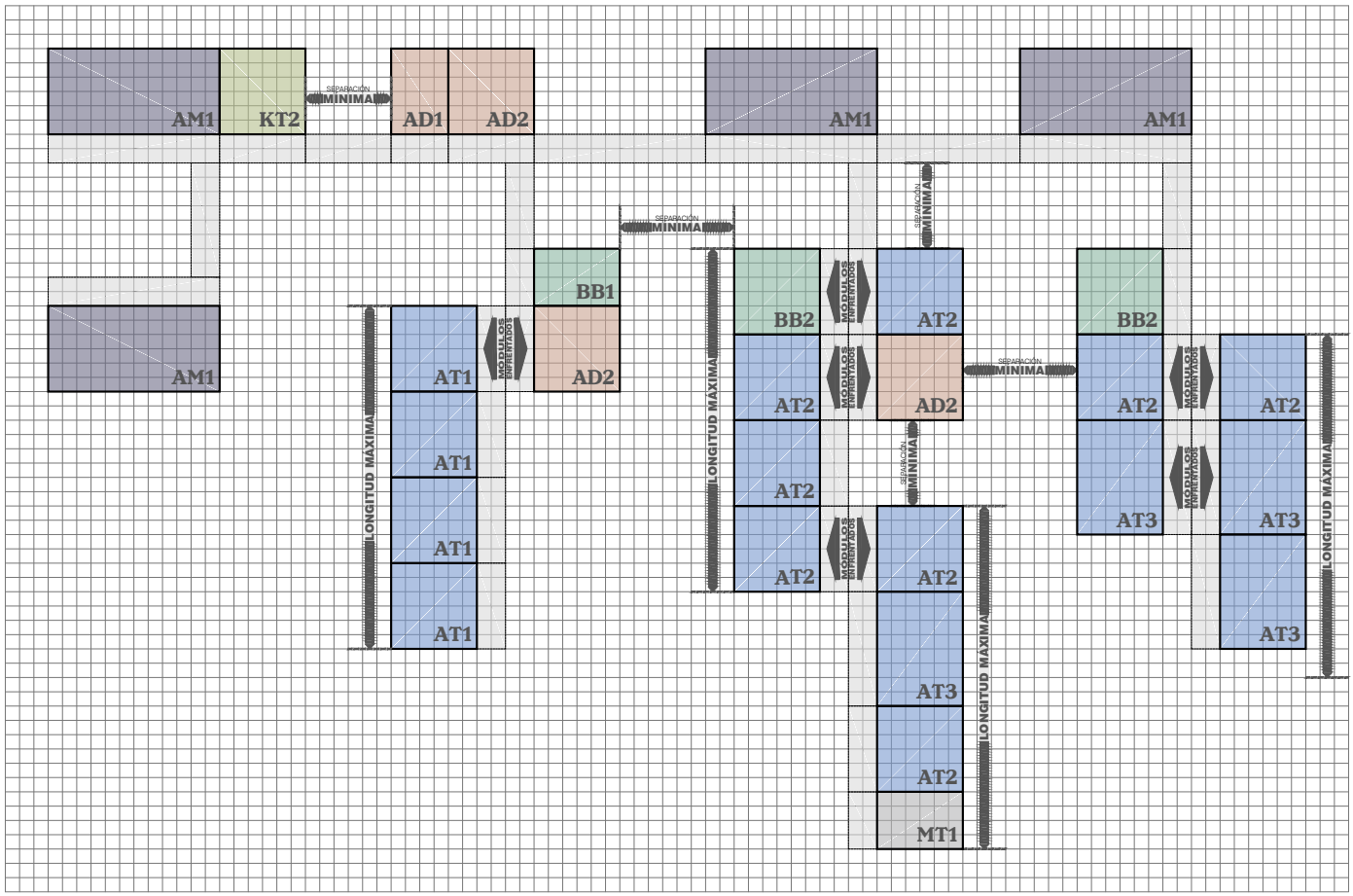
De esta manera, y a partir del dimensionamiento e identificación de tipos de módulo para una Institución Educativa de 480 alumnos, se muestran a continuación tres ejemplos de esquemas de implantación, siguiendo todos los lineamientos del sistema, en los distintos tipos de composición:



Composición Lineal



Composición Distribuida



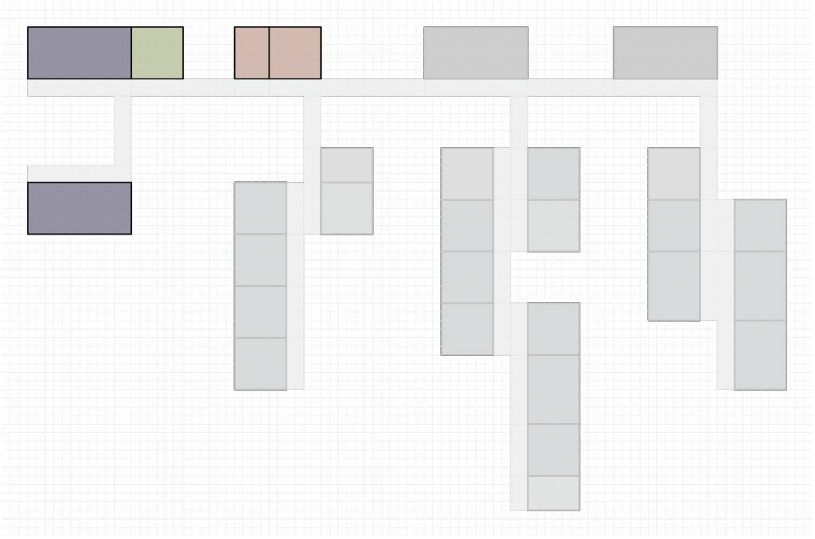
Composición Ramificada

6.4 Criterios de Zonificación

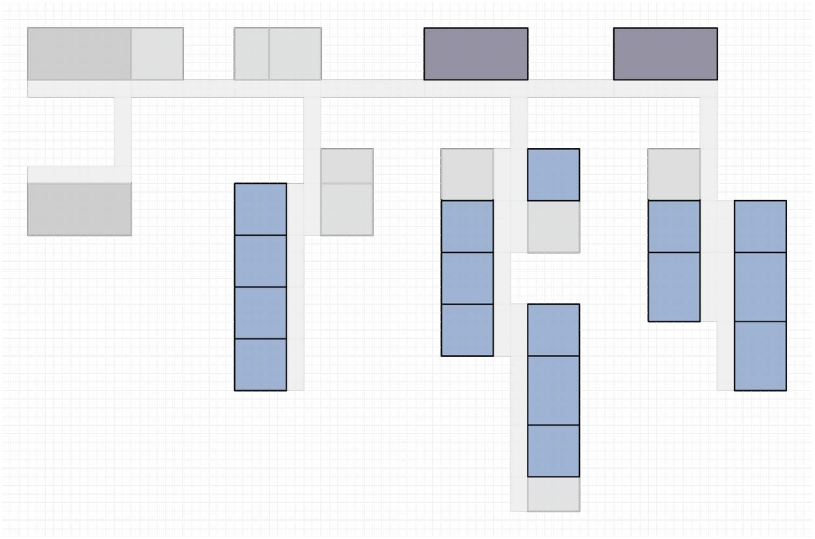
En los anteriores esquemas, además de la aplicación de los lineamientos y reglas de agrupación y adosamiento, se ilustran además varios criterios de zonificación a los cuales es recomendable atender en todo ejercicio de implantación.

Público vs. Privado

- En relación directa con el acceso, y buscando una adecuada relación e interacción con el espacio público adyacente, se disponen módulos **AM**/**KT** – como espacios que pueden ser usados por las comunidades incluso fuera de las horas de actividad académica – y módulos **AD**, para dependencias de atención a público.

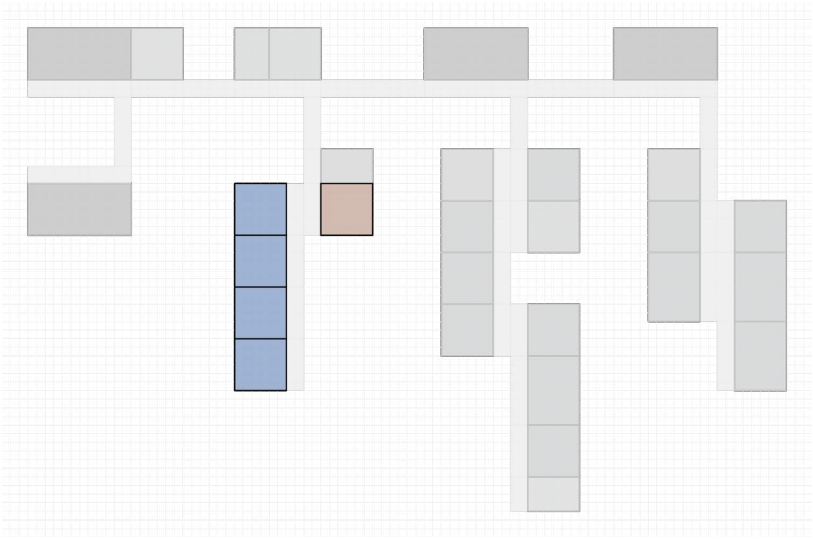


- Hacia el interior del lote, para controlar la relación directa con la actividad exterior, se agrupan los módulos **AT** para configurar las zonas académicas, con módulos **AM** destinados a bibliotecas, talleres, salones múltiples y demás espacios de apoyo.



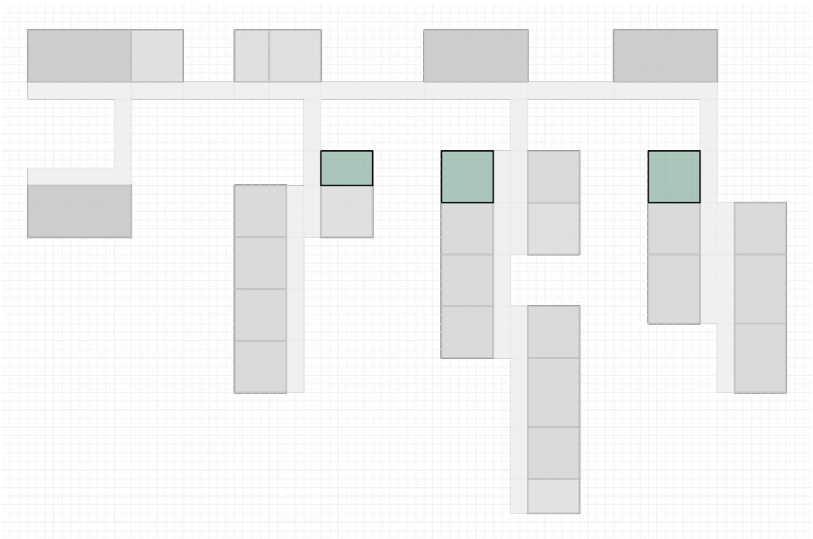
Zonas de Preescolar

- Los módulos **AT1** – Aulas Preescolar – deben estar agrupados entre sí, conformando una zona que pueda funcionar con relativa autonomía del resto de la Institución, y en relación directa con un módulo **AD** para Salón de Profesores. Se recomienda, además, buscar que esa ubicación sea cercana al acceso de la Institución Educativa, o que tenga la posibilidad de un acceso independiente al principal. Así mismo, es recomendable que exista una solución de cerramiento para independizar el funcionamiento del área de Preescolar respecto al resto de la institución.



Servicios Sanitarios

- Los módulos **BB** – Baterías de Baños – deben localizarse de manera estratégica, distribuidos en las distintas zonas académicas, para servir adecuadamente las zonas de aulas. Debe atenderse al lineamiento de la NTC4595 – ningún puesto de trabajo podrá estar a más de 50m del baño más cercano.



6.5 Variaciones en Módulos

Los módulos funcionales están concebidos como unidades estandarizadas y típicas, que tienen totalmente resuelto su diseño arquitectónico, estructural y técnico, y que –teóricamente– podrían funcionar de manera totalmente autónoma. Sin embargo, dadas las características de los Sistemas Modulares y su destinación a dar solución a necesidades de infraestructura educativa, es evidente que en la gran mayoría de los casos, los módulos harán parte de conjuntos y agrupaciones, con infinidad de posibilidades de configuración. Es decir: cada módulo funcional, si bien está diseñado como una unidad autónoma, está destinado a ser una parte de un todo.

Como se ha visto a lo largo del presente capítulo, los lineamientos de implantación que se han establecido definen claramente cómo los módulos funcionales pueden agruparse y adosarse para generar conjuntos. De esas posibles formas de interacción entre módulos vecinos, se derivan algunas variaciones menores al esquema estandarizado de diseño de cada módulo, necesarias para resolver adecuadamente los empates entre uno y otro. De acuerdo con las características de cada Sistema Modular, estas variaciones tendrán que ver con temas en cubierta y/o de ajustes en las circulaciones, de manera que se resuelvan adecuadamente los empates, juntas, remates y demás elementos arquitectónicos que sirven de articulación entre módulos.

Dado que estas variaciones implican algunas diferencias menores en diseño –que a su vez se reflejan en ajustes de ítems y cantidades–, y para poder tener un control sobre éstas al momento de generar implantaciones con los Sistemas Modulares, hemos establecido herramientas para identificar muy fácilmente las posibles variaciones, de acuerdo con la situación de cada uno de los módulos que hacen parte de un conjunto, y que actualizan y ajustan la información de una manera interactiva. Tanto en los modelos tridimensionales Revit como en las tablas de Inventario de Piezas se incorporan estas herramientas, cuya lógica de funcionamiento se describe a continuación:

Localización dentro de Fila

El primer conjunto de posibles variaciones en los módulos por efecto de su ubicación relativa respecto a otros módulos adyacentes tiene que ver con su localización dentro de una fila de módulos. Esto determina diferencias en cuanto a las características de la cubierta principal, especialmente para los Sistemas Modulares que contemplan voladizos laterales en su diseño – y que solo aplicarán a los módulos finales de una fila, no a los intermedios. Así, y en general, un módulo cualquiera tendrá hasta 4 posibilidades de localización dentro de una fila:

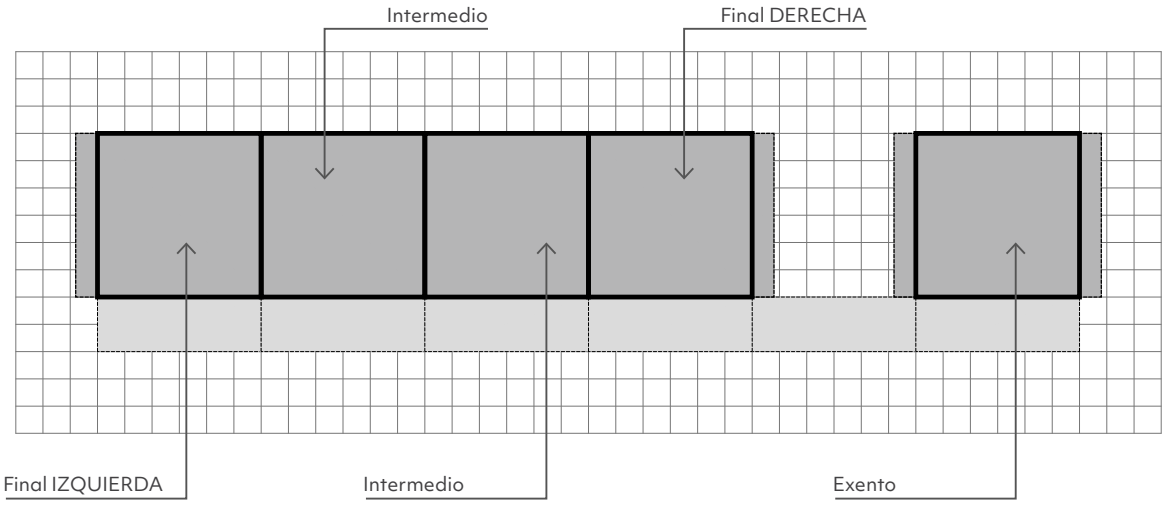
- Intermedio: Cuando el módulo está “entre medianeras”, con vecinos adosados por sus dos fachadas laterales.

- Final IZQUIERDA: Cuando el módulo es pieza final de una fila a su extremo izquierdo, es decir, se encuentra adosado a otro módulo por su fachada lateral derecha, mientras que su fachada lateral izquierda está libre (para definir la lateralidad, siempre se toma como referencia una orientación del módulo en planta en la cual la circulación se encuentra ubicada hacia abajo).

- Final DERECHA: Cuando el módulo es pieza final de una fila a su extremo derecho, es decir, se encuentra adosado a otro módulo por su fachada lateral izquierda, mientras que su fachada lateral derecha está libre.

- Exento: Cuando el módulo no es parte de una fila y no tiene otros módulos adosados a ninguna de sus fachadas laterales.

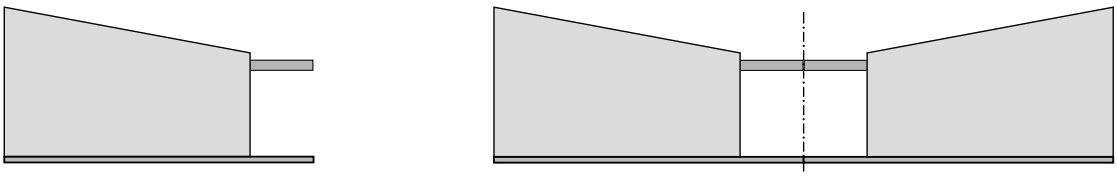
A continuación, se muestran en un esquema estas cuatro posibles localizaciones.



Localización dentro de Fila

Módulo enfrentado en Doble Crujía:

Por otro lado, y como ya se vio, algunos tipos de módulo admiten adosamientos por el costado de la circulación, para generar circulaciones “duplicadas” que funcionan como dobles crujías. Al estar adosados dos módulos por ese costado, serán necesarias variaciones en la cubierta de la circulación y/o en la circulación misma (como piezas adicionales, o barandas que se eliminan, dependiendo de las características de cada Sistema Modular). En los siguientes esquemas se muestran gráficamente las dos posibilidades:



Módulo en Crujía Sencilla

Módulos enfrentados en Doble Crujía

Variaciones Funcionales (por programa):

Finalmente, algunos tipos de módulo tienen previstas variaciones menores en su interior, para adaptarse y albergar distintos programas. Esto solo se presenta para los módulos tipo **AM** y **AD**.

No todos los módulos contemplan todas las posibles variaciones, pues los lineamientos de adosamiento y agrupación establecen ciertas restricciones en las posibilidades de cada tipo de módulo para la conformación de conjuntos. Por ejemplo: hay tipos de módulo que solo pueden ser piezas finales de una fila (como el módulo **BB1**, el **AD2**, o el **MT1**), otros que no admiten módulos enfrentados para generar dobles crujías (como el módulo **AM1** y las cocinas), y, como ya se mencionó, solo algunos tipos contemplan variaciones funcionales. Para resumir, en la siguiente matriz se muestran las opciones que aplican, de acuerdo con cada tipo de módulo:

TIPO DE MÓDULO	CÓDIGO	MÓDULO	LOCALIZACIÓN DENTRO DE FILA				MÓDULO ENFRENTADO EN DOBLE CRUJÍA		VARIACIONES FUNCIONALES (POR PROGRAMA)				
AT - Aulas Típicas	AT1	Aula Tipo A	○ Exento	○ Intermedio	○ Final IZQUIERDA	○ Final DERECHA	○ Sí	○ No					
	AT2	Aula Tipo B	○ Exento	○ Intermedio	○ Final IZQUIERDA	○ Final DERECHA	○ Sí	○ No					
	AT3	Aula Tipo C	○ Exento	○ Intermedio	○ Final IZQUIERDA	○ Final DERECHA	○ Sí	○ No					
BB - Batería Baños	BB1	Batería Baños H/M - Tipo 1			○ Final IZQUIERDA	○ Final DERECHA	○ Sí	○ No					
	BB2	Batería Baños H/M - Tipo 2			○ Final IZQUIERDA	○ Final DERECHA	○ Sí	○ No					
KT - Cocinas	KT1	Cocina Tipo 1	○ Exento			○ Final DERECHA							
	KT2	Cocina Tipo 2	○ Exento			○ Final DERECHA							
AD - Administración	AD1	Administración Tipo 1			SIEMPRE Final IZQUIERDA		○ Sí	○ No	○ V1 - Oficinas	○ V2 - Profesores	○ V3 - Servicios Generales		
	AD2	Administración Tipo 2	○ Exento			○ Final DERECHA	○ Sí	○ No	○ V1 - Oficinas	○ V2 - Profesores			
AM - Aulas Múltiples	AM1	Aula Múltiple	○ Exento		○ Final IZQUIERDA				○ V1 - Aula Múltiple - Ludoteca	○ V2 - Comedor	○ V3 - Biblioteca - Taler	○ V4 - Cobertizo	
MT - Módulo Técnico	MT1	Módulo Técnico				SIEMPRE Final DERECHA	○ Sí	○ No					

Matriz Variaciones por Tipo de Módulo

Dentro de los modelos *Revit* para cada uno de los módulos, como se explicará más adelante, se han configurado Opciones de Diseño que se corresponden con estas variaciones, tal como están designadas en la matriz anterior. Así mismo, los archivos de *Excel* del Inventario de Piezas, elaborados para cada uno de los tipos de módulo en todos los Sistemas Modulares, están programados para que, a partir del diligenciamiento de las variaciones que aplican en cada caso, se ajusten las cantidades de manera interactiva. Como ejemplo, se muestra a continuación el Cuadro de Variaciones diligenciado para un Módulo AT2 que es pieza final izquierda de una fila, y que no tiene módulo enfrentado por la circulación - la cual, por tanto, funciona en crujía sencilla:

LOCALIZACIÓN DENTRO DE FILA			
○ Exento	○ Intermedio	◉ Final IZQUIERDA	○ Final DERECHA

MÓDULO ENFRENTADO EN DOBLE CRUJÍA	
○ SÍ	◉ No

KIT BÁSICO	KIT CUBIERTA CONFINADA (NO VOL)	KIT CUBIERTA VOL - IZQ	KIT CUBIERTA VOL - DER	KIT CUBIERTA VOL - DOBLE	KIT CUBIERTA CIRCULACIÓN ESTÁNDAR	KIT CUBIERTA CIRCULACIÓN DOBLEC
SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	NO

Ejemplo - Cuadro de Variaciones de un Módulo

Como se ve en el ejemplo, en el cuadro pueden seleccionarse las opciones que correspondan a la localización de cada módulo, lo cual activa o desactiva la inclusión de paquetes de ítems denominados “KITS”, y que para este ejemplo, se describen a continuación:

- KIT BÁSICO: Ítems que siempre aplican y que no dependen de la localización del módulo, como cimentación, estructura del cuerpo del módulo, pisos, etc.

- KIT CUBIERTA CONFINADA (NO VOL): Ítems que aplican al módulo cuando está localizado en un punto intermedio de una fila – es decir, tienen módulos vecinos A AMBOS COSTADOS y por lo tanto la cubierta está confinada, no hay voladizos laterales. Así, incluirá la estructura de cubierta sin voladizos, con sus correspondientes áreas y módulos de teja según corresponda.

- KIT CUBIERTA VOL – IZQ: Ítems que aplican al módulo cuando está localizado al final de una fila, en el costado izquierdo – es decir, tiene un módulo vecino adosado

por su costado derecho, y la fachada del costado izquierdo está libre (y por tanto tiene voladizo hacia ese lado, cuando el Sistema Modular contempla voladizos laterales). Así, incluirá la estructura de cubierta con voladizo lateral hacia la izquierda, con sus correspondientes áreas y módulos de teja según corresponda.

- KIT CUBIERTA VOL – DER: Ítems que aplican al módulo cuando está localizado al final de una fila, en el costado derecho – es decir, tiene un módulo vecino adosado por su costado izquierdo, y la fachada del costado derecho está libre (y por tanto tiene voladizo hacia ese lado, cuando el Sistema Modular contempla voladizos laterales). Así, incluirá la estructura de cubierta con voladizo lateral hacia la derecha, con sus correspondientes áreas y módulos de teja según corresponda.

- KIT CUBIERTA VOL – DOBLE: Ítems que aplican al módulo cuando está exento – es decir, no tiene módulos vecinos, y ambas fachadas laterales están libres (y por tanto tiene voladizos hacia ambos lados, cuando el Sistema Modular contempla voladizos laterales). Así, incluirá la estructura de cubierta con voladizo hacia ambos lados, con sus correspondientes áreas y módulos de teja según corresponda.

- KIT CUBIERTA CIRCULACIÓN ESTÁNDAR: Ítems que aplican al módulo cuando no tiene otro módulo enfrentado por la circulación – es decir, la circulación es sencilla, la estándar del módulo, y por tanto puede contemplar barandas y/o voladizo sobre ese costado (dependiendo de las características de cada Sistema Modular).

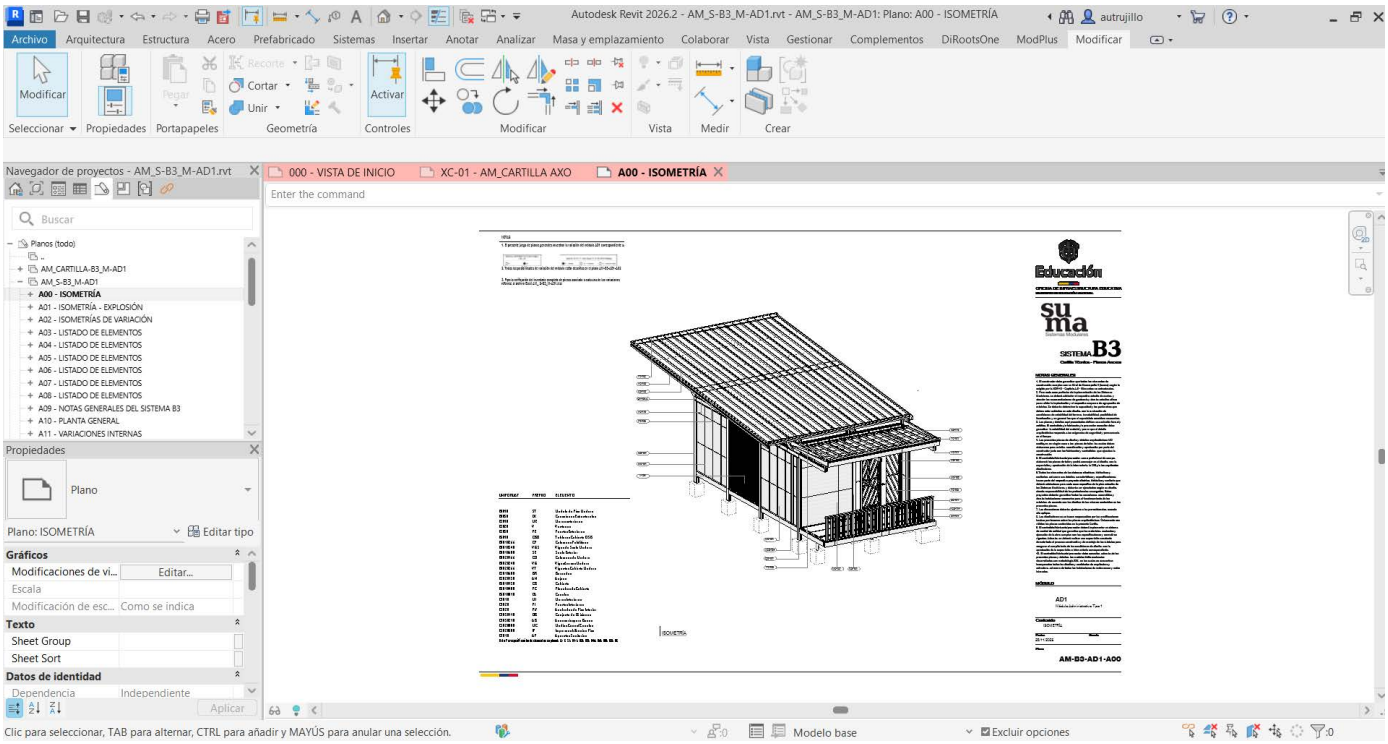
- KIT CUBIERTA CIRCULACIÓN DOBLEC: Ítems que aplican al módulo cuando tiene otro módulo enfrentado por la circulación – es decir, la circulación es doble, sumando dos circulaciones estándar y funcionando en doble crujía, y por tanto no contempla barandas y se resuelve el adosamiento en cubierta para esa circulación doble (dependiendo de las características de cada Sistema Modular).

Así, la formulación del archivo *Excel* mostrará en color verde los KITS que aplican de acuerdo con las opciones seleccionadas, e incluirá en el total de cantidades los ítems que correspondan, ajustándose de manera interactiva al modificar la selección. Con esta misma lógica, tanto los archivos de *Excel* como los modelos *Revit*, para cada módulo y en todos los Sistemas Modulares, tienen incluidas las opciones que aplican en cada caso, para facilitar la identificación y cuantificación de las distintas variaciones posibles en cada tipo de módulo.

6.6 Uso de los Modelos *Revit* **suma** | Sistemas Modulares

Los Modelos *Revit* del proyecto **suma** | Sistemas Modulares han sido concebidos como la herramienta central para comprender, activar, documentar y cuantificar todos y cada uno de los módulos funcionales que componen los distintos Sistemas, además de las distintas variaciones y configuraciones que puede adoptar cada uno de ellos. Así, la estructura del modelo permite representar, dentro de un único archivo, tanto el módulo tipo como las variaciones derivadas de las condiciones reales de implantación, sin duplicar modelos ni generar versiones paralelas.

Esta capacidad se consigue a partir de una organización clara y consistente del archivo, basada en dos conceptos fundamentales: el Modelo Base o “KIT BÁSICO”, que reúne los elementos comunes e invariables de cada módulo, y los conjuntos de “Opciones de Diseño”, que permiten activar los KITS, o variaciones asociadas a la localización del módulo dentro de una fila, la configuración de circulación (crujía estándar o doble) y las Variaciones Funcionales por programa. Esta misma lógica gobierna los sistemas de control y cuantificación del proyecto (archivos *Excel* – Inventario de Piezas), garantizando coherencia entre representación gráfica y documentación técnica.



Vista Archivo .rvt de un Modelo *Revit* suma

El Modelo Base: la columna vertebral del archivo

Todo modelo *Revit* del proyecto **suma** parte de un Modelo Base, que corresponde al llamado KIT BÁSICO descrito en el numeral 6.5. Este modelo no representa una variación específica del módulo, sino que constituye la base común y permanente sobre la cual se construyen todas las configuraciones posibles del mismo. Incluye la estructura esencial, compuesta por la cimentación, el entrepiso, la estructura de cubierta y el cerramiento principal, así como la modulación general, las dimensiones fijas y todos los elementos que permanecen constantes, independientemente de la ubicación del módulo dentro de una fila o de su programa interno. Desde el punto de vista del funcionamiento del software, *Revit* exige que todas las Opciones de Diseño se apoyen en un conjunto común de elementos fijos. Por esta razón, el Modelo Base no debe entenderse como una "versión" alternativa del módulo, sino como la configuración común de referencia sobre la cual se activan y comparan las distintas variaciones. Todas las vistas, planos y tablas del modelo se construyen a partir de esta base, garantizando coherencia entre geometría, documentación y cantidades.

Metodológicamente, pues, este Modelo Base corresponde de manera estricta al KIT BÁSICO en los sistemas de control y cuantificación establecidos en el Inventario de Piezas: el conjunto de elementos que siempre aplican, independientemente de la localización, el tipo de adosamiento o la modalidad de circulación seleccionadas. Esta coincidencia conceptual asegura una base común entre los modelos *Revit* y las herramientas de cuantificación y control del proyecto.

Las variaciones del módulo y su gestión en *Revit*

Como se vio en el numeral anterior, las variaciones de los módulos en el proyecto **suma** permiten que un mismo módulo adopte distintas configuraciones, de acuerdo con su posición dentro de una agrupación, la necesidad de circulación o su programa funcional. Estas variaciones no se resuelven mediante archivos independientes: se gestionan íntegramente dentro de un mismo archivo Revit, mediante el uso de las Opciones de Diseño.

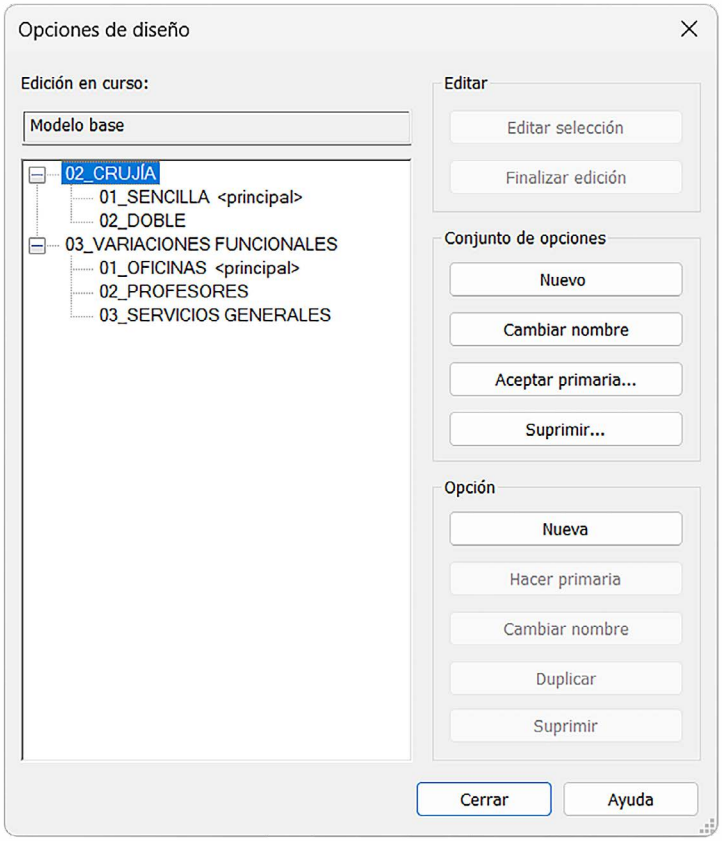
El uso de Opciones de Diseño responde a una lógica de control y trazabilidad: permite representar todas las condiciones reales de implantación sin alterar el Modelo Base, sin perder coherencia gráfica y sin comprometer la consistencia de las tablas de cantidades.

Organización de las variaciones dentro del archivo

Así, las Opciones de Diseño dentro de los modelos *Revit* del proyecto se organizan en tres conjuntos claramente diferenciados, cada uno asociado a un tipo específico de decisión de proyecto y alineados con las Variaciones en Módulos descritas en el numeral 6.5, así:

- Variaciones por localización: Corresponden a la posición del módulo dentro de una fila y controlan la configuración de la cubierta principal. Estas opciones permiten definir si el módulo se comporta como intermedio, como extremo de fila o como módulo exento, ajustando en consecuencia los voladizos, remates y condiciones de confinamiento de la cubierta.

- Variaciones por crujía o circulación: Definen la relación del módulo con los corredores y circulaciones del conjunto. Estas opciones determinan si el módulo se asocia a una circulación de crujía estandar o crujía doble, lo cual afecta elementos como cubiertas de circulación, barandas y piezas de unión entre módulos.



Cuadro de Diálogo *Revit* "Opciones de Diseño"

- Variaciones Funcionales: Modifican únicamente la distribución interior del módulo, para responder a distintos programas funcionales: por ejemplo, en los módulos AD y sus variaciones, tales como oficinas, servicios generales o salas de profesores. Estas variaciones no alteran la estructura esencial ni la implantación del módulo, y se concentran exclusivamente en cerramientos internos, carpinterías y equipamientos.

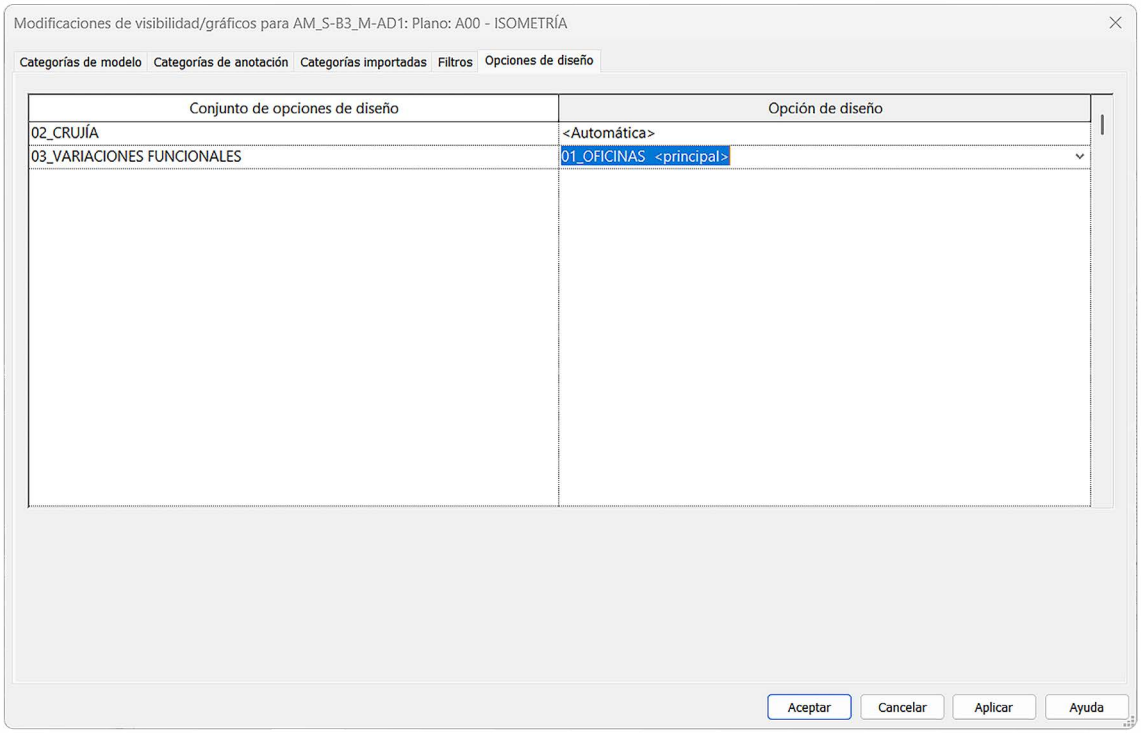
La configuración final del módulo es siempre el resultado de la combinación de estas decisiones independientes, y cada tipo de módulo tendrá activadas en su Cuadro de Variaciones las opciones correspondientes, de acuerdo con las alternativas de implantación y programa permitidas dentro de los Lineamientos de Implantación descritos en este capítulo (ver Matriz página 76).

Variaciones completas como configuraciones predefinidas

Para facilitar la lectura del modelo, la documentación y la cuantificación, los modelos *Revit*

se representan siempre mediante variaciones completas predefinidas, las cuales describen el módulo tal como se implementa en la práctica. Así, cada variación corresponde a una configuración específica que combina el Modelo Base con una opción determinada de cubierta principal (esto es, un KIT CUBIERTA), una cubierta de circulación (un KIT CUBIERTA CIRCULACIÓN) y, cuando aplica, una variación de programa interno (Variación Funcional). Estas configuraciones se encuentran preconfiguradas dentro del modelo Revit mediante Opciones de Diseño, lo que garantiza que la geometría, las tablas y los planos asociados respondan siempre a combinaciones válidas y coherentes del sistema. El usuario realiza la selección manual de la configuración, pero no requiere modelar ni incorporar elementos nuevos; basta con activar o desactivar las Opciones de Diseño existentes según la necesidad específica del proyecto.

El uso de variaciones completas facilita la revisión tridimensional del módulo final, la generación de planos específicos por configuración, y la lectura directa de cantidades por tipo de módulo, manteniendo coherencia con la lógica de KITS utilizada en los Inventarios de Piezas de cada uno de los Módulos del proyecto.



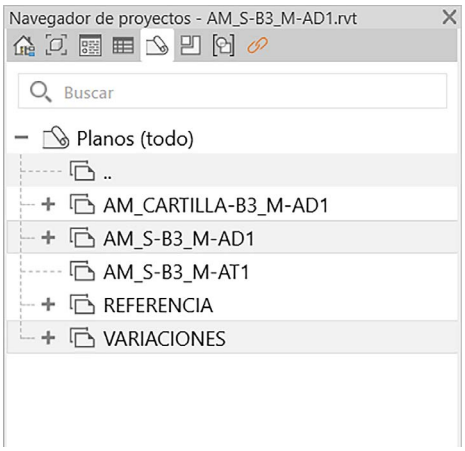
Cuadro de Diálogo Revit "Visibilidad de Opciones de Diseño"

En cada uno de los planos contenidos en los modelos *Revit*, se indica mediante una nota la configuración correspondiente en el Cuadro de Variaciones del módulo, asegurando la trazabilidad entre la vista documentada, la variación activada en el modelo y la información cuantitativa asociada. Sin embargo, para cualquier vista en el modelo es posible cambiar su configuración de Opción de Diseño Visible y Opción de Diseño Activa, para entender fácilmente las diferencias entre una y otra variación.

Variaciones aisladas y documentación específica

Además de las configuraciones completas, el archivo *Revit* incluye un conjunto paralelo de ‘’variaciones aisladas”. Su objetivo es estudiar componentes específicos de manera independiente; por ejemplo, una cubierta principal sin interacción con la circulación, una

cubierta de corredor independiente o una variación interna en particular, permitiendo a cada disciplina analizar su alcance sin interferencias, y manteniendo la misma nomenclatura y criterios de identificación del sistema.



Cuadro de Diálogo Revit "Navegador de Proyectos"

Organización del Navegador de Proyectos y documentación del modelo

Cada modelo *Revit* del proyecto **suma** incluye una Colección de Planos Principal, nombrada con la misma lógica de codificación utilizada para nombrar los archivos en todo el proyecto, y organizada de manera uniforme en el Navegador de Proyectos.

Esta colección incorpora una isometría general y una isometría explotada del módulo, tablas de elementos y cantidades, plantas del Modelo Base, cortes y elevaciones generales, representaciones por variación (con vistas 3D y planos a menor escala), y planos generales por disciplina -estructura, hidrosanitarios y eléctricos-, desarrollados bajo la premisa general del proyecto de tener instalaciones a la vista.

Además, se incluye en cada modelo una Colección de Planos de Variaciones. Estos planos, identificados como "V01", V02", etc., permiten la consulta ágil del conjunto de elementos que componen cada KIT, para cada variación. Se recomienda que todo usuario de los archivos Revit consulte esta Colección de Planos para entender plenamente las variaciones de cada módulo, antes de entrar a revisar parámetros de los elementos o modificar propiedades de las vistas.

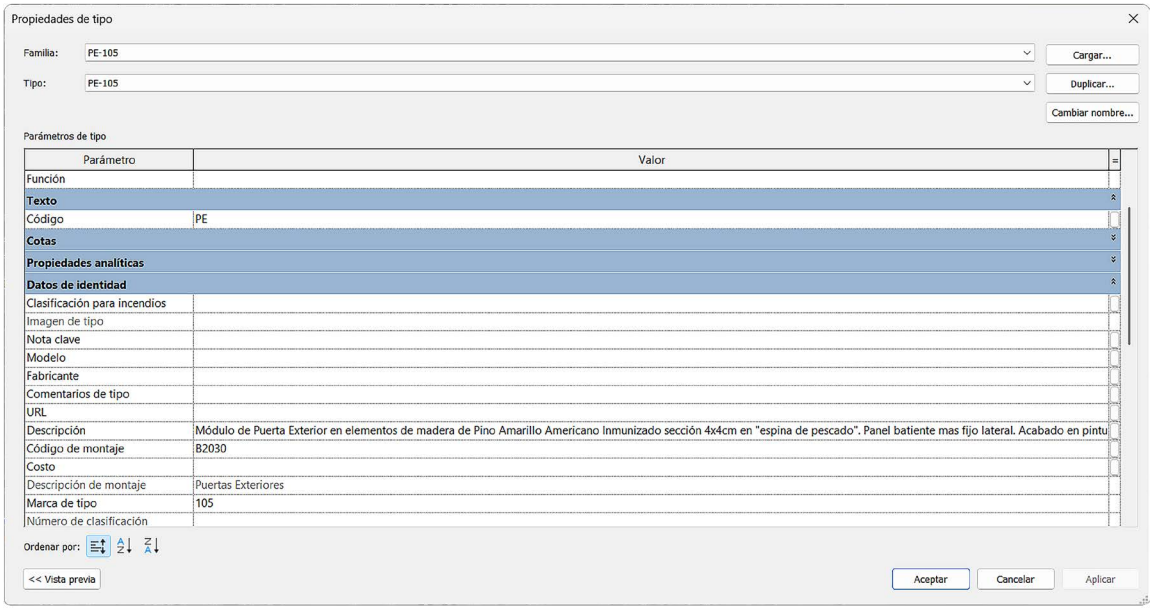
Uso de los Modelos *Revit* **suma** dentro de un proyecto BIM

Los Modelos *Revit* **suma** están concebidos para no ser modificados internamente en cada proyecto de implantación. El flujo recomendado se basa en la ''vinculación de los modelos'' dentro de un entorno de proyecto más amplio.

El proceso inicia con la construcción del modelo BIM del entorno, que incluye topografía, plataformas, accesos, circulaciones, redes, paisajismo y obras civiles. Este modelo actúa como el contexto de implantación. Posteriormente, los Modelos *Revit* **suma** se incorporan mediante ''*Revit Link*'', preservando la estructura de Opciones de Diseño. Desde el modelo del proyecto, cada vista permite seleccionar la variación correspondiente a la localización, la crujía y el programa, garantizando que plantas, cortes, vistas 3D y planos representen fielmente la configuración correspondiente de cada módulo, de acuerdo a cada instancia particular del mismo. Por otro lado, debe tenerse especial cuidado en respetar la separación mínima entre módulos adosados, que depende de cada Sistema y que se especifica en el numeral 1.3.2 de cada una de las respectivas Cartillas Técnicas.

Codificación **suma** y coherencia con los Inventarios de Piezas

La codificación del modelo asegura su correcta interpretación. Cada elemento se clasifica mediante una estructura jerárquica que combina el Código UNIFORMAT (parámetro *Código de Montaje*), el Código **suma** como prefijo de sistema (parámetro de texto *Código*), y un consecutivo que distingue cada tipo de pieza. Este consecutivo se asigna a cada elemento a través del parámetro *Marca de Tipo*, lo que permite una identificación clara y consistente dentro del modelo y en las tablas.



Cuadro de Diálogo Revit
"Propiedades de Tipo"

Adicionalmente, cada elemento cuenta con una descripción detallada, en la cual se especifican las piezas que lo componen y se consigna la información técnica clave necesaria para su correcta lectura, cuantificación y control. Esta información se incluye en el parámetro de tipo *Descripción.* Para el caso de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, se incorpora además una especificación resumida en el parámetro *Comentarios de Tipo* para facilitar la identificación de los elementos en tablas y planos.

Esta codificación permite que las tablas extraídas desde *Revit* mantengan coherencia con los cuadros de inventario y control del proyecto (cuadros *Excel* e inventario general de piezas), asegurando trazabilidad y consistencia a lo largo de todo el proceso de implementación del Sistema.

Relación entre los modelos *Revit* y los cuadros *Excel*: coherencia, validación y control

Las tablas extraídas desde los modelos *Revit* constituyen la fuente primaria de información cuantitativa del proyecto **suma** | Sistemas Modulares. Su estructura responde a la misma lógica de parametrización utilizada en los cuadros *Excel* de inventario y control, en los cuales el usuario define condiciones equivalentes a las variaciones activadas en el modelo, tales como la localización del módulo dentro de la fila, su condición de crujía y su programa funcional.

Esta relación directa se sustenta en la implementación del sistema de variaciones BIM–*Excel*, desarrollado como parte del proceso de coordinación técnica del proyecto y en concordancia con los lineamientos de esta Cartilla de Implementación (ver numeral 6.5 Variaciones en Módulos). En el entorno *Revit*, dichas variaciones se gestionan mediante Opciones de Diseño, que actualizan la geometría visible y los elementos incluidos según las condiciones de configuración del módulo. En paralelo, los archivos *Excel* replican esta lógica mediante cuadros de selección, activando o desactivando los KITS correspondientes, de acuerdo con las mismas decisiones de implantación y/o programa.

La coherencia entre ambos entornos permite diligenciar, verificar y corroborar los cuadros *Excel* a partir de la información obtenida del modelo *Revit*, y viceversa. *Revit* actúa como la referencia geométrica y técnica, mientras que *Excel* funciona como una herramienta de control, síntesis y validación de las cantidades. Cualquier diferencia puede identificarse revisando la variación activada, la configuración del módulo o el KIT asociado, evitando ajustes manuales y reduciendo el riesgo de errores. Este diálogo metodológico asegura que toda la información del proyecto **suma** | Sistemas Modulares sea trazable, verificable y consistente entre modelos BIM, tablas y documentación, condición esencial para los procesos de fabricación, logística y montaje de los proyectos adelantados a partir de la implementación de los Sistemas Modulares.

7. Referentes

7.1 Mejores Prácticas – Ejemplos y Proyectos de Referencia

Además de analizar todos los antecedentes mencionados y de recopilar exhaustivamente la normativa técnica, estándares internacionales y referencias relevantes para el desarrollo de los Sistemas Modulares, se llevó a cabo una búsqueda de proyectos análogos. Estos proyectos destacaban la aplicación de la arquitectura modular para solucionar necesidades específicas de manera ágil y eficiente, sin limitarse necesariamente a usos educativos.

Esta investigación se realizó a nivel nacional e internacional para obtener un panorama amplio de experiencias similares y mejores prácticas. Dichas prácticas se convirtieron en referentes clave para el diseño de los nuevos sistemas. De este proceso, se identificaron aprendizajes significativos, aspectos relevantes y soluciones replicables, los cuales fueron fundamentales para la definición y el desarrollo de los Sistemas Modulares.

La metodología seguida para este trabajo incluyó los siguientes pasos.

- Selección de proyectos: a partir de búsquedas sistemáticas a través de plataformas especializadas en arquitectura, como archdaily.com, architizer.com, designboom.com, deezen.com –entre otras–, se logró identificar una muestra representativa de proyectos arquitectónicos modulares.

- Filtro: De acuerdo con criterios de aplicabilidad, de calidad de los proyectos y de la información disponible, se adelantó un segundo filtro de selección, enfocado a identificar aquellos casos en los cuales se destacaran aspectos como flexibilidad, tiempo de ejecución, sostenibilidad, materialidad y calidad arquitectónica de la solución.

- Análisis y visualización: Sobre los proyectos identificados, se recopilaron y analizaron datos cualitativos y cuantitativos, los cuales fueron sintetizados y tabulados para identificar sus aspectos más relevantes, así como tendencias, fortalezas y debilidades. Esto, con el objeto de visualizar mejores prácticas y sintetizar aprendizajes y recomendaciones que pudieran ser aplicadas en el desarrollo de los Sistemas Modulares.

A continuación, se muestra información básica de los proyectos seleccionados, destacando los aspectos más relevantes para producir recomendaciones y lineamientos aplicados en el desarrollo de los diseños de los Sistemas Modulares:

1. Proyecto **Aula Reubicable | Energy Positive Relocatable Classroom**
   Lugar: Hawái, USA
   Año: 2014

Diseño: Anderson Anderson Architecture
Tiempo de Construcción: Totalmente fabricada en planta.
Flexibilidad: Permite configuración de diferentes tamaños de aula.
Tectónica: Fabricada en planta, se compone de un marco metálico, y un sistema de piso y cubiertas en páneles tipo sándwich de acero y espuma aislante rígida.
Aspectos más destacables:

- Diseñada para conseguir la máxima eficiencia energética en una amplia gama de condiciones climáticas.
- Aprovechamiento de recursos alternativos como energía solar, energía eólica y aprovechamiento de aguas lluvias.
- Optimiza su orientación para aprovechamiento de la radiación solar recibida para generación de energía a partir de páneles fotovoltaicos; así, los acristalamientos se ubican al norte, y el techo está sombreado por los páneles solares, que dejan un espacio entre ellos y el material de cubierta para permitir el paso del aire y mejorar el confort.
- Principales objetivos: rendimiento térmico, de iluminación y acústico.
- Diseñada para minimizar la ganancia de calor y utilizar luz y ventilación natural.
- Superficies, colores, luz y todos los elementos se diseñan no solamente con criterios de funcionalidad, sino también para brindar vitalidad e inspiración creativa.

*** Enlace para consulta:**
https://architizer.com/projects/energy-positive-relocatable-classroom-2/



Captura de pantalla del proyecto *Energy Positive Rekocatable Classroom* publicado en https://architizer.com

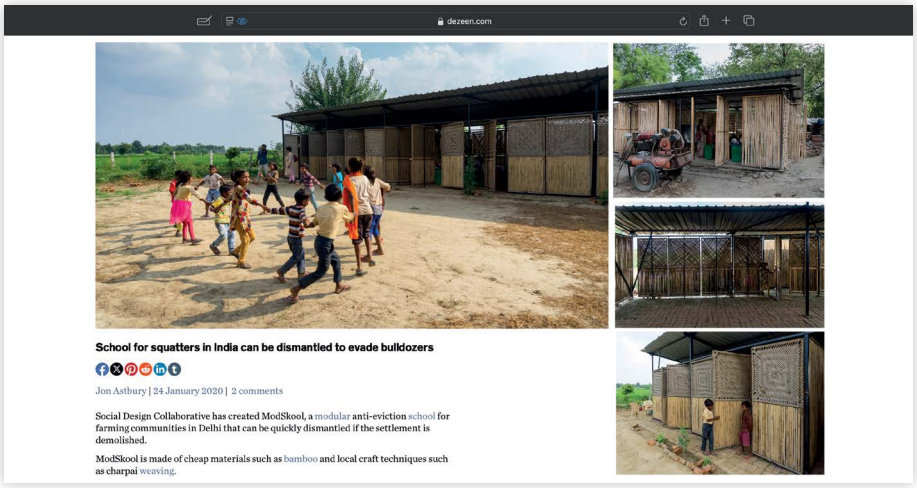
2. Proyecto **ModSkool**

Lugar: Delhi, India
Año: 2020

Diseño: Social Design Collaborative
Tiempo de Construcción: 3 semanas.
Flexibilidad: Permite reubicación con facilidad gracias a su ligereza.
Tectónica: Estructura metálica liviana revestida con bambú, madera reciclada y hierba seca.
Aspectos más destacables:

- Los estudiantes, el personal de la escuela y la comunidad local ayudaron a construir la escuela en menos de tres semanas.
- Se utilizaron técnicas de tejido, con fibras y saberes locales, para fabricar parte de los cerramientos, lo cual ayudó, además, a crear un sentido de pertenencia y orgullo dentro de la comunidad.
- El techo elevado y los paneles giratorios de bambú permiten que el edificio se abra completamente para proporcionar ventilación natural.

*** Enlace para consulta**:
https://www.dezeen.com/2020/01/24/modskool-social-design-collaborative-squatters-india/



Captura de pantalla del proyecto *ModSkool* publicado en https://dezeen.com

3. Proyecto **Módulo de Emergencia Comunitario**

Lugar: Argentina
Año: 2020

Diseño: Universidad de Morón – Facultad de Arquitectura, Diseño, Arte y Urbanismo / Instituto de Investigación en Diseño y Georeferenciación - IGEO
Tiempo de Construcción: Entre 22 y 36 días, dependiendo de la configuración.
Flexibilidad: Pensado para generar respuesta rápida, económica y de fácil montaje. Permite crecer, intercambiar funciones y organizar desde pequeñas salas de atención hasta un entramado de espacios, según las necesidades.
Tectónica: Estructura metálica liviana revestida por paneles compuestos de OSB con núcleo de poliestireno expandido.
Aspectos más destacables:

- Puede tener variaciones para generar vivienda, educación, centros de asistencia o espacios de trabajo.
- Construido con materiales económicos y livianos, posibilitando un proceso de fabricación y montaje muy eficiente. Utilización casi nula de maquinaria y gran sencillez de armado.
- Módulos pensados para ser cargados en un camión, a mano y por pocos operarios.
- Cada módulo se transforma con toberas que ahorran energía, mejorando el ambiente en climas cálidos y reteniendo el calor en épocas frías.
- Captación solar para calentar agua, recolección de aguas lluvias para servicios y ventilación por geotermia.
- Su implantación permite la configuración de patios que ayudan a iluminar y ventilar los espacios, además de sumarles calidad espacial.

*** Enlace para consulta**:
https://www.archdaily.cl/cl/938178/modulo-de-emergencia-comunitario-sistema-modular-de-hospitales-frente-al-covid-19



Captura de pantalla del proyecto *Módulo de Emergencia Comunitario* publicado en https://archdaily.cl

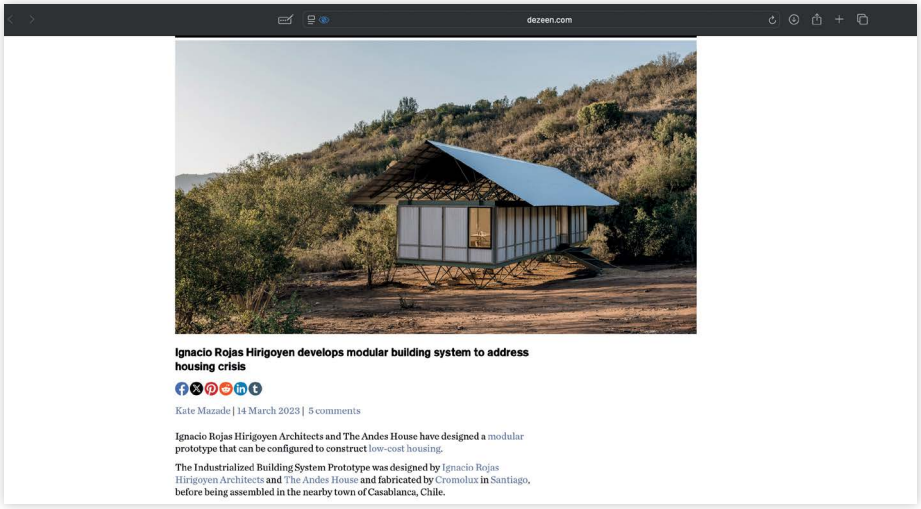
4. Proyecto **Prototipo Modular de Construcción Industrializada**

Lugar: Chile
Año: 2023

Diseño: Ignacio Rojas Hirigoyen Arquitectos / The Andes House
Flexibilidad: La casa prototipo con sus partes puede ser utilizada para diseñar y construir diferentes tipologías como vivienda colectiva, salud, educación y equipamientos diversos.
Tectónica: El sistema constructivo emplea paneles de madera reciclada unidos con herrajes metálicos, creando unidades para muros, pisos y techos sobre una estructura ligera de acero reciclado, antisísmica. Exteriormente, los paneles llevan una barrera de vapor y placas de metal corrugado para ventilación de la fachada.
Aspectos más destacables:

- Una cubierta metálica a dos aguas proporciona amplios aleros, llevando flujo de aire al interior. Así mismo, sirve de soporte a paneles solares y sirve como captador de niebla por condensación.
- La edificación levantada del suelo con apoyos tipo trípode, lo que permite adaptabilidad a diferentes terrenos.
- Acabados interiores en paneles modulados de madera laminada.
- La construcción/ensamblaje en sitio requiere solamente de un equipo de cuatro personas, un camión/grúa y un equipo de herramientas básicas.
- El sistema de paneles solares le permite total autonomía, sin necesidad de conexión a una red principal de suministro. Además, está dotado de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

*** Enlace para consulta**:
https://www.dezeen.com/2023/03/14/ignacio-rojas-hirigoyen-modular-building-global-housing-crisis/



Captura de pantalla del proyecto *Protitipo Modular* publicado en https://dezeen.com

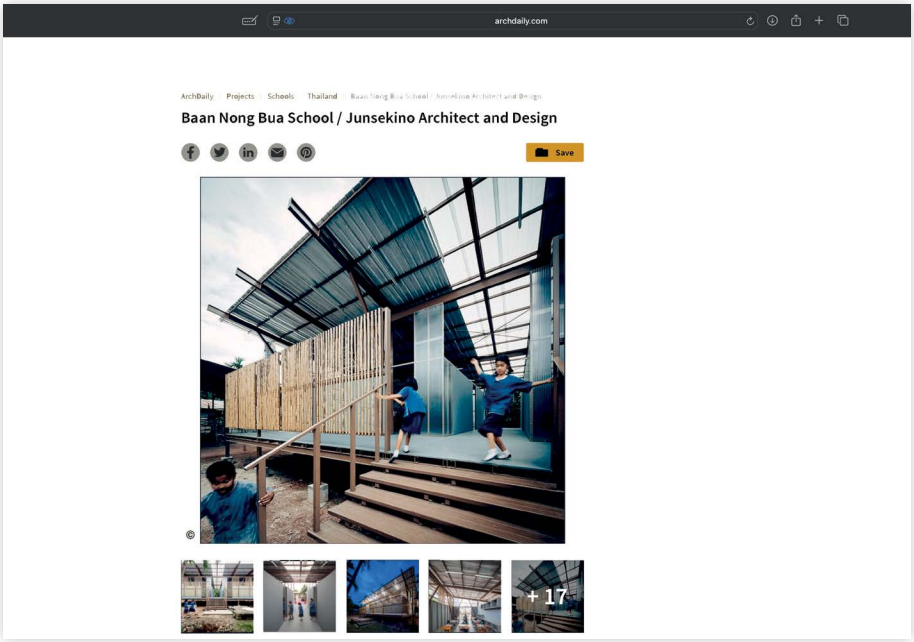
5. Proyecto **Escuela Baan Nong Bua**

Lugar: Chiang Rai, Tailandia
Año: 2015

Diseño: Junsekino Architect and Design
Flexibilidad: Las aulas y espacios interiores son ajustables según las necesidades, permitiendo unir aulas al eliminar muros modulares o subdividir con nuevos paneles y tabiques ligeros, usando materiales como madera, fibrocemento o bambú local.
Tectónica: Estructura en acero, que favorece la absorción de las cargas sísmicas, al ser concebida como una estructura flexible capaz de soportar las vibraciones de un sismo. Paredes y divisiones internas compuestas por un sistema modular de páneles de madera – cemento. Usa, además, elementos de la arquitectura local como el bambú.
Aspectos más destacables:

- El edificio está levantado del suelo, ofreciendo seguridad durante eventuales inundaciones.
- Se retoman elementos de la arquitectura local, como son el uso del bambú y la cubierta elevada –tipo pabellón–, permitiendo que la luz natural penetre a través de las aulas y que el aire circule libremente. Acabados interiores en paneles modulados de madera laminada.
- Aleros muy extendidos que proporcionan protección frente al clima.
- El proyecto involucró directamente a la comunidad en su construcción.

*** Enlace para consulta**:
https://www.archdaily.com/776074/baan-nong-bua-school-junsekino-architect-and-design



Captura de pantalla del proyecto *Escuela Baan Nong Bua* publicado en https://archdaily.com

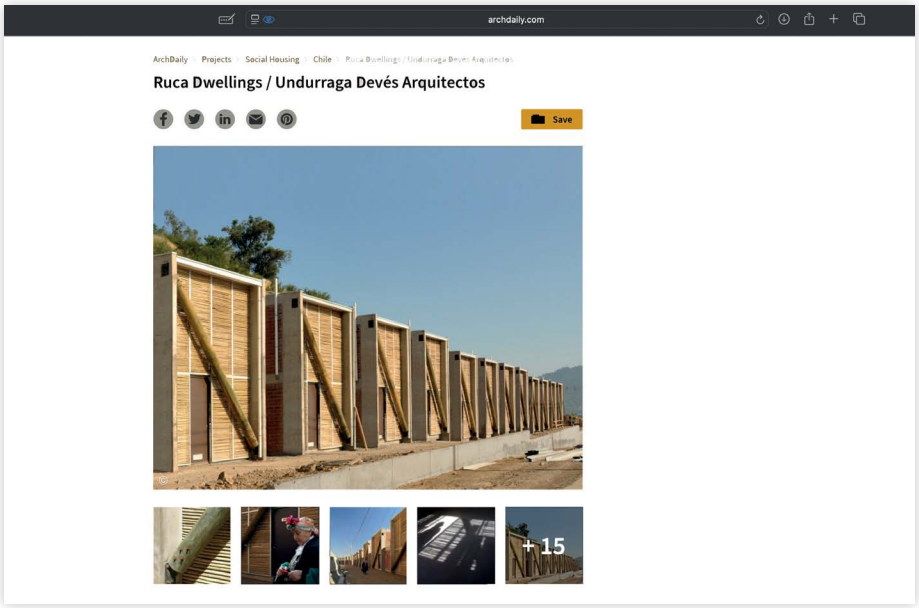
6. Proyecto **Viviendas Ruca**

Lugar: Santiago, Chile
Año: 2011

Diseño: Undurraga Devés Arquitectos
Flexibilidad: Este modelo de casa, destinado a la comunidad Mapuche, explora los territorios entre la modulación y la racionalidad, y los elementos tradicionales y vernáculos. La orientación de la entrada, por ejemplo, se hace sobre el oriente, como dicen sus creencias ancestrales.
Tectónica: Se utilizaron técnicas tradicionales de ladrillo y concreto armado; además, a partir de un trabajo participativo donde el proceso de diseño se alimentó de la historia, tradiciones y cosmovisión de la comunidad Mapuche, se pudo llegar a la inclusión de elementos propios, como son la madera y la fachada en caña.
Aspectos más destacables:

- El proyecto hace un balance entre la arquitectura modular y la vernácula.
- El desarrollo del proyecto fue participativo, involucrando la comunidad Mapuche, con sus distintas manifestaciones culturales.
- Esto genera un gran sentido de apropiación al leer las tradiciones y creencias ancestrales de la comunidad: Mapuche significa “hombre de la tierra”; los pueblos Mapuche, a diferencia de la mayoría, no tuvieron una tradición constructiva, sus lugares sagrados son la montañas, y habitaban estructuras livianas –“rukas”–, hechas con troncos y ramas.

*** Enlace para consulta**:
https://www.archdaily.com/456299/ruca-dwellings-undurraga-deves-arquitectos



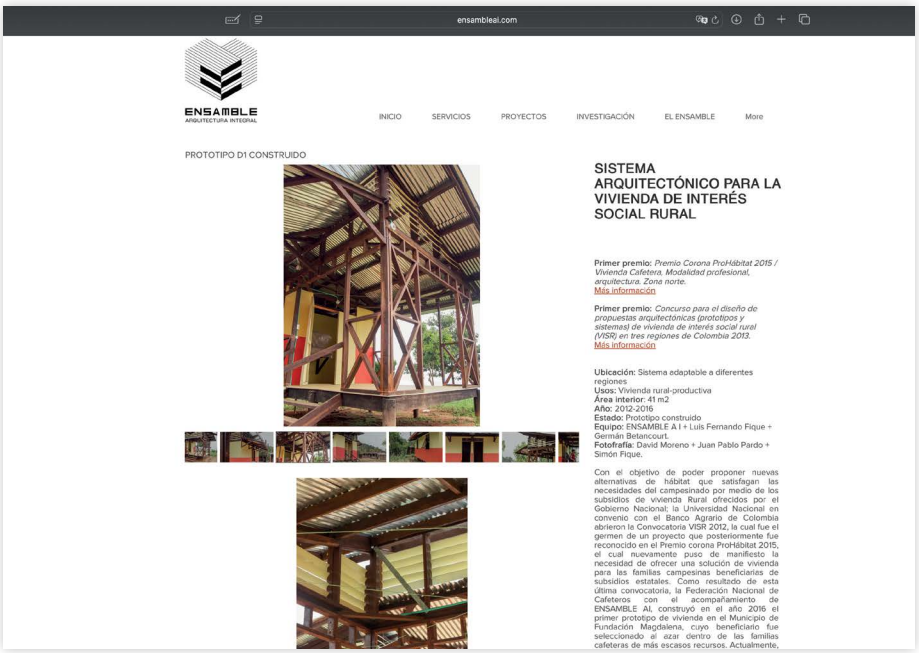
Captura de pantalla del proyecto *Viviendas Ruca* publicado en https://archdaily.com

7. Proyecto **Sistema Arquitectónico para Vivienda de Interés Social Rural**
Lugar: Colombia
Año: 2012 - 2016

Diseño: Ensamble AI + Luis Fernando Fique + Germán Betancourt
Flexibilidad: El proyecto presenta un sistema arquitectónico flexible, apropiable y económico. Este busca equilibrar la producción en masa con la adaptación regional para vivienda social rural, permitiendo que sus prototipos se configuren para diversas condiciones sociales, climáticas y topográficas. Se compone de dos módulos principales (habitaciones, áreas comunes y servicios) y tres módulos complementarios (piso, alero y cubierta).
Tectónica: El sistema utiliza una estructura de madera certificada sobre palafitos, lo que minimiza la intervención en el sitio y genera casi ningún residuo en el montaje. La amplia superficie del tejado facilita la rápida instalación de sistemas de recogida de agua de lluvia y energía solar.
Aspectos más destacables:

- Bajo costo.
- Facilidad en la tecnología empleada, desde su materialidad hasta su fabricación.
- Flexibilidad tipológica dependiendo del usuario.
- Adaptabilidad a diferentes terrenos.

*** Enlace para consulta**:
https://www.ensambleai.com/proyectos-arquitectura-rural-visr



Captura de pantalla del proyecto *Vivienda Social Rural* publicado en https://www.ensambleai.com

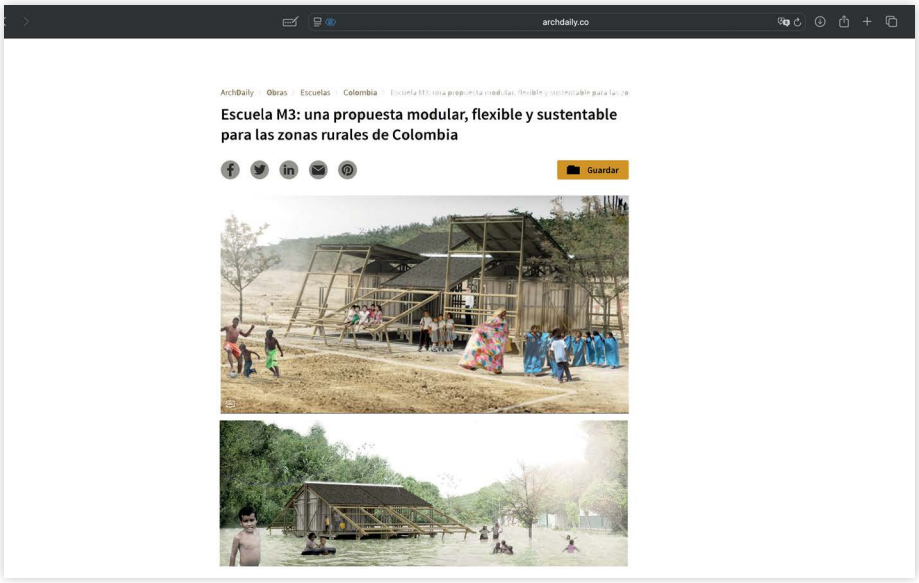
8. Proyecto **M3**

Lugar: Colombia
Año: 2013

Diseño: M3H1 Arquitectura
Flexibilidad: Proyecto modular que permite diferentes implantaciones, respondiendo a distintos programas y necesidades sociales. En principio con el uso de escuela, puede albergar distintos usos comunitarios. Está conformado por un módulo base, concebido como un “kit” de fácil montaje; es móvil, por la viabilidad de su transporte, y modificable, pues puede adaptarse a diferentes lugares de implantación al modificarse la posición de la cubierta y los paneles de fachada.
Tectónica: El material usado es bambú (guadua angustifolia) por ser un material versátil, resistente y de muy bajo coste. Los ensamblajes son sencillos y tradicionalmente usados, haciendo que casi cualquier persona, con uso de herramientas básicas, pueda trabajar en su construcción. Se pueden agrupar módulos base para conformar espacios más amplios. Gracias a las propiedades del material, este es resistente a sismos, y su mantenimiento se reduce a la aplicación de ceras o barnices y el ajuste de sus elementos.
Aspectos más destacables:

- Muy bajo coste.
- Mano de obra no especializada.
- Las comunidades pueden participar en la elaboración de los distintos tipos de cerramientos (tejidos, fibras, etc.) que puede recibir la estructura de bambú.
- Estructura ligera y sencilla, de gran resistencia a los sismos.

*** Enlace para consulta**:
https://www.archdaily.co/co/02-305346/escuela-m3-una-propuesta-modular-flexible-y-sustentable-para-las-zonas-rurales-de-colombia



Captura de pantalla del proyecto *M3* publicado en https://archdaily.co

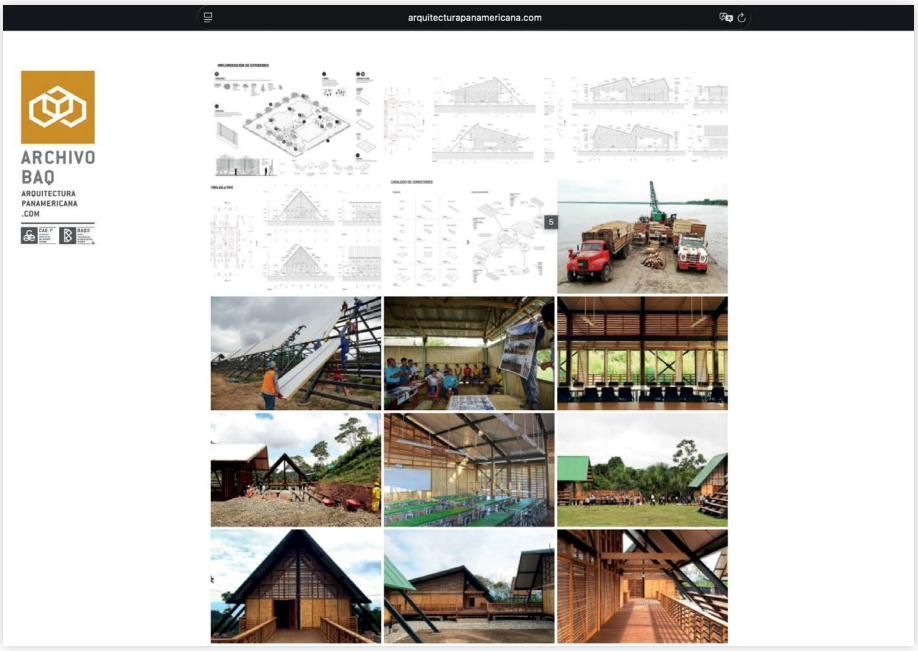
9. Proyecto **Plan Selva**

Lugar: Perú
Año: 2015 - 2017

Diseño: Elizabeth Añaños
Flexibilidad: El sistema es modular, replicable y escalable, diseñado para adaptarse a las condiciones extremas de la Amazonía. Se arma mediante kits de infraestructura versátiles, que se configuran según los requerimientos pedagógicos y las necesidades locales (aulas, laboratorios, servicios, etc.). Los módulos pueden reemplazar total o parcialmente un local escolar existente, ofreciendo una solución adaptable a diferentes niveles de necesidad de infraestructura.
Tectónica: El sistema constructivo o la tectónica se basa en un enfoque prefabricado, bioclimático y de ensamblaje por componentes: los módulos están compuestos por un sistema mixto en metal y madera, lo que garantiza estabilidad y ligereza para el transporte. Los módulos se organizan en cuatro componentes funcionales: cubierta, piso, cerramientos y conectores.
Aspectos más destacables:

- Diseñado para atender zonas rurales.
- Los componentes pueden ser trasladados de manera rápida y ensamblados en sitio.
- Gran impacto social al ser también un equipamiento principal y esencial en la vida de la comunidad.

*** Enlace para consulta**:
https://arquitecturapanamericana.com/plan-selva-sistema-prefabricado-modular/



Captura de pantalla del proyecto *Plan Selva* publicado en https://arquitecturapanamericana.com/

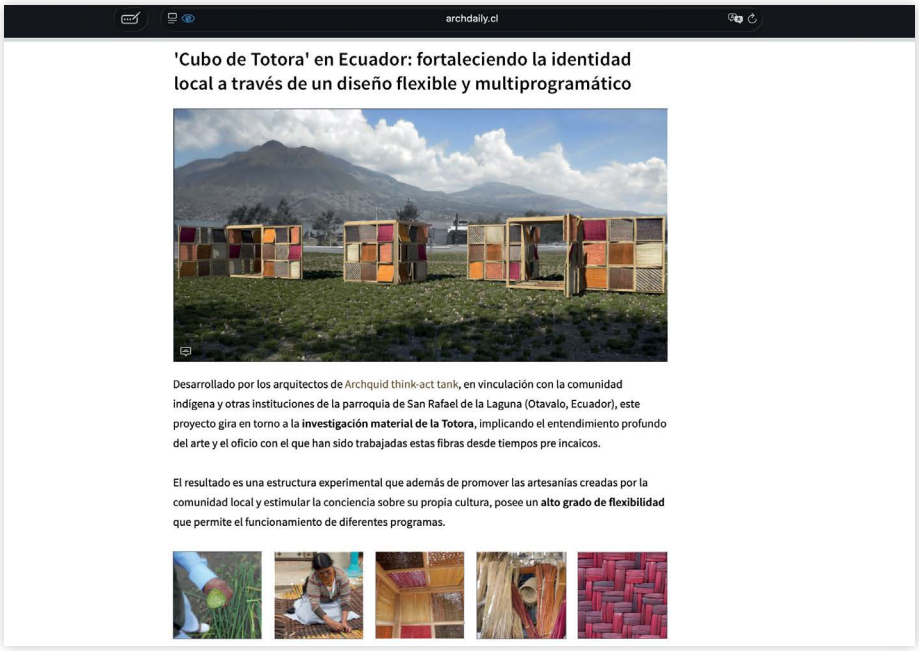
10. Proyecto **Cubo de Totora**

Lugar: Ecuador
Año: 2016

Diseño: Archquid think-act tank
Flexibilidad: Se trata de un módulo experimental con un desarrollo de 9 paneles en cada cara, conformando un catálogo de diferentes tejidos trabajados por artesanos. El resultado es una estructura experimental que posee un alto grado de flexibilidad y que posibilita el funcionamiento de diferentes programas.
Tectónica: Los arquitectos, en vínculo con la comunidad, desarrollaron este proyecto que gira en torno a la investigación material, implicando la comprensión del arte y oficio milenario de las fibras tejidas. El resultado es una estructura experimental que también promueve las artesanías creadas por la comunidad.
Aspectos más destacables:

- Emplea comunidad local para aplicar conocimientos tradicionales de tejido.
- Utilización de materiales amigables con el ambiente.
- Muestra una clara identidad de la población y el terrritorio en la arquitectura.
- Cada panel es independiente, favoreciendo una riqueza estética. El cubo contribuye a la formación y el fortalecimieto de la identidad local..

*** Enlace para consulta**:
https://www.archdaily.cl/cl/801921/cubo-de-totora-en-ecuador-fortaleciendo-la-identidad-local-a-traves-de-un-diseno-flexible-y-multiprogramatico?ad_campaign=normal-tag&redirect_from=co



Captura de pantalla del proyecto *Cubo de Totora* publicado en https://archdaily.co

Aprendizajes y Recomendaciones:

• Son interesantes las experiencias donde se logra involucrar aspectos socioculturales muy específicos dentro de los diseños, haciéndolos visibles y condicionantes del resultado final. El uso de técnicas y materiales propios de las regiones y de las culturas crea arraigo y apropiación. Uno de los grandes retos de los Sistemas desarrollados es lograr encontrar un equilibrio entre la propuesta de soluciones estandarizadas y de producción industrial, y la posibilidad de inclusión de este tipo de intervenciones y expresiones culturales, para dar especificidad a los proyectos y conseguir ese sentimiento de orgullo y pertenencia por parte de las comunidades que los reciben.

• Así mismo, es importante que exista la posibilidad de que la comunidad misma participe en la ejecución de los proyectos, apostando por sistemas constructivos que no requieran de mano de obra especializada ni medios técnicos de apoyo demasiado sofisticados o específicos.

• El uso de medios pasivos para conseguir un mejor desempeño de los espacios en términos de bioclimática, así como estrategias de sostenibilidad y eficiencia energética, son aspectos clave en la gran mayoría de ejemplos documentados.

• Es muy importante también el concepto de modularidad, no solo en términos de industrialización y eficiencia, sino también de flexibilidad y adaptabilidad a distintas necesidades y programas. Las infraestructuras generadas deben ser capaces de crecer, de recibir nuevos usos, de generar espacialidades diversas e integrarse con las condiciones particulares de cada implantación. Es importante tener en cuenta que el uso educativo en muchos casos no es más que la necesidad primaria que da génesis a la infraestructura, y que abrir la posibilidad de que ésta reciba los usos alternativos y complementarios que pueda darle la comunidad –fuera de la jornada escolar o durante los fines de semana, por ejemplo– es decisivo, en la medida en que de ello depende desencadenar el potencial que los espacios educativos tienen como “Centro de la Vida Comunitaria”.

• El uso de estructuras ligeras y moduladas permite dar solución a temas como la resistencia ante sismos, la adaptabilidad a condiciones climáticas (con el uso de aleros y voladizos, así como de estructuras palafíticas), a condiciones topográficas (con el uso de apoyos independientes y de altura variable), y permite una gran flexibilidad también desde lo funcional, al recibir distintas posibilidades de cerramientos, envolventes y subdivisiones internas.

8. Glosario

Adaptabilidad del espacio
La capacidad del diseño modular para ajustarse a diversas necesidades y reconfiguraciones funcionales.

Adosamiento
Acción de unir un módulo contra otro, compartiendo un muro lateral o “medianero”.

Agrupación
Disposición o conjunto de varios módulos que se unen para formar una unidad mayor o un conjunto.

Aislamiento térmico
Propiedad de ciertos materiales que reduce la transferencia de calor entre el interior y exterior de un módulo.

Alineamiento
Línea imaginaria o real que define el límite frontal de un módulo con respecto a la circulación o a otros elementos del entorno.

Áreas de Extensión de aprendizaje (AE)
Espacios complementarios que se intercalan entre grupos de módulos para mejorar la circulación, prevenir la formación de corredores oscuros y largos, y fomentar la interacción social.

Aula
Espacio destinado a la enseñanza. Unidad básica de una institución educativa.

Aulas Múltiples (AM)
Espacios educativos con capacidad de subdivisión o extensión hacia el exterior para adaptarse a diversas actividades pedagógicas.

Aulas Típicas (AT)
Módulos diseñados para albergar actividades de enseñanza, con una capacidad de entre 20 y 40 estudiantes.

Baterías de Baños (BB)
Módulos destinados a servicios sanitarios, con adecuada distribución de lavamanos y aparatos sanitarios. Incluyen servicios accesibles para personas con movilidad reducida.

Brida
Elemento de conexión utilizado para unir componentes estructurales mediante tornillería.

Carpintería unitizada
Sistema de ventanería en aluminio conformada por módulos pre-ensamblados en fábrica, lo cual optimiza los tiempos de instalación.

Cerramiento
Elemento constructivo que delimita un espacio, sirviendo como separación entre el interior y el exterior, o entre diferentes áreas interiores. Pueden ser muros, fachadas, cubiertas, ventanas y puertas.

Cimentación
Base estructural de los módulos que transmite las cargas al terreno. Puede ser superficial (zapatas, losas), superpuesta (palafitos, traviesas), o profunda (micropilotes o similares).

Cimentación superficial
Tipo de base que transfiere las cargas de la estructura al suelo en capas poco profundas. Dependiendo del Sistema Modular, puede referirse a vigas de piso o “traviesas” prefabricadas de concreto reforzado, a “dados” prefabricados o fundidos en sitio, placas de contrapiso, o a otros elementos similares.

Circulación
Espacios destinados al movimiento y tránsito de personas dentro y fuera de la edificación, como pasillos, escaleras, rampas y vestíbulos.

Comunidad
Grupo de personas que comparten un territorio, intereses o características comunes; en este contexto, incluye a padres y familias de los estudiantes, vecinos, comunidad y otros actores del entorno escolar.

Conceptualización
Fase inicial del desarrollo de proyectos donde se definen las ideas, los objetivos y los requerimientos generales.

Configuración espacial
Organización y disposición de los módulos y los espacios resultantes de su agrupación en el entorno.

Confort ambiental
Conjunto de condiciones ambientales (temperatura, humedad, ventilación, iluminación, acústica) que proporcionan bienestar y comodidad a los ocupantes de un espacio.

Confort térmico
Condiciones ambientales óptimas dentro del módulo para garantizar una temperatura adecuada para los usuarios.

Construcción en seco
Tipo de construcción caracterizada por un montaje con mínima o nula utilización de agua, reduciendo tiempos y residuos.

Cubierta
Elemento constructivo superior que protege el interior de la edificación de los agentes atmosféricos (lluvia, sol, viento).

Cuerpo estructural
Conjunto de elementos resistentes de cada módulo (columnas, vigas, muros estructurales) que soportan las cargas y las transmiten a la cimentación.

Diseño modular
Enfoque de diseño que se basa en la integración de módulos estándar interconectados, permitiendo configuraciones flexibles para adaptarse a diversos requisitos y necesidades.

Disipación de radiación solar
Estrategia de diseño que busca minimizar la absorción de calor solar mediante el uso de cubiertas y revestimientos que reflejan o dispersan la energía.

Distribución interna
Organización de los espacios y elementos dentro de cada módulo individual.

Doble crujía
Disposición en la que dos hileras o filas paralelas de agrupación de módulos se conectan y organizan a partir de una circulación central, que reparte hacia sus dos costados.

Eficiencia térmica
Capacidad de los módulos para minimizar la pérdida o ganancia de calor mediante el uso de materiales con adecuadas propiedades para la transmisión o disipación de la temperatura.

Entrepiso
Piso intermedio entre dos plantas de una construcción.

Espacio libre
Áreas no construidas dentro de las instituciones educativas, consideradas importantes para la versatilidad, flexibilidad, creatividad, integración, inclusión y convivencia.

Estandarización
Proceso de definir y utilizar componentes, dimensiones, materiales y procesos constructivos uniformes para la fabricación de módulos o elementos constructivos, buscando eficiencia, repetibilidad y control de calidad.

Estrategia bioclimática
Conjunto de principios, técnicas y recursos de diseño arquitectónico, que buscan aprovechar las condiciones climáticas del entorno para minimizar el consumo energético y maximizar el confort ambiental interior.

Estructura metálica
Componente fundamental del módulo, cuando este se encuentra construido con tubulares de acero, para garantizar resistencia y estabilidad.

Fila
Disposición de módulos adosados y dispuestos de manera lineal.

Flexibilidad operativa
Capacidad de un espacio para adaptarse y ser reconfigurado según las necesidades cambiantes de uso, funcionalidad o distribución.

Iluminación natural
Entrada de luz solar directa o indirecta a los espacios interiores de los módulos, buscando maximizar su aprovechamiento.

Implantación
Ubicación y disposición de una edificación en el terreno, considerando factores como la topografía,

la orientación, las visuales y las relaciones con el entorno.

Industrialización
Proceso de producción en serie y ensamblaje sistematizado de los módulos en fábrica, asegurando estandarización, eficiencia y control de calidad.

Ingeniería bioclimática
Disciplina que estudia estrategias de uso de materiales y recursos de diseño, aislamientos, ventilación cruzada y protección solar para optimizar el comportamiento térmico de los espacios construidos.

Ingeniería estructural
Rama de la ingeniería que garantiza la estabilidad y resistencia de los módulos mediante el uso de acero y conexiones portantes.

Kit
Conjunto de componentes preensamblados en taller, listos para ser transportados e instalados en el sitio de construcción.

Longitud máxima
En el caso de las implantaciones de módulos, es la dimensión lineal mayor permitida para una fila o conjunto de módulos.

Lux
Unidad de medida de la iluminancia, que indica la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área.

Matriz
Estructura organizativa o patrón de elementos dispuestos en filas y columnas, que puede utilizarse como base para el análisis de información, o la modulación y la planificación de un proyecto.

Metodología BIM (Building Information Modeling)
Proceso de generación y gestión de información digital de un edificio durante todo su ciclo de vida, utilizando un modelo tridimensional de elementos constructivos con atributos, inteligente y paramétrico.

Metodología modular
El enfoque general de diseño y construcción que utiliza módulos estandarizados para lograr flexibilidad, agilidad y eficiencia.

Modulación
El proceso de diseño de elementos constructivos basándose en una retícula estándar (en este caso, 1.20 m x 1.20 m), lo que facilita la compatibilidad dimensional y el uso de materiales e insumos estándar del mercado.

Módulo
Unidad prefabricada o componente estandarizado que se utiliza como elemento base para la construcción modular.

Módulo Administrativo (AD)
Espacio destinado a oficinas, salas de reuniones y gestión académica dentro del sistema educativo.

Módulo Cocina (KT)
Área diseñada para la preparación de alimentos, con criterios de ventilación y suministro de agua.

Módulos funcionales
Unidades del sistema educativo que cumplen funciones específicas, como aulas, baños o cocinas.

Módulo típico
Una unidad constructiva estándar, autónoma y escalable, que sirve como base para el diseño del sistema modular.

Modular
Característica de un sistema o diseño que se basa en la utilización de módulos o unidades repetitivas y combinables.

Muros portantes de concreto
Elementos verticales del cuerpo estructural, construidos en concreto reforzado, que soportan cargas y delimitan los espacios.

Muros portantes de madera
Elementos verticales compuestos en elementos y tableros de madera que, además de soportar cargas, proporcionan aislamiento, mejorando el confort térmico.

Orientación
Disposición espacial del módulo, que definida correctamente debe controlar y optimizar la entrada de luz y, de acuerdo al clima, la posibilidad de generar ventilaciones cruzadas.

Paneles pretensados
Componentes prefabricados de concreto que incorporan acero de alta resistencia previamente tensado, para mejorar su capacidad estructural.

Panel sándwich
Elemento compuesto por láminas metálicas y un núcleo de poliuretano, utilizado en la cubierta y/o en

las paredes envolventes, para mejorar el aislamiento térmico y acústico.

Perfilería
Sistema de perfiles de acero utilizados en la estructura de los módulos, para garantizar resistencia y estabilidad.

Prefabricación
Técnica de construcción en la que los elementos se producen y ensamblan previamente desde la fábrica, minimizando las actividades de montaje en sitio.

Retícula base
Sistema dimensional de referencia utilizado para la modulación de los elementos constructivos. Para los Sistemas Modulares de esta cartilla, la retícula base adoptada es de 1.20 x 1.20 metros.

Separación
Distancia establecida entre módulos o agrupaciones de módulos, importante para la coherencia visual y funcional, y para favorecer la ventilación cruzada.

Sistema
Conjunto de elementos o componentes interrelacionados que funcionan de manera coordinada para cumplir un objetivo específico.

Sistema de Sistemas
Metodología propuesta a partir de la cual se dispone de un rango amplio de materiales, soluciones o diseños modulares, para responder de la mejor manera a la diversidad de contextos geográficos, culturales y climáticos del país.

Soldadura en taller
Proceso de unión de componentes metálicos realizado en un ambiente controlado, antes de su transporte e instalación en el sitio.

Tectónica
Manera como los elementos y materiales se unen y se articulan para formar una construcción. Se centra en la manera en que la estructuras, los ensambles y la materialidad se manifiestan, revelando la lógica constructiva y buscando una cualidad estética inherente al proceso de ensamblaje.

Tipología
Clasificación de módulos según sus características funcionales y espaciales dentro del proyecto.

Traslapo
En implantaciones de módulos, es el solape o superposición de dos filas para garantizar la continuidad de la circulación de manera armónica y conformar dobles crujías entre módulos.

Tubular de acero
Perfil tubular de forma rectangular o cuadrada que hace parte de la estructura del módulo.

Ventilación cruzada
Estrategia de diseño que optimiza la circulación de aire en los módulos para mejorar el confort térmico y la calidad ambiental de los mismos.

Zonificación
División del terreno o predio en diferentes áreas o zonas según sus funciones, usos o características.

9. Bibliografía

9.1 Normas Técnicas Aplicables

9.1.1 Normas Técnicas Colombianas - NTC

• NTC 4595 – Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares.
• NTC 6199 – Planeamiento y diseño de ambientes para la educación inicial en el marco de la atención integral.
• NTC 4143 – Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Rampas fijas.
• NTC 4145 – Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Escaleras.
• NTC 4201 – Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Equipamientos, Bordillos, Pasamanos y Agarraderas.
• NTC 4960 – Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Puertas accesibles.
• NTC 5017 – Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Servicios sanitarios accesibles.
• NTC 1500 – Instalaciones hidráulicas y sanitarias.
• NTC 4552 – Protección contra rayos – Principios generales.
• NTC 5183 – Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores.

9.1.2 Otras Normativas

• NSR 10 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – Decreto 926 de 2010 y modificatorios.
• RAS 2017 – Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico.
• Resolución 0549 de 2015 – Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – Lineamientos de Construcción Sostenible / Guía para el Ahorro de Agua y Energía en Edificaciones.
• Resolución 4263 de 2023 – Secretaría de Educación del Distrito de Bogotá D.C. – Estándares de Calidad Espacial asociados al Sector Educativo.
• RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
• RETILAP – Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

9.1.3 Documentos y Guías de Referencia

• Colegio 10 – Lineamientos y Recomendaciones para el Diseño Arquitectónico del Colegio de Jornada Única – Ministerio de Educación Nacional.
• Manual de Dotaciones – Ministerio de Educación Nacional.
• Lineamientos para la Infraestructura Educativa Rural y Complemento al Manual de Dotaciones – Ministerio de Educación Nacional.
• Guía para la Implementación de Estrategias de Sostenibilidad en Diseño y Construcción de Colegios Nuevos de Jornada Única en

Colombia – Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.
- Documento Técnico Referencial CASA Colombia – Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.

9.2 Normas y Estándares Internacionales de Referencia

- ACI 350-20 – Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures.
- ACI 302-15 – Guide to Concrete Floor and Slab Construction.
- ANSI/AISC 341 – Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
- ANSI 117-2025 – Standard Specification for Structural Glued Laminated Timber of Softwood Species.
- AITC 117-2004 – Standard Specifications for Structural Glued Laminated Timber of Softwood Species.
- A Guide to American Softwood Species - American Softwoods.
- NFPA 72 – National Fire Alarm and Signaling Code.
- ANSI/TIA/EIA 569A – Commercial Building Standard for Telecommunication Pathways and Spaces.
- ANSI/ASHRAE Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- ANSI/ASHRAE Standard 62.1 – Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality.
- LEED Reference Guide for Building Design and Construction.
- CIBSE AM10 – Natural Ventilation in Non-domestic Buildings.

suma
Sistemas Modulares

Cartilla de Implementación

Oficina de Infraestructura Educativa
Ministerio de Educación Nacional

Educación