

**SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIONES CON SISTEMA MODULAR**

**Guía Técnica Para La Interventoría De Construcciones De Campamentos De  
Alojamiento Y Oficinas Con Sistemas Modulares**

**Walter Jovany Rueda Morales**

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Interventoría y  
Supervisión de la Construcción**

**Director**

**Eder Alfredo García Sánchez**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Especialización de Interventoría y supervisión de la construcción**

**2023**

**Dedicatoria**

A mis padres Víctor Manuel Rueda Niño y Margoth Morales López quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han acompañado a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

### **Agradecimientos**

A los profesores de la Especialización de Interventoría y supervisión de la construcción por sus enseñanzas en este proceso de formación, en especial al profesor Eder Alfredo García Sánchez por su acompañamiento y dedicación en la elaboración de este proyecto.

## Contenido

Introducción .....	12
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo General .....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Marco Referencial.....	15
2.1 Marco Teórico.....	15
2.1.1 Construcción Modular.....	15
2.1.2 Construcción de Oficinas Modulares .....	21
2.1.3 Ambiente de Servicio de Sistemas Modulares en Alojamientos y Oficinas ....	22
2.2 Marco Conceptual .....	22
2.3 Marco Legal .....	26
2.4 Estado del Arte.....	27
2.4.1 Antecedentes Internacionales.....	27
2.4.2 Antecedentes Nacionales .....	28
3. Método .....	31
4. Resultados .....	32
4.1 Determinar Cuáles son los Fallos Presentados Ante la Falta de una Guía Técnica que Permita Controlar los Procesos en Obras Relacionadas con Sistemas Modulares en el uso de Oficinas y Alojamientos, Mediante la Revisión de Casos en la Literatura. ....	32

4.2 Elaborar los Parámetros Exigidos Normativamente Relacionados con las Acciones Encaminadas a la Ejecución de Sistemas Modulares en el uso de Oficinas y Alojamientos. ..	38
4.2.1 Título G, Capítulo 8 Armaduras y Dimensiones.....	38
4.2.2 Título G, Capítulo 11 Prefabricación, Fabricación, Construcción, Montaje y Mantenimiento .....	40
4.2.3 Titulo K, Capítulo 3.8 Medios de Salida.....	49
4.3 Desarrollar una Lista de Chequeo, que Permita Establecer Controles Necesarios en los Procesos de Supervisión Técnica en Construcciones de Sistemas Modulares de Oficinas y Alojamientos. ....	52
4.4 Socialización de la Lista de Chequeo de los Procesos de Control de Sistemas Modulares Relacionados con Oficinas y Alojamientos .....	62
5. Conclusiones .....	63
Referencias .....	66
Apéndices.....	71

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Método</i> .....	30
<b>Tabla 2.</b> <i>Resumen de los fallos</i> .....	37
<b>Tabla 3.</b> <i>Parámetros más importantes</i> .....	49
<b>Tabla 4.</b> <i>Resumen procesos de supervisión</i> .....	60

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> <i>Clasificación de las Construcciones Modulares</i> .....	16
<b>Figura 2.</b> <i>Unidades modulares</i> .....	17
<b>Figura 3.</b> <i>Integración de Unidades Modulares</i> .....	17
<b>Figura 4.</b> <i>Fundaciones apoyo</i> .....	33
<b>Figura 5.</b> <i>Guía para construir cimientos de apoyo para contenedores</i> .....	34
<b>Figura 6.</b> <i>Protección térmica</i> .....	34
<b>Figura 7.</b> <i>Contenedor</i> .....	35
<b>Figura 8.</b> <i>Capacitación de lista de chequeo en la empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S.</i> .....	62
<b>Figura 9.</b> <i>Campamento de Sistema Modular de la Empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S.</i> .....	63

**Lista de Apéndices**

**Apéndice A.** *Lista de chequeo para alojamiento* ..... 71

**Apéndice B.** *Socialización de la lista de chequeo de los procesos de sistemas modulares*..... 72

### Glosario

*Conexiones apernadas:* son uniones desmontables que hacen las obras más simples, ya que se puede materializar los elementos de estructura metálica mediante pernos resistentes (Posted, 2012, párr. #2, 3)

*Entramado:* es un sistema estructural primario, horizontal, de una edificación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial[MAVD], 2010, p.23).

*Fibro cemento:* es un material conformado por la mezcla entre el compuesto con amianto y cemento fortalecido con fibras minerales, orgánicas o con fibras inorgánicas (The facade solution, 2022, párr. #1).

*Fragmento en la arquitectura:* se determina como la parte o pedazo de un todo para dar concepto renovado, de modo que se pueda redistribuir o reconectar sin dejar que pierda su significado original (Abrilsartor, 2019, p.1).

*Murete o Prisma:* se conoce como el ensamble de piezas de mampostería con mortero de pega inyectadas o no de mortero de relleno usado como espécimen de ensayo para determinar las propiedades de la mampostería (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVD], 2010, p.12).

*Sistema pórtico tridimensional:* sistema estructural que radica en un grupo de componentes rectilíneos interconexos, que integran una unidad responsable del soporte de las cargas gravitacionales y de las fuerzas laterales (Parro, 2022, párr. #1).

### **Resumen**

La capacidad con la que cuenta la arquitectura para ofrecer soluciones a problemas en tiempo real, se ha hecho presente a lo largo de la historia, en la construcción de viviendas, edificios, oficinas y espacios habitacionales para las necesidades básicas.

El presente documento tiene por objetivo realizar una guía técnica a través de una herramienta de checklist, que permita controlar los procesos de supervisión técnica en obras relacionadas con sistemas modulares, en el uso de oficinas y alojamientos para la empresa. Esta guía técnica va dirigida a cubrir requerimientos de instalaciones e infraestructura especiales para su funcionamiento, en condiciones de cantidad, calidad y tiempo requeridos para los ambientes de servicio: alojamientos y oficinas, los cuales se contempló cubrirlos por sistemas modulares.

A lo largo del documento, se presentan antecedentes de fallos en obras de construcción modular, ante la falta de una guía técnica para el control de los procesos, se presentan los parámetros exigidos normativamente en relación con las acciones encaminadas a la ejecución de sistemas modulares en el uso de alojamientos y oficinas, por último, se presenta una lista de chequeo para los controles necesarios en este tipo de obras de construcción.

*Palabras clave:* sistemas modulares, oficinas, construcción modular, control

### **Abstract**

The ability of architecture to offer solutions to problems in real time has been present throughout history, in the construction of homes, buildings, offices and living spaces for basic needs.

The purpose of this document is to produce a technical guide through a checklist tool, which allows to control the processes of technical supervision in works related to modular systems, in the use of offices and accommodation for the company. This technical guide is aimed at covering special facilities and infrastructure requirements for its operation, in conditions of quantity, quality and time required for service environments: accommodation and offices, which were intended to be covered by modular systems.

Throughout the document, a history of failures in modular construction works is presented, in the absence of a technical guide for the control of processes, the parameters required by law in relation to the actions aimed at the execution of modular systems in the use of accommodation and offices are presented, finally, a checklist for the necessary controls in this type of construction works is presented.

*Keywords:* modular systems, offices, modular construction, control

### **Introducción**

El sector de la construcción se ha visto afectado por problemas técnicos y económicos a causa del desperdicio de elementos por la falta de coordinación en las dimensiones de los materiales en las edificaciones, por lo que se ha generado un desperdicio en la producción de materiales (Moreno, 2015, pp.19-20). Asimismo, los proyectos constructivos se ven afectados por problemas en la distribución y manejo del tiempo estimado, lo que incurre en cambios en el valor del presupuesto final.

Durante los últimos años, los sistemas modulares han representado una alternativa de solución de forma rápida y eficiente a la problemática de vivienda, ofreciendo con ello, la posibilidad de crecimiento de las edificaciones, sin disminuir la satisfacción del cliente. Estos sistemas, permiten elevar la productividad, mediante la eliminación de desperdicios en los materiales, mano de obra y en tiempo de ejecución; además de esto, estos sistemas logran que los materiales se produzcan en tamaños relacionados entre sí para que en conjunto se acoplen y logren el llamado modulo (Moreno, 2015, p.19). Estos sistemas, fueron creados para maximizar los espacios con diseños sostenibles, en donde prima la reutilización de todos sus componentes, lo cual lleva a que tengan un valor agregado de importancia en las inversiones de construcción. En Colombia, la construcción modular puede ser una opción viable como avance de desarrollo arquitectónico, como opción a las necesidades que se requieran.

Dentro de la construcción modular, los procesos de fabricación, se llevan a cabo fuera del espacio donde será instalada para su uso, lo que permite tener una construcción sustentable, con los mismos índices de calidad que una construcción tradicional; este tipo de construcciones constan de distintos módulos que tienen funciones específicas según la necesidad y las especificaciones del cliente (Valenzuela, 2020, p7), en el que, al finalizar la construcción de los sistemas modulares,

estos son transportados y ensamblados en el lugar de destino. Por su facilidad y flexibilidad en el transporte, este tipo de construcción puede ser utilizada en cualquier zona geográfica, encontrando proyectos de edificaciones en alturas, viviendas, minería, entre otros.

Dentro de las mejores alternativas en el mercado de sistemas modulares, se encuentran las de tipo sándwich en láminas de poliuretano de estructura ligera, debido a que este tipo de material permite el aislamiento térmico y acústico, compuesto por un porcentaje mayor al 90% de celdas cerradas y con el mejor coeficiente de conductividad térmica de todos los materiales aislantes utilizados en la construcción, con acabados en un lado o en las dos caras del panel; en lámina galvanizada, acero inoxidable, tela asfáltica, o sin acabado. Por su naturaleza química y su carácter de espuma de celda cerrada, la absorción del agua es nula (<5%) y la permeabilidad al vapor de agua es mínima (Microcel, 2022, p.1). Los módulos construidos con este tipo de lámina, presentan ventajas como por ejemplo que, no requiere mantenimiento, son inerte frente a los materiales tradicionales de la construcción a los cuales no ataca ni corroe, son inmune al desarrollo de hongos y otros microorganismos, ofrece la mayor resistencia estructural por su estabilidad dimensional, la espuma de poliuretano vs los aislamientos tradicionales requieren menores espesores para obtener los mismos resultados de aislamientos térmico y se encuentran debidamente protegido, por lo que resiste perfectamente el paso del tiempo sin sufrir envejecimiento.

Por lo mencionado, este documento busca realizar una guía técnica a través de una herramienta de checklist, que permita controlar los procesos de supervisión técnica en obras relacionadas con sistemas modulares, en el uso de oficinas y alojamientos para la empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S. para que dispongan el uso de estas, para sus diferentes actividades.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Realizar una guía técnica a través de una herramienta de checklist, que permita controlar los procesos de supervisión técnica en obras relacionadas con sistemas modulares, en el uso de oficinas y alojamientos para la empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S.

### **1.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar cuáles son los fallos presentados ante la falta de una guía técnica que permita controlar los procesos de ejecución de obras relacionadas con sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos, mediante la revisión de casos en la literatura.
2. Elaborar los parámetros exigidos normativamente relacionados con las acciones encaminadas a la ejecución de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.
3. Desarrollar una lista de chequeo, que permita establecer controles necesarios en los procesos de supervisión técnica en construcciones de sistemas modulares de oficinas y alojamientos.
4. Socializar la lista de chequeo de los procesos de control de sistemas modulares relacionados con oficina y alojamientos, en busca de mejorar sus procesos de supervisión técnica.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 *Construcción Modular*

Dentro del contexto, el término modular, hace referencia a un sistema alternativo dentro del mismo campo, en el cual, un inmueble es construido fuera de su colocación, bajo condiciones de planta estrictamente controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción tradicional. De hecho, los materiales para las edificaciones modulares cuentan con mejores características mecánicas por ser semejantes en el tipo de material a las construcciones convencionales, teniendo en cuenta el control que se tiene durante su elaboración, también el valor agregado de su capacidad y soporte al momento de transporte, cargue y descargue del material (Torralba, 2020, p.31).

Estos sistemas se caracterizan por su partición funcional en discretos módulos escalables y reutilizables que permiten ser autónomos elementos funcionales, esto permite añadir o disminuir el tamaño por la adición o suprimir ciertos componentes sin afectar los fragmentos más grandes de la edificación.

De acuerdo con Sánchez (2016, pp.30-31), las construcciones modulares se clasifican en:

**Figura 1.** *Clasificación de las Construcciones Modulares*

**Ligeros:** brindan un menor desgaste de instalación y transporte, por ende la demanda de maquinaria y energía también lo es.



**Pesados:** requieren una alta cantidad de elementos en concreto, siendo así necesaria más energía, mayor desgaste en transporte, mano de obra y maquinaria, pero cuentan con una gran ventaja y es que estos módulos son más resistentes y estables a las vibraciones, movimientos y deformaciones.



**Permanentes:** se caracterizan porque bajo su diseño, en la cantidad de acoples o secciones al momento de la construcción es menor, ya que esta edificación no será removable, es decir, permanecerá en el lugar que fue construida.



**Reubicables:** estas edificaciones se pueden trasladar en cualquier momento, debido a que en el diseño de elaboración y construcción se encuentran diversas secciones que pueden ser removibles, algo parecido a un lego, haciendo así el transporte menos dispendioso.

Adaptado de (Sánchez González, 2016).

De esta manera, los sistemas modulares ofrecen una alternativa para plantear desarrollo a la problemática de vivienda, siendo esta una manera eficiente y rápida. Asimismo, brinda posibilidades de aumento en el crecimiento a las edificaciones y satisfacer las necesidades de sus usuarios.

### 2.1.1.1 Especificaciones Generales

**2.1.1.1.1 Descripciones Técnicas de Unidad Modular y sus Facilidades.** El sistema modular que brinde servicio a un ambiente específico estará compuesto de unidades modulares

(UM) individuales y de la integración de las mismas, a continuación, se observa ejemplos de UM y de integración de las mismas.

**Figura 2**  
*Unidades modulares*



*Nota.* En la figura superior se observa la unidad modular cuadrada y la unidad modular rectangular.

**Figura 3**  
*Integración de Unidades Modulares*



*Nota.* En la figura de la izquierda se observa la integración lateral y la integración superior.

**2.1.1.1.2 Forma, Altura e Integración de Módulos.** Cada unidad modular básica estaría compuesta de elementos que conforman en proyección horizontal un área rectangular o cuadrada, y tienen un desarrollo en altura que genera una forma de prisma rectangular. La altura libre interior del ambiente de servicio puede estar entre 2,40 y 2,80mts, y el valor definitivo dependerá en cada caso particular del tipo de requerimiento del cliente y el ambiente. Cualquier unidad modular se integra con otras a través de las caras superiores, laterales o inferiores, en el que se pueden instalar uno o dos niveles de UM (Romero y Rojas, 2018, p.273).

**2.1.1.1.3 Sistema Estructural.** Se proyecta un sistema estructural de pórtico de tal forma tridimensional integrado por vigas y columnas metálicas (únicamente con orientación horizontal y vertical), capaz de soportar las cargas estáticas y dinámicas que correspondan según la funcionalidad requerida por el ambiente de servicio. Todo elemento individual de columna o viga debe ser continuo, sin presentar algún tipo de unión intermedia, y tendrán solamente adosados los accesorios necesarios para la realización de uniones estructurales y para la instalación de elementos de piso, pared, techo y acometidas principales.

Para el diseño, fabricación, transporte, cargue y descargue, instalación y posteriores procesos de desmonte y reinstalación, se deben considerar los requerimientos indicados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), teniendo en cuenta que todos los sistemas modulares deben ser funcionales en cualquier parte del territorio colombiano (MAVD, 2010, p.55).

Por ello, la estructura debe proveer la suficiente estabilidad y resistencia para el soporte de todas las cargas generadas por su uso, por las instalaciones y por los acabados arquitectónicos del sistema modular; asimismo, debe ser capaz de soportar cargas laterales ocasionadas por sismos

y/o vientos (MAVD, 2010, p.55).. Una característica importante de las construcciones modulares es que en algunas ocasiones se cuenta con piezas universales o estándares, ya que, así ofrecen la facilidad y practicidad al momento de realizar la construcción, el diseño y la demanda de materiales.

Todos los elementos de las estructuras de alojamientos, oficinas, sala de reuniones, sala de capacitaciones, lavanderías, bodegas, cuartos fríos, cocinas, comedores, laboratorios, gimnasios y salas de entretenimiento, deben ser completamente desmontables y reutilizables en caso de requerirse la reubicación de los sistemas en otro espacio. Todos los elementos de la estructura deben estar protegidos con anticorrosivo, de acuerdo a la durabilidad definida en las normas aplicables y al tipo de ambiente al cual estará expuesta. No se permite la utilización de elementos adicionales en los marcos verticales u horizontales (tensores, diagonales, etc.) que obstruyan o no permitan la integración y/o ampliación de las UM con otras en la instalación del funcionamiento inicial, o en alguna reinstalación futura (Romero y Rojas, 2018, p.272).

**2.1.1.1.4 Uniones Estructurales.** Para el proceso de la instalación y armado, las uniones entre columnas y vigas serán pernadas. Aquí se utilizará algún sistema que asegure el tratamiento de desmonte y reinstalación cada vez que se requiera hacer, y que se asegure el no causar daño o modificación a ningún elemento de los sistemas modulares.

**2.1.1.1.5 Paredes y Techos.** Los elementos laterales y superiores que componen la unidad modular (techo y paredes exteriores) y las divisiones internas (paredes interiores) están conformados por paneles tipo sándwich con láminas de acero galvanizado, fibra de vidrio reforzado o material de propiedades parecidas o superiores, el cual debe estar avalado por la institución técnica reconocida, debe aplicar con acabado resistente a la intemperie, contar con mecanismos de aislamiento acústico y térmico, también estar relleno en poliuretano o material de

propiedades similares o superiores, que permita la instalación dentro del panel de todas las acometidas requeridas (hidrosanitaria, eléctrica, y demás requeridas), llevando a cabo la normativa vigente para elementos estructurales y no estructurales (Mincultura, 2017, p.12).

**2.1.1.1.6 Piso.** Compuesto por base de perfiles metálicos, que están adosados a las vigas estructurales del marco inferior por medio de uniones pernadas. Sobre el entramado metálico se instalan láminas de fibrocemento o parecidas que garanticen: resistencia al fuego, resistencia mecánica, aislamiento acústico, aislamiento térmico y materiales no tóxicos que afecten la salud, todos ellos teniendo en cuenta la normativa vigente. Se podrá considerar sistema de láminas colaborantes o similar, siempre y cuando además de cumplir con todos los requisitos indicados previamente, se permita su instalación, desmonte, transporte y reinstalación con la misma maquinaria y procedimiento de izaje que se utiliza para los demás elementos de la UM, sin presentarse ningún tipo de infortunio estructural o de acabado a las unidades individuales (Mincultura, 2017, p.14).

**2.1.1.1.7 Puertas.** Las puertas están en la posibilidad de ser de acero, metálicas o con un panel tipo sándwich, parecido al utilizado en paredes y techo, instalada en marco metálico, con elección de ser en chapa antipánico, tipo sencilla con ancho entre 0,9 y 1,0m y alto entre 2,2 y 2,3m, o tipo doble con ancho entre 1,8 y 2,0m. El acero de puerta y marco se requiere que sea galvanizado y con acabado tipo intemperie; la cantidad y ubicación dependen del tipo de ambiente de servicio requerido y de las posibilidades del tipo de UM (Mincultura, 2017, p.15).

**2.1.1.1.8 Ventanas.** Marco en aluminio o bien PVC, de una sola hoja, con doble de vidrio templado y apertura hacia afuera o basculante o corredera que asegure el aislamiento termo acústico, película de protección solar. Medidas: ancho entre 0,8 y 1,0m, alto entre 1,0 y 1,2m (Mincultura, 2017, p.16).

**2.1.1.1.9 Instalaciones Hidrosanitarias.** En todo sistema modular que lo valla requerir deben instalar tubería sanitaria, las acometidas, accesorios y aditamentos que se necesitan para el suministro de agua potable, y de manera consecuente la evacuación de aguas servidas, desde y hasta los puntos de conexión establecidos. Todas las acometidas serán instaladas dentro de los paneles de muros del sistema modular, sin generar ningún tipo de daño alguno al funcionamiento de algún elemento de las UM (Mincultura, 2017, p.17).

**2.1.1.1.10 Adecuaciones de Obra Civil.** Para la implementación de cualquier mecanismo modular integral, se debe construir la obra civil requerida para el soporte de las unidades estableciendo las especificaciones técnicas y complementando las funcionales en la ejecución del proyecto (Mincultura, 2017, p.18).

**2.1.1.2 Ventajas de las Construcciones Modulares.** En este tipo de construcciones se aprovecha recursos como materiales, tiempos de ejecución, energía, plazos de entrega, condiciones de financiación, productividad por reducción de bajas, optimización de materiales empleados en cada elemento, disminución de escombros y reutilización de materiales, debido a que es un tipo de construcción artesanal (Hernández, et ál., 2019, p.20).

## **2.1.2 Construcción de Oficinas Modulares**

Son aquellas construcciones que están pensadas para cubrir las necesidades de las empresas, presentando una oportunidad de aprovechamiento de los espacios y ofreciendo ventajas como la mejora del ambiente laboral a partir de diseños solidos para la comunicación, comprensión y el trabajo en equipo; elimina las paredes, lo que permite que se maximice el espacio de trabajo; las oficinas modulares son móviles, por lo que se consideran sencillos, prácticos, funcionales y ergonómicos (Ofiprix, 2021, párr. #1-2).

### ***2.1.3 Ambiente de Servicio de Sistemas Modulares en Alojamientos y Oficinas***

Para la intervención en ambientes de alojamientos y oficinas, se deben tener en cuenta los siguientes servicios dentro de los sistemas modulares:

- ✓ Alojamientos: corresponde a ambientes para alojamiento que deben contener aire acondicionado, cama, colchón semi-ortopédicos, baños (duchas, lavamanos, sanitarios y accesorios), mesas de noche, closets con cubículos. Se debe garantizar todas las redes o sistemas internos para su funcionamiento, sistema de control de ingreso y seguridad de las instalaciones.
- ✓ Oficinas: corresponde a ambientes de oficina que deben contener aire acondicionado, puestos de trabajo con silla ergonómica, superficies y archivadores por puesto. Para algunos de los ambientes de oficina podría requerirse: puestos de trabajo con sillas para atención de personal, oficinas cerradas, mesas para reuniones y facilidades adicionales como: áreas de recepción de personal, áreas de café (máquinas dispensadoras y/o vending), etc. Se debe garantizar todas las redes o sistemas internos para su funcionamiento, sistema de control de ingreso y seguridad de las instalaciones.

## **2.2 Marco Conceptual**

- ✓ Interventoría de construcciones: presenta un papel importante en la seguridad y calidad de las obras; las acciones de una interventoría se resumen en velar por la calidad del producto final, mediante el seguimiento arduo y constante de los procesos constructivos, con la observación de los materiales y técnicas usadas, inspección del presupuesto y de los recursos. Para hacer esto factible, las interventorías tienen a su favor equipos de trabajo compuestos de profesionales de varias áreas y especialidades para que la supervisión de las obras no sea solo

respecto a la parte constructiva y técnica, sino que abarque temas más profundos como lo económico y lo social (Davinci, 2021, pp.3-4).

- ✓ Módulo: es una pieza o grupo unitario de piezas que, en una edificación, se repiten para hacerla más económica, sencilla y regular. Por lo tanto, el módulo, forma parte de un sistema modular y mantiene algún tipo de vínculo con el resto de los elementos. Lo reiterativo es simple de ensamblar y acostumbra a ofrecer una amplia flexibilidad en la manera de montaje y armado. Por otra parte, al finalizar el sistema o el producto es posible que se corrija si el módulo o parte que no llegara a funcionar como se estima (Ropero y Comas, 2013, pp.63-64).
- ✓ Prefabricación: el rol que tiene la prefabricación es un papel muy importante en la constante industrialización de los sistemas constructivos. Para entender mejor lo que requieren los constructores se puede resumir, primero, tener conocimiento de posibles problemas prácticos en la obra como montajes en los proyectos, movilidad de la maquinaria, accesibilidad al terreno, localización del proyecto, cables de energía que interfieran en la entrada o salida de la maquinaria con productos (Romero y Rojas, 2018, p.275).
- ✓ Sistema constructivo: son un grupo de técnicas, materiales y herramientas en general que se usan con el fin de elaborar edificaciones que tienen la particularidad de ser versátiles en cuanto a construcción, instalación y modificación. Estas técnicas, herramientas y materiales tienen unas características en común, aunque hay variaciones, en general estas no se salen de ciertos lineamientos, por lo que se puede denominar sistema constructivo (Unknown, 2013, párr. #2).
- ✓ Sistema de construcción modular: este sistema modular es un grupo de técnicas, materiales y herramientas que se emplean en general con la finalidad de construir edificaciones modulares que tienen la particularidad de ser versátiles al momento de realizar construcción, instalación y modificaciones. Son una colección de materiales, técnicas y herramientas que tienen unas

características en común, teniendo en cuenta las variaciones, en general estas no se salen de ciertos parámetros, por lo que esto se puede designar a sistema constructivo (Sabat, 2016, párr. #2).

- ✓ Sistemas de construcciones tradicionales: las técnicas de esta construcción radicaban en un bagaje de soluciones a las dificultades peculiares que los materiales, el medio y la búsqueda de la máxima operatividad, proyectaban al momento de construir una vivienda concreta (Romero y Rojas, 2018, p.271).
- ✓ Sistemas prefabricados: se conocen como las construcciones o manufacturas cuyas partes principales tienen su proceso de fabricación por separado y posteriormente son unidas o montadas en el lugar solicitado para su utilización (Perea, 2012, pp.58-59).
- ✓ Supervisión técnica en obras: esta supervisión en las obras se especializa y se enfoca en el seguimiento y verificación de proyectos tanto en el aspecto económico como físico. Su objetivo es conseguir que las obras se realicen de acuerdo con diseños arquitectónicos, estructurales, de contratos, de instalaciones siguiendo la organización y propósito de las mismas, consolidando la integridad de la mano de obra, la calidad de los materiales y el cumplimiento a cabalidad con las indicaciones características, y además manifestando responsabilidad en el control del tiempo de ejecución (Morales, 2017, p.35).
- ✓ Documentación de las labores de Supervisión técnica: recomendaciones que debe seguir el supervisor para llevar un registro de las labores y seguimiento en obra de construcción de edificaciones. Estos registros deben incluir: formularios de seguimiento del personal y su estado laboral, lista de ensayos de calidad y trazabilidad, listados de trazabilidad de disposición de concretos premezclados dentro de la obra, despachos, fecha y ubicación, inspección de despieces y montaje de elementos, vigas, columnas y placas.

Controles exigidos:

- ✓ Control de planos: se comprueba que se dispone de toda la información necesaria para la construcción.
- ✓ Control de especificaciones: son los requisitos técnicos contenidos en las normas y recomendaciones dadas por los proyectistas para cada material utilizado en la obra.
- ✓ Control de materiales: Inspección de requisitos generales y normas técnicas de calidad de los materiales de construcción.
- ✓ Interpretación de los resultados de los ensayos realizados: se determina la conformidad de los materiales con las normas técnicas exigidas. La frecuencia de muestreo y el número de ensayos son confirmados por el constructor, así como la interpretación de los resultados de los ensayos realizados, que definen la conformidad de los materiales con las normas técnicas exigidas.
- ✓ Control de ejecución: las inspecciones que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de las obras se definen según el nivel de supervisión técnica en las partes generales del documento. Control de cimentaciones, construcción y retiro de formaletas.
- ✓ Mezclado, transporte, colocación y curado de concretos y morteros
- ✓ Control de elementos prefabricados
- ✓ Control de terminación de la estructura
- ✓ Control de muros y elementos de mampostería.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, consideramos que los procesos de Supervisión Técnica deben siempre considerar parámetros de control a través de herramientas científicas que permitan reducir los riesgos, en obras relacionadas con sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos para las diferentes empresas en Colombia.

- ✓ Check list / Listas de chequeo: los formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática se utilizan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o productos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvida de nada importante. Estas listas suelen ser utilizadas para la realización de comprobaciones rutinarias y para asegurar que al operario o el encargado de dichas comprobaciones no se le pasa nada por alto, además de para la simple obtención de datos. Conviene, por último, que los check list, dispongan de un apartado de observaciones con el fin de poder obtener información previa sobre posibles motivos que han causado la disconformidad. La ventaja de los checklist es que, además de sistematizar las actividades a realizar, una vez rellenos sirven como registro, que podrá ser revisado posteriormente para tener constancia de las actividades que se realizaron en un momento dado (Gonzales y Jimeno, 2012, párr. #1-5).

### **2.3 Marco Legal**

En Colombia existen unas series de normas o reglamentos dirigidos al sector de la construcción, sin embargo, en tema legal para este tipo de construcciones se ha venido desarrollando bajo un concepto jurídico de no requerir licencia de construcción ante el ente regulador, ya que dentro de la NSR10 es concebido como un suministro e instalación de equipos.

Dentro de las normas colombianas que rigen a los sistemas modulares, se encuentran la Norma técnica colombiana (NTC) 2332, que especifica los objetivos de la coordinación modular y establece los principios generales y reglas en cuanto a dimensiones y posicionamiento de los componentes, equipo y ensambles en este tipo de construcciones (Icontec, 1987, pp.4-7).

La NTC 2446, que especifica los paneles prefabricados, clasificación y requisitos; esta norma especifica los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los paneles prefabricados (Icontec, 1988, pp.1-2).

Adentrando en la NSR 10, las construcciones modulares se rigen principalmente por el capítulo 8 armaduras y sus dimensiones mínimas y el capítulo 11 preparación, fabricación, construcción, montaje y mantenimiento. Así como en el título F estructuras metálicas y estructuras de acero con perfiles laminados, armados y tubulares estructurales (MAVD, 2010, pp.22-25).

## **2.4 Estado del Arte**

### **2.4.1 Antecedentes Internacionales**

En la escuela de arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se propuso un sistema de industrialización abierto, basado en unidades fragmentadas replicables que se pueden conformar por módulos completos con disposición modulada en trama, lo que permite múltiples opciones de distribución a través de la división de capas constructivas como componentes independientes o conectados por medio de ensambles desmontables, lo que permite aumentar la capacidad de cambios en función de la necesidad y del espacio (Pizarro, 2019, p.5). Este tipo de modelo abierto facilita la reutilización de los materiales en los diferentes diseños de los modelos modulares aplicados a oficinas y alojamientos en función de la necesidad, el confort térmico y los costos.

Vergara y Zúñiga (2021) abordaron de manera exhaustiva el tema de la construcción modular y su comparativa con el sistema constructivo convencional, poniendo especial atención al rol fundamental de la autoconstrucción en el contexto peruano, mediante un enfoque analítico comparativo, exploraron en detalle las distintas dimensiones de la construcción modular,

evaluando su impacto tanto en términos de eficiencia constructiva como de sostenibilidad. Además, se profundizó en la importancia de la autoconstrucción y su integración con este sistema, evidenciando los beneficios de la construcción modular en términos de reducción de costos, acortamiento de tiempos y mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico. Sus hallazgos no solo contribuyen al conocimiento académico, sino que también tienen implicaciones prácticas en el ámbito de la planificación y desarrollo urbano, fomentando alternativas de vivienda eficientes y asequibles en el contexto peruano.

En otras investigaciones, se desarrolló un sistema constructivo modular en madera para la ampliación vertical sostenible de edificios de oficinas, basada en los principios de la arquitectura bioclimática, aislamiento de alto rendimiento, gestión inteligente de las ganancias solares pasivas, ventilación natural y enfriamiento gratuito. El sistema estuvo compuesto por materiales ecológicos, locales y de bajo impacto ambiental; basado principalmente en el enfoque bioclimático que permitan aprovechar las condiciones climáticas locales como la ventilación natural (Dind, et ál., 2018, pp.9-10).

Por otra parte, García, et ál (2023) enfocan el análisis de los beneficios de los sistemas modulares en la construcción con el contexto de la filosofía *Lean Construction* que busca maximizar el valor y minimizar el desperdicio en proyectos de construcción, optimizando los flujos de trabajo y eliminando actividades innecesarias, entre otras palabras permite disminuir los residuos de materiales, ya que se evitan los cortes y ajustes en el lugar de trabajo. Además, los materiales sobrantes pueden reutilizarse en otros proyectos.

Cabe resaltar que estos sistemas modulares pueden ser llevados a un entorno más complejo como la construcción de edificios de altura, entre ellos se destaca *Collins House* en Melbourne, que actualmente establece un récord como el edificio más alto del mundo que cuenta con 60

plantas, se compone de varios módulos de paneles prefabricados conectados in situ mediante juntas húmedas y así no sólo reduce el tiempo de construcción (del 30% al 50% en comparación con el método de construcción convencional) y minimiza el desperdicio de material y energía, sino que también maximiza la calidad y la seguridad. (Thai, et ál., 2020, p.1266).

#### ***2.4.2 Antecedentes Nacionales***

En la ciudad de Medellín, Perea (2012, p.17), estudió los sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional, en el que desarrollo un manual didáctico, que relaciono las distintas alternativas de sistemas constructivos y estructurales no convencionales, basados en los nuevos avances tecnológicos que ofrecen mejores alternativas para los proyectos habitacionales; esto bajo los estándares y consideraciones que son establecidos en el reglamento para las construcciones de concreto estructural. El estudio concluye con la comprobación de que la prefabricación y la aplicación de técnicas constructivas no tradicionales o modulares, logran ser una alternativa de gran peso para solucionar los problemas habitacionales que presenta el país. Este proyecto presenta una visión de lo que se está viendo en la actualidad, la fabricación modular que es realizada hoy en día, puede presentar altos niveles de diseño en aislación térmica, eficiencia energética, durabilidad, facilidad de construcción y transporte, resistencia, entre otros aspectos.

En la universidad la Gran Colombia, se diseñó un sistema modular móvil con base en estructuras desarmables para atender el problema de seguridad policial en zonas de conflicto armado del país, el diseño se basó en un estudio de la estructura física y química de la madera considerando que es un material biodegradable por cuanto se puede reintegrar a su estado natural, en cuanto al módulo, en el diseño se utilizó un tipo sándwich el cual contiene acrílico, fibras de vidrio las cuales están adheridas a la madera con resina industrial con el objetivo de obtener conductividad térmica. Este sistema fue diseñado bajo las condiciones contempladas en la NSR

10, lo cual permite que se desarrolle un sistema de bajo costo y de alta calidad (Moreno, 2015, p.109).

Hernández, et ál., (2019, p.52), propusieron un diseño de sistema modular de muros divisorios fabricados con residuos de madera reduciendo costos de materiales y mano de obra calificada, para ello, los investigadores realizaron una comparación de los distintos sistemas constructivos tradicional y modular prefabricado, en relación a tiempos y costos del sistema en el que se permite tener un ahorro del 42% pasando en tiempos de construcción tradicional de 4 días por m<sup>2</sup> a 20 minutos por m<sup>2</sup>, en relación a los costos, se pasa de 104.000 por m<sup>2</sup> a 73.000 por m<sup>2</sup>.

Ciertamente la industrialización de la construcción en Colombia, especialmente en el sector de vivienda de interés social (VIS), presenta una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia y calidad de las edificaciones. A través del análisis de proyectos exitosos a nivel mundial, se ha identificado que la adopción de sistemas de construcción modulares no solo acelera los tiempos de entrega y reduce los costos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y al cumplimiento de estándares de calidad más altos. Este enfoque innovador representa un cambio paradigmático en la metodología constructiva tradicional, promoviendo una evolución hacia prácticas más avanzadas y competitivas en el mercado global. (Orozco Carrillo, J.,2018).

La innovación en el sector de la construcción, Prodesa y CIA SA; en su plan piloto de sistema constructivo modular para edificios de vivienda VIS, ubicado en Cundinamarca evaluó la calidad de varios de sus proyectos. Así mismo y gracias a la dedicación y contribución desde la arquitectura a la sostenibilidad urbana, ha recibido el Certificado de Alta Calidad Ambiental HQE, concluyendo que estos sistemas maximizan la eficiencia y la rentabilidad; la construcción modular es un sistema viable, tanto para el constructor como para el cliente. (Burgos, 2023).

### 3. Método

**Tabla 1**

*Método*

<b>Resultado/producto esperado</b>	<b>Nombre del capítulo</b>	<b>Beneficiario</b>
Se espera conocer los fallos que se han presentado en las obras con sistemas modulares de oficinas y alojamientos.	Fallos presentados ante la falta de una guía técnica que permita controlar los procesos en obras relacionadas con sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos, mediante la revisión de casos en la literatura.	Se beneficia directamente los encargados de la obra de construcción, debido a que, por medio de una revisión, se obtiene la información de los respectivos fallos presentados con los sistemas modulares en oficinas y alojamientos.
Especificaciones legales que se deben tener presentes en la ejecución de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.	Parámetros exigidos normativamente relacionados con las acciones encaminadas a la ejecución de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.	Se beneficia directamente los encargados de la ejecución de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.
Lista de chequeo como herramienta guía de controles necesarios en los procesos de supervisión técnica en construcciones de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.	Lista de chequeo, que permita establecer controles necesarios en los procesos de supervisión técnica en construcciones modulares, con uso de campamento y oficinas.	Se beneficiarán los encargados de la interventoría de obras de construcción de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.
Socialización a los encargados de la interventoría en construcciones con sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos en la empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S.	Socializar la lista de chequeo de los procesos de control de sistemas modulares relacionados con oficina y alojamientos, en busca de mejorar sus procesos de supervisión técnica.	Se beneficiarán los encargados de la interventoría de obras de construcción de sistemas modulares en el uso de oficinas y alojamientos.

#### 4. Resultados

##### **4.1 Determinar Cuáles son los Fallos Presentados Ante la Falta de una Guía Técnica que Permita Controlar los Procesos en Obras Relacionadas con Sistemas Modulares en el uso de Oficinas y Alojamientos, Mediante la Revisión de Casos en la Literatura.**

Las construcciones modulares se han desarrollado en busca de solucionar el problema de alojamiento de las empresas que requieren de su personal en zonas aisladas; empresas como Ecopetrol y la empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S en calidad de contratista, en el que por su laboral requieren de personal en campamentos por periodos de tiempo, han tenido serios problemas en cuanto a sobrecostos, líos laborales y reestructuración de propuestas iniciales en los campamentos de alojamiento y oficinas con diferentes sistemas modulares en los que la empresa ha decidido destinar un importante rubro para la construcción de campamentos modulares propios, que le permitiera a la empresa hacer uso de los mismos en las zonas donde fueran requeridos. Sin embargo, se presentaron inconvenientes en la construcción de estos módulos, debido a que, por falta de una guía técnica en la intervención de esta construcción, el personal tomaba decisiones en cuanto a la fabricación de los mismos, lo que dio como resultado perdidas para la empresa.

Por otra parte, otro caso de fallo en este tipo de construcciones, se evidencia en el asesoramiento por parte de diferentes agentes, que inciden en que las empresas construyan sus campamentos modulares a partir de materiales maderables, lo que ocasiona sobre costos en los planes de construcción, debido a que este tipo de material presenta dificultades de manipulación en cuanto a humedad, hongos, transporte, proveedores, mantenimiento, entre otros, que hacen que los costos de producción aumenten.

A nivel internacional, se han presentado inconformidades en construcciones modulares como el caso del proyecto de Infraestructura Complementaria (INCO) de la minería los pelambres

al noreste de Santiago de Chile, en el que se contemplaba la construcción de 3 campamentos que contaban con la instalación sanitaria y eléctrica con distribución de 4 dormitorios y 2 baños con dimensiones de 14 m, 3.5 m y 6 m, 2.5 m (Valenzuela, 2020, p.32), en el proyecto de construcción modular, se presentaron problemas entre líneas de producción de la construcción modular, en cuanto a retrasos generados para la instalación eléctrica e instalación sanitaria, este retraso se generó, debido a que no se contaba con un plan de trabajo estipulado para el trabajo en la instalación de la estructura interna, por lo que los trabajadores no respetaban el trabajo realizado por sus compañeros, dificultando la instalación de los artefactos necesarios en cada sesión. En este proyecto, se presenta un problema de ejecución al no contar con una guía de intervención en la construcción modular, por la cual sus trabajadores puedan llevar un control y guía por la que se esté liderando la instalación en la construcción.

Desde los procesos técnicos, fallos que comúnmente se presentan están asociados con ausencia de estudios de suelos o análisis previos para determinar la cota de apoyo de los elementos estructurales, generando así asentamientos diferenciales u otros fallos presentados por las características del suelo, que permiten generar de manera más precisas el tipo de apoyo recomendado, muchas de estas decisiones son provenientes de una planificación objetiva del emplazamiento y la función de dichos módulos que son los elementos para el desarrollo de las diversas actividades programadas.

**Figura 4.** *Fundaciones apoyo*

Tomado de: INVES vanguardia en espacio modular (2020)

Otros de los fallos son los relacionados con las reglas para todo concreto usado con propósitos estructurales, incluyendo tanto al concreto simple como el concreto reforzado. El término “concreto estructural” se usa para referirse a todo concreto simple o reforzado usado con fines estructurales. Esto cubre el espectro de usos estructurales del concreto desde el concreto simple hasta el concreto con refuerzo no prees forzado, con acero de prees forzado, o secciones compuestas con perfiles o tuberías de acero. El concreto no premezclada in situ, podría generar variaciones contempladas en el diseño y calculo. El concreto utilizado para estos tipos de proyectos modulares permite dar un sostén al contendor nivelando y distribuyendo el peso de forma equitativa y segura, además alejándolo del suelo se evita que la humedad genere oxido y este termine afectando su estructura favoreciendo su conservación en el tiempo.

Memoria y diseños estructurales, generan la posibilidad de entrar en decisiones subjetivas, con probabilidades altas de riesgos en la determinación de dimensionamientos y cuantías requeridas para el refuerzo del tipo de cimentación requerida.

Distanciamiento a ejes de los elementos de apoyo (cimentaciones) en función a las medidas de los módulos a considerar, generando un desplazamiento de los prototipos fuera de los centroides de cada apoyo estructural, comprometiendo el reparto del esfuerzo entre la cimentación cuando es definida de manera aislada. También los apoyos tienen que estar perfectamente alineados unos con otros a 90° para crear un rectángulo perfecto.

**Figura 5.** Guía para construir cimientos de apoyo para contenedores



Tomado de: Boxtainerchile (2020)

Climatización, este condicionante relevante en los procesos ya del funcionamiento, condiciona ciudades de Colombia, donde las temperaturas de manera agresiva sacan de la línea de confort al usuario, dado a que ante la ausencia de aislantes térmicos podría acelerar el coeficiente de absorción térmica y generar en este problema con la función del espacio.

**Figura 6.** Protección térmica



Tomado de: logiempaques S.A.S (2020)

Anclajes desde la cimentación implementada con los módulos, para así garantizar mejorar su estructura y capacidad de carga considerando que Colombia es un país sísmico, además pueden soldarse al contenedor como un resguardo adicional.

La altura de los pilares identificados como parte de la cimentación, cuando es determinada de manera aislada puede variar según las condiciones del terreno o por gusto personal, una condicionante puede ser las condicionantes de represamiento de agua a causa de la lluvia.

Sacar niveles para que los módulos no queden inclinados y el peso se reparta de forma pareja.

**Figura 7.** *Contenedor*



Tomado de: Noticias la verdad cada mañana (2023)

Definición de planos eléctricos/ hidráulicos/ sanitarios, para poder garantizar la prestación del servicio optimo del espacio, la ausencia de estos puede generar improvisaciones, ausencia en determinación técnica en lo que respecta a carga requerida de protección del uso del espacio, cálculos de amperaje, salubridad y otros aspectos que limitarían y condicionan la función del espacio. La ejecución de estas instalaciones técnicas se realiza antes de generar el aislamiento o tableros de acabados para el interior.

**Tabla 2.** *Resumen de los fallos.*

<b>Fallos</b>	<b>Descripción</b>
Falta de guía técnica en la construcción	La falta de una guía técnica adecuada resultó en la toma de decisiones erróneas durante la fabricación de los módulos, lo que ocasionó pérdidas para la empresa.
Uso de materiales maderables	El asesoramiento para utilizar materiales maderables generó sobre costos debido a las dificultades asociadas con este tipo de material, como humedad, hongos, transporte y mantenimiento.
Problemas en la ejecución por falta de planificación	La falta de un plan de trabajo estipulado provocó retrasos en la instalación eléctrica y sanitaria, así como conflictos entre los trabajadores, dificultando la finalización del proyecto.
Ausencia de estudios de suelos	La falta de estudios de suelos previos resultó en asentamientos diferenciales y otros fallos estructurales debido a una planificación deficiente del emplazamiento.
Errores en la definición de planos eléctricos/hidráulicos/sanitarios	La ausencia de planos detallados para las instalaciones técnicas generó improvisaciones y limitaciones en la función del espacio, afectando la prestación de servicios.

Los fallos identificados en las construcciones modulares destacan la importancia de contar con una planificación técnica adecuada, incluyendo guías de construcción claras, selección cuidadosa de materiales, planificación detallada del trabajo y estudios preliminares de suelos. Estos aspectos son fundamentales para evitar pérdidas económicas, retrasos en la ejecución y limitaciones en la funcionalidad de los espacios construidos. La experiencia compartida en estos

casos resalta la necesidad de un enfoque integral y técnico en el desarrollo de proyectos de construcción modular para garantizar su éxito y durabilidad.

#### **4.2 Elaborar los Parámetros Exigidos Normativamente Relacionados con las Acciones Encaminadas a la Ejecución de Sistemas Modulares en el uso de Oficinas y Alojamientos.**

Para la construcción de sistemas modulares de alojamientos y oficinas, la NSR 10, rige estos sistemas principalmente con su título G, a continuación, se explican los parámetros adoptados para la construcción de sistemas modulares de alojamiento y oficinas:

##### **4.2.1 Título G, Capítulo 8 Armaduras y Dimensiones**

Las armaduras son componentes estructurales planos, de contorno poligonal, formados principalmente por triangulación de elemento simples o compuestos que trabajan a tensión, compresión, tensión con flexión y flexo-compresión. Estas armaduras constituyen una de las aplicaciones más importantes como parte del sistema de prefabricación total o parcial. Estos requerimientos, deben ser aplicables a cualquier tipo de armaduras, para ello, el diseñador estructural de la obra será el encargado de determinar las limitaciones de su aplicación con relación a las cargas, luz a salvar, apoyos, inclinación del cordón superior, distribución de miembros inferiores, sistemas de unión de los nudos, deflexiones, estabilidad lateral y separación. Estas armaduras, deben ser diseñadas para soportar las cargas muertas, vivas y las eventuales como el cielo raso, las cargas originadas en el montaje y otras cargas especiales (MAVD, 2010, pp.1283-1295). Los parámetros exigidos por la NSR 10 son:

- ✓ Las fuerzas axiales en las barras pueden ser calculadas considerando los nudos como articulaciones.

- ✓ Para la determinación de las fuerzas axiales en las barras, las cargas distribuidas en la cuerda superior o inferior podrán ser consideradas como cargas puntuales equivalentes aplicadas en los nudos correspondientes.
- ✓ Los momentos de flexión generados por las cargas aplicadas en las cuerdas superiores podrán ser determinados suponiendo que las cuerdas se comportan como vigas continuas apoyadas en los montantes o en los diagonales.
- ✓ En caso de que el espaciamiento entre armaduras sea de 600 mm o menor, los esfuerzos admisibles podrán ser incrementados en 10% siempre que existan elementos que garanticen un arriostamiento lateral adecuado.
- ✓ La longitud efectiva fuera del plano de la armadura será el espaciamiento entre ejes de correas.
- ✓ La longitud efectiva en montantes o diagonales será el 80% de la longitud entre centros de uniones.
- ✓ La máxima relación de esbeltez, en los elementos sometidos a compresión será de 50, en los elementos sometidos a tensión será de 80.
- ✓ Cuando no sea posible satisfacer los requisitos de deflexiones admisibles podrán construirse las armaduras usando contra flecha. Esta no será menor de  $1/300$  de la luz total.
- ✓ El cálculo de las deflexiones de las armaduras se basará en los métodos habituales en la práctica de la ingeniería. En el caso de que el espaciamiento entre armaduras sea igual o menor que 600 mm se deberá utilizar el módulo de elasticidad promedio  $E_{prom}$ ; en caso contrario se deberá utilizar el  $E_{min}$ .
- ✓ No elevar el cordón inferior a más de  $1/3$  de la altura total de la cercha.
- ✓ Toda cercha deberá ser adecuadamente asegurada en los apoyos para resistir las fuerzas de levantamiento originadas por el viento y las fuerzas horizontales originadas en sismos o

vientos. El calculista de la estructura incluirá el diseño de los apoyos y su anclaje a otros elementos del edificio.

- ✓ En cuanto a las dimensiones mínimas, todos los componentes de la armadura tendrán por lo menos, 65 mm de altura y 40 mm de ancho. En el caso de usar cuerdas, montantes o diagonales compuestas de elementos múltiples, el ancho de cada uno de ellos podrá ser reducido a 25 mm reales.
- ✓ Las cerchas deberán ser instaladas a plomo, con el espaciamiento correcto y alineadas de tal manera que los cordones superiores e inferiores generen planos perfectos.
- ✓ Las cerchas prefabricadas coplanares deberán tener tolerancias no mayores de 1.6 mm. en las uniones en el momento de la fabricación y no mayores a 3.2 mm en las uniones una vez estén en servicio.
- ✓ Los clavos, pernos, platinas, conectores o cualquier elemento metálico de unión deben tener una apropiada protección contra la oxidación. En caso de usar cartelas metálicas, éstas deberán estar protegidas contra la corrosión.

#### ***4.2.2 Título G, Capítulo 11 Prefabricación, Fabricación, Construcción, Montaje y Mantenimiento***

En los procesos de construcción de sistemas modulares, todas las labores de preparación del material, fabricación, transporte e instalación de los elementos, deberán regirse por prácticas normativas aceptadas por la ingeniería y la arquitectura y por los siguientes ítems:

- ✓ G.11.4.2 Limpieza del terreno: el terreno debe limpiarse de todo material vegetal y deben realizarse los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad. En los casos de construcciones con entrepiso elevado sobre el terreno deben tomarse las medidas que impiden el crecimiento de vegetación y anidamiento de animales debajo del piso.

- ✓ G.11.4.3 Cimentación: las obras de cimentación deben realizarse de acuerdo con las pautas estructurales y según las características de resistencia del suelo que deberán estar establecidas en el estudio de suelos.
- ✓ G.11.4.4 Protección contra la humedad: todo elemento estructural expuesto a la intemperie debe apoyarse sobre zócalos o pedestales de cemento o metálicos de tal forma que no permanezcan en contacto con el agua apozada y debe ser protegido. Para prevenir la condensación es necesario evitar los espacios sin ventilación, especialmente en climas húmedos. En aquellos ambientes que por su uso estén expuestos al vapor, como baños y cocinas, además de suficiente ventilación, deben protegerse las superficies expuestas con recubrimientos impermeables.
- ✓ G.11.4.7 Protección contra el fuego: no deben utilizarse elementos de calefacción que aumenten peligrosamente la temperatura de los ambientes, las paredes próximas a fuentes de calor deben aislarse con materiales incombustibles, las piezas estructurales básicas deben sobredimensionarse 3 mm en su espesor, en la cara más expuesta. Deben evitarse acabados que aceleren el desarrollo del fuego, tales como lacas y barnices oleo solubles. En el diseño de las instalaciones eléctricas debe tenerse en cuenta, además de las recomendaciones de G.11.4.9, un claro y fácil acceso a los tableros de cortacircuitos y de control. En edificaciones de uso comunitario como escuelas, centros de salud, oficinas, locales y centros comerciales, etc., por su tamaño y dada la gran velocidad de propagación del fuego, se deben considerar las siguientes recomendaciones:
  1. Acceso rápido y señalizado a las fuentes más probables de incendio.
  2. Distribución de extinguidores según las recomendaciones de expertos en combatir incendios.

3. Salidas de escape suficientes, de fácil acceso y claramente señalizadas.
  4. En las edificaciones de varios pisos deben proveerse escaleras exteriores de escape.
  5. Sistemas automáticos de detección, ya sea por humo o calor. Los depósitos para el combustible de estufas y calentadores deben localizarse fuera de las edificaciones y deben rodearse de materiales incombustibles o retardadores del fuego.
- ✓ G.11.4.8 Protección contra sismos: para lograr que las construcciones tengan una adecuada protección contra sismos es preciso que el diseño arquitectónico cumpla los siguientes requisitos de carácter estructural:
1. Que todos los elementos de la construcción estén debidamente unidos entre sí y la estructura anclada a la cimentación.
  2. Que la distribución de los muros en planta sea tal que la longitud de éstos en cada dirección permita resistir los esfuerzos producidos por el sismo.
  3. Que la cubierta no sea muy pesada con relación al resto de la estructura.
  4. Los elementos de las instalaciones de agua y desagüe se fijen a la construcción con soportes que eviten la rotura de los mismos durante los movimientos sísmicos.
  5. Las uniones de conexión a las redes públicas se hagan por medio de empalmes que permitan movimiento sin romperse.
  6. Las edificaciones de dos o más volúmenes se comporten independientemente en caso de sismo.
- ✓ G.11.4.9 Instalaciones eléctricas: la instalación eléctrica de una construcción debe cumplir con los requisitos generales exigidos por las empresas locales de suministro de energía y con lo establecido en el Código Eléctrico Nacional. La instalación eléctrica deberá tener

capacidad para entregar sin sobrecarga la energía eléctrica necesaria para el alumbrado y otros equipos instalados en la construcción.

- ✓ G.11.4.9.1 Conductores, cajas, tomacorrientes, interruptores y puntos de iluminación: todos los cables y alambres eléctricos deben conducirse por entre tuberías metálicas o de plástico, flexibles o rígidas, unidas por cajas metálicas o plásticas.
  1. El diseño y ejecución de la instalación eléctrica deberá tener en cuenta el sistema constructivo con el fin de permitir una correcta fijación de tuberías, cajas y aparatos.
  2. Las perforaciones y cajas que sean necesarias practicar en los elementos estructurales no deben comprometer su resistencia.
  3. Debe tenerse especial cuidado de que la instalación eléctrica no sea perforada o interrumpida por clavos que atraviesen los paneles y entramados.
  4. En caso de utilizarse a la vista, éstas deben fijarse a los elementos estructurales.
  5. Toda instalación eléctrica, interna o a la vista, debe quedar protegida de la lluvia y la humedad.
- ✓ G.11.4.9.2 Circuitos: los circuitos eléctricos deben llevar alambres y cables con capacidad de conducción suficiente para no sufrir sobrecargas. Cada circuito debe tener un interruptor de protección automático y además debe existir un interruptor general para todos, las cocinas, los calentadores y todos aquellos equipos que consuman gran cantidad de energía deben tener un circuito independiente cada uno, con cableado y cortocircuito de capacidad apropiada.
- ✓ G.11.4.10 Instalaciones hidráulicas y sanitarias: las instalaciones hidráulicas y sanitarias, deberán cumplir los reglamentos de construcción vigentes. El diseño de las redes de agua potable fría y caliente, aguas lluvias y redes de aguas negras y ventilación deberá tener en

cuenta el sistema constructivo y estructural. Se tendrá cuidado de no debilitar las secciones estructurales para lo cual se deberán ceñir estrictamente a G.3.4.3.1, referente NSR-10 – Capítulo G.11 – Preparación, fabricación, construcción, montaje y mantenimiento. Las tuberías de aguas negras en las baterías sanitarias deberán ser instaladas a lo largo de las vigas para no abrir cajas ni perforaciones en ellas, pero si ello no es posible, las tuberías deberán ser instaladas o por encima de las vigas, viguetas y piso, construyendo un sobre piso, con terminado en madera o baldosa. El diseño arquitectónico deberá contemplar ductos para bajantes de tuberías sanitarias, de ventilación y de lluvias. También se podrá contemplar la posibilidad de colocar las tuberías de las baterías sanitarias, por debajo de los elementos de entrepiso, para luego colocar un falso techo. Se recomienda revestir la tubería sanitaria con lana de vidrio, para evitar ruidos por el escurrimiento del agua. El diseño arquitectónico contemplará la coincidencia de baños en pisos diferentes, para la utilización de la menor cantidad de bajantes, y en un mismo piso la ubicación de baños y cocinas con el mismo objetivo. El diseño hidráulico y sanitario deberá contemplar que en el recorrido de las tuberías no se afecte la estabilidad estructural de la edificación, con cajas y perforaciones innecesarias.

- ✓ G.11.4.10.1: Tuberías, aparatos y desagües: pueden emplearse tuberías para el caso de agua potable fría P.V.C. plásticas y éstas serán de la calidad señalada en la tabla G.11.4-1 tanto para agua fría como para agua caliente. En el caso de agua caliente también se podrán utilizar tuberías de cobre, cuidando de utilizar abrazaderas y tornillos del mismo material, pues si se utilizan de material metálico diferente, se produce un proceso electroquímico altamente corrosivo. Las tuberías deberán fijarse convenientemente a la edificación, para evitar vibraciones que puedan romperlas o producir ruidos molestos. Antes de efectuar los

revestimientos, en las tuberías de agua potable, se deberá hacer una prueba de presión, en tiempo de temperatura constante, para verificar que no existan filtraciones de agua y lo anterior de acuerdo con el código nacional de instalaciones sanitarias en edificios. Los aparatos sanitarios deben ser apropiados para ser fijados a las paredes. Será necesario proveer en las estructuras y en los entramados los sitios de fijación de los aparatos, reforzándolos para el efecto. Las tuberías para suministro de agua y desagüe no deben servir de apoyo. Para los desagües podrán utilizarse tubería, plásticas tipo A. N. con mínimo una unión flexible cada 2 pisos en las bajantes, para que resistan las vibraciones y los cambios dimensionales naturales en las construcciones y deben fijarse a la estructura en forma tal que las vibraciones y dilataciones no las deterioren. El mismo tratamiento deberán tener las bajantes de Ventilación y de Aguas lluvias. Los puntos de empate a las redes externas de los elementos de agua y desagüe deben estar protegidos contra el efecto de los sismos cuando así lo requiere el Título A del Reglamento.

- ✓ G.11.5 Transporte y montaje: en las *generalidades* las recomendaciones aquí incluidas deben considerarse como mínimas para el transporte y montaje de las estructuras. Adicionalmente el constructor o el montador de las estructuras aplicarán las normas de la buena práctica constructiva para evitar accidentes y daños. En el *personal* la entidad responsable del montaje se asegurará que los carpinteros armadores tengan suficiente experiencia, sean dirigidos por un capataz responsable e idóneo y disponga del equipo y herramientas adecuadas. Todo personal que participe en la operación de montaje deberá estar amparado por una ARP y una EPS.

- ✓ G.11.5.3 Planos de montaje: los carpinteros armadores dispondrán de planos que contengan las indicaciones sobre izaje y ubicación de elementos estructurales, secuencia del armado, arriostramiento definitivo y precauciones especiales.
- ✓ G.11.5.4 Suministro Por La Obra: el constructor suministrará al armador de la estructura los ejes y niveles para adelantar el montaje. Igualmente entregará las bases, muros y vigas de apoyo niveladas y plomadas con mortero, hará los resanes y suministrará fuerza eléctrica de 110v a máximo 6 m del sitio de montaje, andamios y planchones completos, espacio de almacenamiento, campamento, vigilancia y vías de acceso.
- ✓ G.11.5.5 Transporte, cargue y descargue: las operaciones de transporte, cargue y descargue de elementos estructurales deberá hacerse de tal manera que no se introduzcan esfuerzos indeseables o daños en las superficies y aristas de los mismos. En lo posible se tratará de manipular las cerchas en forma vertical, esto es, como fueron diseñadas. Las operaciones de izado de elementos estructurales que se efectúan con grúas se deberán disponer de aparejos, estrobos y manilas apropiadas. El diseñador indicará en los planos de montaje los puntos de agarre.
- ✓ G.11.5.6 Almacenamiento: las piezas, vigas, cerchas, paneles prefabricados, etc., deben apilarse durante el transporte, y almacenarse en forma tal que no estén sometidos a esfuerzos para los que no hayan sido diseñados, los cuales pueden producir roturas y/o deformaciones permanentes. Las piezas y las estructuras deben mantenerse cubiertas de la lluvia, bien ventiladas y protegidas de la humedad y del sol y los patios de almacenamiento deberán quedar lo más cerca posible al sitio de montaje y en la obra deberán tener área e iluminación suficientes para permitir el manipuleo cómodo y seguro de los elementos estructurales.

- ✓ G.11.5.7 Anclajes, arriostramientos y empalmes: todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostrados, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y rigidez necesarias para cumplir con los propósitos del diseño. Los carpinteros armadores deberán poseer la preparación y experiencia necesarias, de acuerdo con la calificación establecida por el constructor responsable de la obra.
- ✓ G.11.5.7.1 Anclajes: el diseñador deberá especificar en los planos el tipo de anclaje, sus dimensiones y separaciones. Los anclajes a los muros o a la estructura de concreto deben ejecutarse de acuerdo con el diseño estructural.
- ✓ G.11.5.7.2 Arriostramiento temporal: el objetivo del arriostramiento temporal es el de garantizar un adecuado soporte a los elementos en el plano perpendicular, con el fin de mantenerlos en la posición señalada en los planos y que puedan resistir las fuerzas sísmicas y de viento durante la construcción. *El arriostramiento* temporal es responsabilidad del armador de la estructura. *El apuntalado* y arriostramiento temporales deben hacerse con puntales y listones de suficiente calidad estructural y no deben removerse hasta que la estructura esté aplomada, nivelada, asegurada y arriostrada definitivamente en el lugar que le corresponde. Como es práctica normal amarrar todas las estructuras entre sí, es muy importante asegurarse de que el primer elemento este bien soportado y aplomado. En el caso de *cerchas* y pórticos no se recomienda el uso de espaciadores cortos entre los elementos estructurales; en su lugar deben emplearse piezas largas, colocadas diagonalmente y clavadas a varios elementos con la separación definitiva. Debe prestarse atención especial al arriostramiento temporal de las cerchas, pórticos, arcos y vigas de cordones paralelos en el plano vertical. El arriostramiento temporal debe colocarse de tal

manera que no impida la instalación del arriostramiento definitivo y deberá mantenerse hasta que se instale el arriostramiento definitivo.

- ✓ G.11.5.7.3 Arriostramiento definitivo: el diseñador deberá especificar en los planos la clase de arriostramiento definitivo, sus dimensiones y ubicación. Estos contravientos, riostras y separadores deberán garantizar la estabilidad vertical y horizontal de los elementos estructurales, así como prevenir el pandeo de los mismos. El montador de la estructura deberá consultar con el diseñador cualquier modificación hecha a los planos.
- ✓ G.11.5.7.4 Cortes y cajas: el montador de las estructuras no deberá efectuar cajas, disminuciones de la sección o cortes no autorizados por el diseñador de la misma.
- ✓ G.11.5.8 Normas de seguridad: si algunas partes de la estructura que se está montando se utilizan como base para andamios se deben apoyar en sitios suficientemente resistentes. No debe dejarse ningún tornillo sin tuerca y arandela, ningún tornillo goloso debe sobresalir y a todo clavo que sobresalga se le debe doblar la punta. Durante el montaje deben respetarse las normas de seguridad del personal y emplearse los equipos de protección necesarios.
- ✓ G.11.6 Mantenimiento: en *generalidades* la edificación, aunque esté bien construida requerirá revisiones, ajustes y reparaciones para prolongar su vida útil. Al poco tiempo de construida probablemente será necesario arreglar fisuras en las uniones y desajustes en puertas y ventanas debidos al asentamiento en el terreno y al acomodo de la estructura y a la humedad del ambiente. Posteriormente será necesario efectuar revisiones periódicas y ejecutar los arreglos necesarios, por ejemplo, reclavar o apretar tuercas de los elementos que por la contracción debido a vibraciones o por cualquier otra razón se hayan desajustado. Si se encuentran roturas, deformaciones o podredumbres en las piezas estructurales dar aviso al constructor, repintar las superficies deterioradas por efectos del

viento y del sol, revisar los sistemas utilizados para evitar las termitas aéreas y subterráneas fumigar por lo menos una vez al año para evitar la presencia de insectos domésticos y ratas, mantener las ventilaciones de áticos y sobrecimientos sin obstrucciones, inspeccionar posibles humedades que puedan propiciar la formación de hongos y eliminar sus causas. limpiar y si es necesario, arreglar canales y desagües de los techos, verificar la integridad de la instalación eléctrica, los sistemas especiales de protección contra incendios deberán ser verificados en forma periódica y se deberán dejar informes de la intervención efectuada. En caso de construcciones sobre pilotes, revisar el apoyo homogéneo de la estructura, su nivelación y estado.

#### **4.2.3 Título K, Capítulo 3.8 Medios de Salida**

En el capítulo K 3.8.3.8, la norma habla acerca de los materiales de las escaleras, en el cual menciona que las huellas de las escaleras y de los descansos, deben acabarse con material rígido antideslizante. Enfatizando en que no se permiten escaleras de madera como medio de evacuación en ningún caso.

**Tabla 3.** *Parámetros más importantes.*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Fuerzas axiales en las barras.	Calculadas considerando los nudos como articulaciones.
Cargas distribuidas en las cuerdas superiores o inferiores.	Podrán ser consideradas como cargas puntuales equivalentes aplicadas en los nudos correspondientes para determinar las fuerzas axiales en las barras.

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Momentos de flexión generados por las cargas aplicadas en las cuerdas superiores.	Suponiendo que las cuerdas se comportan como vigas continuas apoyadas en los montantes o en los diagonales.
Incremento de esfuerzos admisibles.	Hasta un 10% si el espaciamiento entre armaduras es de 600 mm o menor, siempre que existan elementos que garanticen un arriostramiento lateral adecuado.
Longitud efectiva fuera del plano de la armadura.	Igual al espaciamiento entre ejes de correas.
Longitud efectiva en montantes o diagonales.	El 80% de la longitud entre centros de uniones.
Relación de esbeltez máxima.	50 para elementos sometidos a compresión, 80 para elementos sometidos a tensión.
Contra flecha.	Cuando no sea posible satisfacer los requisitos de deflexiones admisibles, se permite construir las armaduras usando contra flecha, que no será menor de 1/300 de la luz total.
Cálculo de deflexiones.	Basado en métodos habituales en la práctica de ingeniería, utilizando el módulo de elasticidad promedio $E_{prom}$ para espaciamientos entre armaduras iguales o menores a 600 mm, y $E_{min}$ para mayores.
Elevación del cordón inferior.	No más de 1/3 de la altura total de la cercha.

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Instalación de cerchas prefabricadas.	A plomo, con espaciamiento correcto y alineadas para generar planos perfectos.
Tolerancias en las uniones de cerchas.	No mayores de 1.6 mm en la fabricación y 3.2 mm una vez en servicio.
Protección contra la oxidación de elementos metálicos de unión.	Requerida, con especial atención a cartelas metálicas protegidas contra la corrosión.

Es evidente que la construcción de sistemas modulares de alojamiento y oficinas bajo la NSR 10 implica una serie de parámetros rigurosos que abarcan desde el diseño estructural hasta el montaje final.

El uso de una guía técnica a través de un checklist permite verificar paso a paso que se cumplan todos los requisitos exigidos por la normativa, desde la limpieza del terreno y la preparación de la cimentación hasta la instalación de las estructuras y las medidas de seguridad. Esto ayuda a garantizar la seguridad estructural de los alojamientos y oficinas, así como la protección contra riesgos como la humedad, el fuego y los sismos, tal como lo especifica la NSR 10 en sus diferentes capítulos.

La aplicación adecuada de estos requisitos es fundamental para cumplir con los estándares de calidad y seguridad exigidos por las normativas de construcción.

#### **4.3 Desarrollar una Lista de Chequeo, que Permita Establecer Controles Necesarios en los Procesos de Supervisión Técnica en Construcciones de Sistemas Modulares de Oficinas y Alojamientos.**

La lista de chequeo presentada, va dirigida a cubrir requerimientos de instalaciones e infraestructura especiales para su funcionamiento, en condiciones de cantidad, calidad y tiempo requeridos para los ambientes de servicio: alojamientos y oficinas con sistemas modulares.

Estas especificaciones, contienen las características técnicas particulares de las actividades contempladas en el proyecto y las normas que deben cumplir los materiales, acabados, mobiliario, redes, instalaciones, equipos, suministros y procedimientos de la misma; contienen la descripción, procedimiento de ejecución, tolerancias para aceptación, ensayos a realizar, materiales, equipo, referencias y otras especificaciones para cuantificar y pagar las obras ejecutadas.

Dentro de la guía técnica se va encontrar todos los procedimientos para la solicitud e instalación y puesta en funcionamientos de cualquier sistema modular. La lista de chequeo para la interventoría de construcciones de campamento de alojamiento y oficinas con sistemas modulares es presentada en el Apéndice A, a continuación, se describe cada uno de los puntos a intervenir:

1. Tiempo total de respuesta: Para determinar el tiempo total de respuesta el cual se debe establecer desde la solicitud hasta la puesta en servicio y correcto funcionamiento de los sistemas modulares, se identifican cinco (5) tiempos individuales en el modelo de prestación del servicio, que se describen a continuación, para efecto de la verificación de tiempos, el interventor tendrá que verificar si en la obra se encuentran las siguientes actas pertenecientes a:
  - ✓ Acta de tiempo de pre-alistamiento: durante el cual el contratista realiza visita de reconocimiento del sitio de instalación, elabora y presenta la información de inicio. Se estima

que el tiempo de pre-alistamiento no sea mayor a 1 semana con diseños generales, ni mayor a 3 semanas con diseños especiales (incluyendo el tiempo de verificación por parte del interventor, que no será mayor a una semana). Sin embargo, dependiendo el requerimiento particular por parte del cliente, el administrador determinara el tiempo que considere conveniente.

- ✓ Acta de tiempo de fabricación: corresponde al periodo de fabricación y/o adquisición de todos los componentes de los sistemas modulares. De manera simultánea el contratista debe llevar a cabo todas las adecuaciones en el sitio de instalación, es importante destacar que el tiempo se debe diligenciar o establecer el contratista.
- ✓ Acta de tiempo de transporte: teniendo como referencia las distancias terrestres de ciudades principales y sitios remotos y la distancia adicional que determina el cliente hasta el sitio de instalación, se determina el recorrido y la distancia total desde el origen de los sistemas modulares hasta el punto de destino donde se requiere su funcionamiento. La información anterior permite determinar el tiempo de transporte de los sistemas modulares por parte del contratista, en el caso que la ruta que determine el recorrido previamente establecido, se vea afectada por condiciones especiales ajenas al contratista (seguridad, bloqueos, afectaciones por eventos naturales), el administrador del contrato evaluará rutas alternativas, tiempos y costos correspondientes.
- ✓ Acta de tiempo de cargue y descargue: teniendo en cuenta la información de la visita de reconocimiento, el contratista determina la maquinaria a utilizar y el tiempo que tomara en el descargue o (cargue si aplica) de los sistemas modulares.

- ✓ Acta de tiempo de instalación: periodo en el cual se lleva a cabo la instalación de todos los elementos de sistemas modulares y complementarios funcionales, incluyendo las pruebas de puesta a punto hasta poner en servicio satisfactoriamente.
  - ✓ Acta de tiempo de ejecución: el contratista deberá asegurar la entrega de la dotación conforme a la disponibilidad de la misma a suministrar y los acuerdos previos establecidos con la empresa y que serán avalados entre las partes por medio de un cronograma de entrega donde se definirá la fecha establecida a suministrar por el contratista a la empresa, siempre que la misma venga de una solicitud u orden de servicio expresa del contratante.
2. Condiciones existentes en el sitio de construcción: durante esta etapa el área de la empresa interesada en requerir el servicio identifica los sistemas modulares como la solución de una determinada necesidad previamente identificada. Es importante identificar las condiciones existentes del sitio donde se proyecta la instalación y el tipo de adecuaciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas modulares, considerando
- ✓ Suministro de energía
  - ✓ Suministro de agua potable
  - ✓ Tratamiento de agua residual
  - ✓ Disposición de residuos y demás condiciones específicas.
  - ✓ Acta de inicio.
3. Gestión de servicio: fabricación, adecuaciones y transporte de sistemas modulares: para iniciar el proceso de fabricación y/o adquisición de sistemas modulares, la interventoría debe verificar:
- ✓ Los diseños generales y/o específicos
  - ✓ El render 3D

- ✓ El programa de instalación y la programación correspondiente.

Si a criterio del interventor alguno de los anteriores tiene observaciones o inconsistencias, solamente se autorizará el inicio de fabricación hasta cumplir satisfactoriamente con la información presentada, paralelo a la fabricación y/o adquisición de sistemas modulares y complementarios funcionales, se debe llevar a cabo dentro del mismo periodo de tiempo todas las adecuaciones en sitio que son necesarias para instalar los sistemas modulares e iniciar con la logística necesaria para el transporte de los mismos.

4. Gestión de servicio. Instalación de sistemas modulares: luego de realizar adecuaciones del sitio, se debe enviar un informe que confirme la finalización, para que la empresa de interés proceda a autorizar al contratista el inicio de instalación de los sistemas modulares. Tener en cuenta que todas las adecuaciones locativas deben realizarse durante el mismo periodo de tiempo en que se lleva a cabo la fabricación y el inicio de la instalación de los sistemas modulares y complementarios funcionales, se debe llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en el acta de inicio, es importante destacar que el acta de inicio debe establecer las condiciones existentes en sitio, compromisos de ambas partes y observaciones importantes a considerar durante el seguimiento del proceso, adicionalmente se debe verificar materiales y equipos que se utilicen en el sitio de instalación. En este punto, el interventor deberá verificar que la obra cuenta con:

- ✓ Informe de finalización de la adecuación en el sitio

5. Diseño y documentación técnica: en casos particulares el administrador del contrato podrá solicitar diseños específicos e información técnica adicional para los sistemas modulares a proveer, los cuales se indican a continuación sin excluir cualquier otro que también corresponda, el interventor deberá verificar que la obra cuente con:

- ✓ Diseños estructurales: firmados por el ingeniero civil responsable. Corresponde a la cimentación, elementos estructurales y no estructurales de los sistemas modulares.
- ✓ Diseños eléctricos: firmados por el ingeniero electricista responsable. Incluyen los elementos internos y externos de los sistemas modulares (tomas, interruptores acometidos, luces, tableros, generadores, tableros de transferencias y distribución).
- ✓ Diseños hidráulicos: firmados por ingeniero civil / especialista hidráulico responsable. Incluyen acometidas hidrosanitarias internas y externas, planta de tratamiento de agua potable y residual, tanques de almacenamiento de agua potable y residual, equipos de presión, estaciones de bombeo, lechos de secado, pozos sépticos, y demás necesarios.
- ✓ Diseños mecánicos: firmados por el ingeniero mecánico. Incluyen todos los elementos y equipos mecánicos para sistemas de aire acondicionado, sistemas detección y conraincendios, sistemas de tratamiento de agua potable y residual, y demás necesarios.
- ✓ Diseños arquitectónicos: firmados por el Arquitecto responsable. Corresponde a los diseños internos y externos que componen la arquitectura de todo el sistema modular, incluyendo espacios, iluminación, materiales y demás elementos que correspondan, para lo cual debe considerar e integrar la información de todas las especialidades enunciadas anteriormente.

## 6. Especificaciones técnicas de alojamiento (habitación):

### 6.1 Pisos:

- ✓ Recubrimiento antideslizante para tráfico pesado.
- ✓ La sobrecarga mínima de diseño debe ser de  $250\text{kg/m}^2$ .

### 6.2 Paredes y techos: el interventor deberá verificar que:

- ✓ Los elementos laterales y superiores que encierran la unidad modular (paredes exteriores y techo) y las divisiones internas (paredes interiores) deben estar conformados por paneles tipo sándwich.
- ✓ El diseño de espesores y propiedades detalladas de los materiales a utilizar deben cumplir con todos los requerimientos normativos que garanticen entre otros: resistencia mecánica, resistencia al fuego, aislamiento térmico, aislamiento acústico y componentes no tóxicos ni perjudiciales a la salud.
- ✓ Para el diseño del techo y paredes, además de la condición normal de carga, se debe considerar las condiciones de viento, lluvia, granizo y el correspondiente sistema de evacuación. Contar con mecanismos de aislamiento térmico, mediante el uso de materiales permitidos, para garantizar un coeficiente de conductividad termal no superior a  $0.4\text{W/m}^2\text{ K}$  y una resistencia térmica superior a  $0,5\text{ m}^2\text{ K/W}$ .

6.3 Puertas externas: el interventor tendrá que verificar que el sistema de puertas cuente con:

- ✓ Sistema de control de ingreso y seguridad de las instalaciones (chapa inteligente, con clave y/o tarjeta).
- ✓ El acero de puerta y marco galvanizado y con acabado en pintura electrostática.
- ✓ Debe tener una puerta por cada ambiente.
- ✓ La puerta se debe ubicar de tal manera que no genere obstrucciones en el espacio interior, y proporcionar un cerramiento que garantice la estanqueidad para el aire acondicionado, y no permita el ingreso de insectos o animales.

6.4 Puertas internas: el interventor tendrá que verificar que el sistema de puertas cuente con:

- ✓ Sean de material de fibra de vidrio o similar al utilizado en paredes y techo.
- ✓ Tipo sencilla con ancho entre 0,8 y 1,0 mt y alto entre 2,1 y 2,3 mt.

6.5 Ventanas: el interventor tendrá que verificar que las ventanas cuenten con:

- ✓ Marco en PVC de una sola hoja, con doble vidrio templado y que garantice el aislamiento termoacústico, película de protección solar
- ✓ La apertura de ventana se encuentre hacia afuera o corredera o basculante.

6.6 Toma corriente, interruptores, voz y datos: el interventor tendrá que verificar que las toma corriente, interruptores y sistemas de voz y datos cuenten con:

- ✓ En el caso de alojamientos el número de tomas mínimo debe ser proporcional al número de camas instaladas
- ✓ Se encuentren ubicadas al alcance de la mano de los usuarios
- ✓ Una toma doble en el área del lavamanos
- ✓ Dos de uso general
- ✓ Interruptores eléctricos sencillos.
- ✓ Cableado de voz y datos acorde a RETIE y ANSI/TIA/EIA 569 A, sin limitarse a ella.

6.7 Detector de humo: el interventor tendrá que verificar que el detector de humo cuente con:

- ✓ Tono de alarma de mínimo 85db
- ✓ Duración de batería superior a un año
- ✓ Indicador de batería baja y botón led
- ✓ Su ubicación y cantidad debe cumplir según norma NFPA, como mínimo debe haber un detector por cada habitación.

6.8 Escalera de acceso: el interventor tendrá que verificar que la escalera de acceso cuente con:

- ✓ Una escalera construida en metal, con acabado antideslizante y superficie protegida con pintura anticorrosiva que impida la acumulación de agua, el ancho de la escalerilla deberá mínimo ser igual al ancho de la puerta, tener barandillas o pasamanos.

6.9 Aire acondicionado: el interventor tendrá que verificar que el aire acondicionado cuente con:

- ✓ Garantía de confort entre 18°-24°.
- ✓ Equipos con los niveles requeridos de refrigeración y ventilación.
- ✓ Tubería y elementos necesarios para su correcto funcionamiento.
- ✓ Fino acabado y operación suave y silenciosa con un nivel de ruido mínimo a alta velocidad.
- ✓ Reinicio automático en caso de corte de energía
- ✓ Ubicado de tal forma que no se genere obstáculos para su descarga.

6.10 Iluminación: el interventor tendrá que verificar que el sistema de iluminación cuente con:

- ✓ Sistemas de iluminación tipo led, teniendo en cuenta los espacios, el mobiliario, la eficiencia lumínica, la temperatura de color, el índice de reproducción cromática, la altura, los ángulos y la armonía, garantizar la calidad de iluminación, uso racional y eficiente, seguridad y contribución al bienestar de sus habitantes.

6.11 Conexiones hidráulicas, sanitarias y eléctricas: el interventor tendrá que verificar que las conexiones hidráulicas, sanitarias y eléctricas cuenten con:

- ✓ Cada área de trabajo debe ser servida al menos por una salida/conector de telecomunicaciones.
- ✓ Ubicación cercana a la salida eléctrica que alimente el equipo de telecomunicaciones

(dentro de 1m).

- ✓ La altura para la instalación de la salida de telecomunicaciones depende de los muebles encontrados y de las necesidades del usuario final, aunque puede considerarse una altura de 30cm sobre el nivel de piso terminado, en ausencia de alguna otra especificación.

6.12 Baño: el interventor tendrá que verificar que el baño cuente con:

- ✓ Extractor de olores
- ✓ Ducha con rejilla
- ✓ Juego de incrustaciones para baño con mínimo 6 piezas (Toallero, soporte para papel higiénico, toallero largo, soporte multiusos, jabonera)
- ✓ Lavamanos
- ✓ Sanitarios elaborados con materiales resistentes, impermeables y de fácil aseo.
- ✓ Puerta para cerramiento, con excepción del área del lavamanos la cual podrá ser abierta
- ✓ Tubería sanitaria
- ✓ Las paredes en los compartimientos en los servicios higiénicos deberán estar recubiertas en material impermeable liso.

**Tabla 4.** *Resumen procesos de supervisión.*

N°	Chequeo	Detalles verificados
1	Tiempo total de respuesta	Actas de pre-alistamiento, fabricación, transporte, cargue, descargue, instalación y ejecución.
2	Condiciones en el Sitio de Construcción.	Suministro de energía, agua potable, tratamiento de agua residual, disposición de residuos. Acta de inicio.

N°	Chequeo	Detalles verificados
3	Gestión de Servicio – Fabricación.	Diseños, render 3D, programa de instalación y programación.
4	Gestión de Servicio – Instalación.	Informe de finalización de adecuaciones en el sitio.
5	Diseño y Documentación Técnica.	Diseños estructurales, eléctricos, hidráulicos, mecánicos, arquitectónicos.
6	Especificaciones Técnicas de Alojamiento	Detalles sobre pisos, paredes, techos, puertas, ventanas, tomas de corriente, interruptores, voz y datos, detector de humo, escalera de acceso, aire acondicionado, iluminación, conexiones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, y baños.

La lista de chequeo presentada abarca de manera exhaustiva los aspectos críticos a tener en cuenta durante la planificación, fabricación, transporte, instalación y puesta en servicio de sistemas modulares para campamentos de alojamiento y oficinas.

Cada parámetro, desde el tiempo de respuesta hasta las especificaciones técnicas de alojamiento, se diseñó con el propósito de garantizar que todas las fases del proyecto se ejecuten de manera eficiente, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad requeridos para proporcionar entornos de trabajo y descanso adecuados.

#### 4.4 Socialización de la Lista de Chequeo de los Procesos de Control de Sistemas Modulares Relacionados con Oficinas y Alojamientos

La empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S., es una sociedad por acciones simplificadas matriculada el viernes 30 de noviembre de 2012 con domicilio registrado en la ciudad de Bucaramanga. Esta empresa se dedica principalmente a la construcción de otras obras de ingeniería civil, en la actualidad cuenta con 5 empleados fijos, quienes son responsables de liderar las obras de construcción en las que participa la empresa.

La socialización de la lista de chequeo sobre los procesos de control de sistemas modulares desarrollada como requisito de proyecto de grado de la especialización en interventoría y supervisión de la construcción de la Universidad Santo Tomás, se llevó a cabo el día 29 de agosto del año 2022 en la empresa Serrano & Cabrales constructores S.A.S. la cual es una empresa dedicada a las construcción, rehabilitación y el diseño de inmuebles y diferentes espacios, cumpliendo con las especificaciones del cliente y el confort arquitectónico de la zona, la lista fue entregada al señor Juan Francisco Cabrales Arévalo en representación de la empresa y a su grupo de trabajo, el cual hace parte de los proyectos con sistemas modulares que ofrece la empresa, en el Apéndice B se puede observar el acta de entrega. A continuación, se presentan las evidencias de la capacitación sobre el modo de aplicación de la lista de chequeo:

**Figura 8.** *Capacitación de lista de chequeo en la empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S.*



Después de la socialización, el grupo de trabajo aplico la lista de chequeo en uno de sus proyectos de construcción sostenible de campamentos de alojamientos, como resultado, el equipo de trabajo encuentra que, con la lista de chequeo elaborada en este proyecto, se le facilitara el control de los lineamientos básicos en este tipo de obra, asimismo, la lista de chequeo le permite supervisar las condiciones de diseño con la que debe contar este tipo de obra.

**Figura 9.** *Campamento de Sistema Modular de la Empresa Serrano y Cabrales Constructores S.A.S*



## 5. Conclusiones

A partir de la experiencia laboral y según lo evidenciado en las diferentes investigaciones encontradas en la literatura, se evidencia que uno de los principales problemas presentes en las construcciones de campamentos modulares, causados por la falta de una guía técnica que facilite la interventoría de este tipo de construcción, se presenta en la desorganización con la que son construidos estos campamentos, ocasionando pérdidas económicas para las empresas.

La presente investigación permitió dar a conocer la relevancia que tiene la construcción modular en la actualidad frente a la tradicional, adicionalmente dio a conocer todo los aspectos técnicos de diseño modular y la prefabricación en construcciones de alojamientos y oficinas, permitiendo garantizar que el documento presente sea una herramienta funcional para las empresas a la hora de toma de decisiones para la implementación de construcción modular.

En primer lugar, el análisis de los fallos identificados en las construcciones modulares subraya la necesidad de una planificación técnica exhaustiva, que incluya guías de construcción claras, selección cuidadosa de materiales y estudios preliminares de suelos. Estos elementos son fundamentales para evitar pérdidas económicas, retrasos en la ejecución y limitaciones en la funcionalidad de los espacios construidos. Es evidente que la experiencia compartida en estos casos enfatiza la importancia de un enfoque integral y técnico para garantizar la viabilidad de los proyectos de construcción modular.

En segundo lugar, el cumplimiento de los parámetros rigurosos establecidos por la normativa NSR 10 en la construcción de sistemas modulares de alojamiento y oficinas es crucial. El uso de una guía técnica a través de un checklist permite verificar paso a paso el cumplimiento de todos los requisitos exigidos por la normativa, desde la preparación del terreno hasta la instalación final. Esto no solo garantiza la seguridad estructural de los espacios construidos, sino que también protege contra riesgos como la humedad, el fuego y los sismos, tal como lo especifica la NSR 10. La implementación de esta guía técnica se convierte en un componente esencial para cumplir con los estándares de calidad y seguridad exigidos por la normativa.

Finalmente, la exhaustividad de la lista de chequeo presentada en el tercer objetivo abarca todos los aspectos críticos durante todas las fases del proyecto de construcción modular. Cada parámetro, desde la planificación hasta la puesta en servicio, se diseñó con el propósito de

garantizar la eficiencia en la ejecución del proyecto, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad necesarios para proporcionar entornos de trabajo y descanso adecuados. La implementación de esta guía técnica a través del checklist se revela como una herramienta indispensable para garantizar el éxito del proyecto en su totalidad.

Presentado en este documento, sirve como guía para la interventoría del desarrollo de las construcciones modulares de alojamiento y oficinas, representando una base para futuras investigaciones por parte de investigadores de la universidad Santo Tomas; fortaleciendo con esto el vínculo de la academia y la industria, al facilitar mecanismos de intervención sencillos y eficaces.

### Referencias

Abrilsartor. (2019). *Fragmentación en la arquitectura*.

<https://mabrilsartorimd2019.wordpress.com/2019/09/03/fragmentacion-en-la-arquitectura/>

Aldana Moreno, L. (2015). *Sistema modular móvil con base en estructuras desarmables para atender el problema de seguridad policial en zonas de conflicto armado* [Tesis de Pregrado, Universidad la Gran Colombia].

[https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3153/Sistema\\_modular\\_movil.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3153/Sistema_modular_movil.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Boxtainerchile (2020). *Guía para construir cimientos de apoyo para contenedores* [Fotografía]

[https://www.boxtainerchile.cl/download/contruccion-de-poyos-contenedores\\_c.pdf](https://www.boxtainerchile.cl/download/contruccion-de-poyos-contenedores_c.pdf)

Burgos Guevara, P. (2023). *Evaluación a la implementación del sistema constructivo modular en construcciones VIS: caso de estudio Tocancipá*. Universidad de los Andes.

Correa Pizarro, J. J. (2019). *Del componente al campamento: Replanteamiento del modelo de prefabricación industrializada para alojamientos mineros flexibles*.

<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/26484>

Davinci. (2021, marzo 29). *Conceptos Básicos De Interventoría De Obras | Interventoría*.

<https://www.davinci.com.co/interventoria/conceptos-basicos-de-interventoria-de-obras/>

Devia Valenzuela, M. N. (2020). *Construcción modular: Elaboración de un procedimiento de calidad en construcción modular* [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor].

<http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/7650>

Dind, A., Lufkin, S., & Rey, E. (2018). *A Modular Timber Construction System for the Sustainable Vertical Extension of Office Buildings. Designs, 2(3), 30.*

<https://doi.org/10.3390/designs2030030>

Hernandez Niño, C. A., Grimaldo Quintero, A. F., y Peñaloza Pacheco, B. J. (2019). *Sistema modular para muros divisorios con madera reciclada.*

<https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5570>

Icontec. (1987). *NTC 2332 Construcción de edificaciones. Coordinación modular. Principios y reglas.* <https://tienda.icontec.org/gp-construccion-de-edificaciones-coordinacion-modular-principios-y-reglas-ntc2332-1987.html>

Icontec. (1988). *Norma técnica colombiana NTC 2446.* <https://docplayer.es/92970989-Norma-tecnica-colombiana-2446.html>

INVES vanguardia en espacio modular (2020). *Fundaciones apoyo* [Fotografía]

<https://www.espaciomodular.cl/producto/fundaciones-apoyo/>

Logiempaques S.A.S (2020). *Protección térmica* [Fotografía]

<https://www.logyempaques.com/productos/liner-termico-para-contenedor/>

Merino, G.-P., & Manuel, J. (2023). *Sistemas modulares en construcción: lean construction. Módulo A.*

Microcel. (2022). *Paneles y láminas microcel.*

Mincultura. (2017). *Características y especificaciones técnicas para la construcción de las bibliotecas tipo en sistemas alternativos modulares.*

[https://www.findeter.gov.co/system/files/convocatorias/PAF-EDV-O-010-2017/PAF-](https://www.findeter.gov.co/system/files/convocatorias/PAF-EDV-O-010-2017/PAF-EDV-O-010-)

[EDV-O-010-2017%40Proyecto\\_Biblioteca\\_Findeter\\_Ungia\\_Especificaciones\\_31\\_01\\_17.pdf](https://www.findeter.gov.co/system/files/convocatorias/PAF-EDV-O-010-2017%40Proyecto_Biblioteca_Findeter_Ungia_Especificaciones_31_01_17.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*.

<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

Morales Arroyo, L. A. (2017). *Supervisión técnica en la construcción de viviendas por el método tradicional utilizando block* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6937/1/Luis%20Alberto%20Morales%20Arroyo.pdf>  
pdf

Noticias la verdad cada mañana (2023). *Contenedor* [Fotografía]

<https://noticiasdequeretaro.com.mx/2022/07/16/tracto-cae-a-desnivel/>

Ofiprix. (2021, septiembre 9). Oficinas modulares prefabricadas: Pros y contras. *Blog Ofiprix - Consejos sobre mobiliario y salud en la oficina*. <https://www.ofiprix.com/blog/oficinas-modulares-prefabricadas/>

Orozco Carrillo, J. (2018). *Análisis y propuesta de industrialización de la construcción de la vivienda VIS en Colombia*. Universidad de los Andes

Parro. (2022). *Definición de sistema porticado tridimensional y conceptos relacionados*.

<https://www.parro.com.ar/definicion-de-sistema+porticado+tridimensional>

Perea Rentería, Y. A. (2012). *Sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional* [Tesis de Posgrado, Universidad de Medellín].

<https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/359/Sistemas%20constructivos%20y%20estructurales%20aplicados%20al%20desarrollo%20habitacional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Posted. (2012). *Conexiones Apernadas / Uniones y Conexiones de Acero Estructural*.

<https://unionesacero.wordpress.com/2012/07/08/conexiones-apernadas/>

Rodrigo González González y Jorge Jimeno Bernal(2012). *Check list Lista de chequeos*

<https://www.pdcahome.com/check-list/>

Romero, J., y Rojas, R. (2018). *Diseño de un sistema de construcción modular en acero para vivienda social en altura. Informador Técnico*, 82(2), 270-276.

<https://doi.org/10.23850/22565035.1501>

Ropero Rago, D., y Comas Mora, A. (2013). *Construcción modular de viviendas y arquitectura*.

Dream.

<https://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Construccion/%5BPD%5D%20Libros%20-%20Construccion%20Modular%20y%20Arquitectura.pdf>

Sabat Flores, C. (2016). *Construcción Modular Un sistema que gana terreno*.

<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=136>

Sánchez González, J. C. (2016). *Construcción modular ligera energéticamente eficiente*

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5276/1/AcostaCorredorJonathanMarl>

The facade solution. (2022). *Definición de fibrocemento – Sistemas de fachadas*.

<https://sistemasdefachadas.com/definicion-de-fibrocemento/>

Thai, H.-T., Ngo, T. y Uy, B. (2020). Una revisión sobre la construcción modular para edificios de gran altura. *Estructuras* , 28 , 1265-

1290. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.09.070>

Sánchez González, J. C. (2016). *Construcción modular ligera energéticamente eficiente*

[Fotografía]

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5276/1/AcostaCorredorJonathanMarle>

Torralba Cloquell, J. G. (2020). *Análisis de la viabilidad técnica y económica del montaje de un prototipo de edificio mediante sistema de construcción modular.*

<http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/151678>

Unknown. (2013, marzo 23). Inmobiliaria JD BASALDUA: Vivienda Rural 01. *Inmobiliaria JD BASALDUA*. <http://ibasaldua.blogspot.com/2013/03/vivienda-rural-01.html>

Vergara Ramirez, J. A., & Zuñiga Garay, H. H. (2022). *Análisis comparativo entre el sistema constructivo convencional y el Sistema Steel Framing mediante el desarrollo de módulos básicos unifamiliares considerando el rol de la autoconstrucción en el Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

# SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIONES CON SISTEMA MODULAR

## Apéndices A

### *Lista de chequeo para alojamiento*



Lista de Chequeo Para Controles Necesarios en los Procesos de Supervisión Técnica en Construcciones de Sistemas Modulares de Alojamientos y oficinas				
Nombre de la obra:		Tipo de construcción:		
Parámetro	Supervisión técnica	Cumple	No cumple	Observación
1. Tiempo total de respuesta	Tiempo de pre-alistamiento			
	Tiempo de fabricación			
	Tiempo de transporte			
	Tiempo de cargue y descargue			
	Tiempo de instalación			
	Tiempo de ejecución			
2. Condiciones existentes en el sitio de construcción.	Condición de suministro de energía			
	Condición de suministro de agua potable			
	Condición para el tratamiento de agua residual			
	Disposición de residuos			
	Acta de inicio			
3. Gestión del servicio de fabricación	Verificación de los diseños generales y específicos			
	Verificación del render 3D			
	Programa de instalación			
4. Gestión de servicio de instalación	Informe de finalización de la adecuación en el sitio			
5. Diseño y documentación técnica	Diseño estructural			
	Diseños eléctricos			
	Diseños hidráulicos			
	Diseños mecánicos			
	Diseños arquitectónicos			
6. Especificaciones técnicas	Pisos			
	Paredes y techos			
	Puertas externas			
	Puertas internas			
	Ventanas			
	Toma corriente, interruptores, voz y datos			
	Detector de humo			
	Escalera de acceso			
	Aire acondicionado			
	Iluminación			
	Conexiones hidráulicas, sanitarias y eléctricas			
	Baño			


**Apéndice A***Socialización de la lista de chequeo de los procesos de sistemas modulares*

Bucaramanga, agosto 29 de 2022

Acta N° 1. Entrega de guía técnica para la interventoría de construcciones de campamentos de alojamiento y oficinas con sistemas modulares.

Reunidos en la ciudad de Bucaramanga, el señor Juan Francisco Cabrales Arévalo en representación de la empresa Serrano y Cabrales Constructores SAS con NIT 900574400-0 y el señor Walter Jovany Rueda Morales estudiante de la Especialización de Interventoría y supervisión de la construcción de la Universidad Santo Tomás, sede Bucaramanga; se hace entrega por parte del estudiante, de la guía técnica para la interventoría de construcciones de campamentos de alojamiento y oficinas con sistemas modulares, la cual va dirigida a cubrir requerimientos de instalaciones e infraestructura especiales para su funcionamiento, en condiciones de cantidad, calidad y tiempo requeridos para los ambientes de servicio: alojamientos y oficinas con sistemas modulares.

En constancia, firman:



SERRANO &  
CABRALES  
Constructores S.A.S.  
900574400-0  
Firma Autógrafa  
Quien Recibe



Quien entrega

Móvil : 317 574 8307 / 317 502 9148  
Email: sycgerencia@yahoo.com  
Bucaramanga / Colombia