



PROPUESTA TRABAJO DE TITULACIÓN: CONSTRUCCIÓN MODULAR
ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN
MODULAR

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos

Para obtener el título de Constructor civil

Estudiante:

Mathias Nicolás Devia Valenzuela

Profesor Guía:

Francisco Omar Lagos Peralta

Fecha:

Junio 2020

Santiago, Chile

RESUMEN

Este presente documento habla sobre la construcción modular donde veremos sus ventajas y desventajas como también analizaremos a través de un análisis y desarrollo los problemas generados dentro de la construcción industrializada para luego entregar soluciones concretas entregará información detallada que servirá de guía práctica en procedimientos para futuros constructores civiles dedicados al rubro.

También se dará un enfoque sustentable con el tema de los RCD para sacar ideas y mejorar estos parámetros que son de suma importancia en el crecimiento de esta industria con el compromiso de reducir impacto ambiental generando proyectos a futuro.

La finalidad de este proyecto es enfocar el control preventivo para no perjudicar los tiempos y costos de cada proyecto logrando cumplir con los objetivos en un entorno seguro para el personal y entregar productos de calidad.

Palabras Claves:

- Construcción Modular
- RCD (Residuos De Construcción)
- control Preventivo

SUMMARY

This paper talks about modular construction where we will see its advantages and disadvantages as we will also analyze through an analysis and development the problems generated within the industrialized construction and then deliver concrete solutions detailed information to be used as a practical guide in procedures for future civil builders in the field.

A sustainable approach will also be given to the topic of RcDs to get ideas and improve these parameters that are of paramount importance in the growth of this industry with the commitment to reduce environmental impact generating projects in the future.

The purpose of this project is to focus on preventive control so as not to damage the time and costs of each project, achieving the objectives in a safe environment for staff and delivering quality products.

Keywords:

- Modular Construction
- RCD (Waste Building Materials)
- Preventive control

Índice

Introducción	7
Antecedentes Generales	8
1.- Historia de la construcción modular	8
2.- Construcción modular en Chile	8
Desarrollo y alcance	9
Planteamiento Del Problema	10
Formulación del Problema	11
Objetivos Generales y Específicos/Vialidad y Deficiencias	12
Objetivos Generales	12
Vialidad	13
Deficiencias	15
Objetivos específicos	16
Objetivo 1: Descripción construcción	16
Objetivo 2: Descripción Problema	17
Objetivo 3: Describir solución	23
Marco Teórico	28
Metodología general de trabajo	29
PLANO PROYECTO INCO	32
Materialidad estructura modular Remanso	35
INSTALACION SANITARIA	35
FUNDACIONES	36
PISOS (1er, 2do piso)	36
MURO EXTERIOR (1er, 2do piso)	37
DIVISIONES INTERIORES	38
PANEL TECHO (1er piso)	39
CUBIERTA (2do piso)	39
Análisis De Los Procedimientos y Soluciones	40
Procedimientos de mejora	43
Checklist	44
Subcontratos	44
Estado de equipo maquinaria	45
Aporte Personal	45

Datos analizados y resultados ya que son de guía práctica para futuros constructores dedicados a la construcción modular.	46
Sugerencia de mejoramiento en construcción	47
Conclusión	47
Referencias	49

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO

Introducción

Mediante el presente informe se investigará acerca de los distintos procesos que se llevan a cabo para la construcción modular, y cómo esta ha ido cambiando a través del tiempo.

La construcción modular es un proceso por el cual un proyecto se lleva a cabo fuera del espacio donde estará emplazada para su uso, permitiendo tener una construcción sustentable de igual calidad que una construcción tradicional, con las mismas posibilidades de diseño, materiales y siempre rigiendo por las distintas normativas vigentes. Estas edificaciones constan de distintos módulos, cada uno con funciones específicas según las necesidades del cliente, los cuales, en una etapa final, se transportan y ensamblan en el lugar de destino.

Los distintos módulos son fabricados en un entorno industrial, regido por los más altos estándares de seguridad y calidad para entregar al cliente el producto y servicio deseado. Esto le permite a la empresa acotar riesgos y manejar todos sus procesos a través de controles realizados dentro de sus instalaciones.

Las construcciones modulares se utilizan en casi cualquier zona geográfica. Gracias a su fácil instalación y flexibilidad, se pueden encontrar proyectos tales como edificaciones en altura, viviendas, minería, instalación de faenas, entre otros, logrando un amplio y variado mercado. (Viviendu, 2015, párr 2).¹

¹Viviendu. (2015). *¿Qué es exactamente la construcción modular?* España: Viviendu. Recuperado de <https://viviendu.com/wiki/que-es-exactamente-la-construccion-modular/>

Antecedentes Generales

1.- Historia de la construcción modular

La construcción modular se hizo sumamente popular después del fin de la Segunda Guerra Mundial. Se consolidó como una nueva forma de construir a partir de las solicitudes que presentaron los soldados, quienes querían establecerse con sus familias, y la necesidad de reconstrucción de post guerra que asoló Europa.

Debido a la alta demanda por viviendas, y la baja oferta de éstas mismas, el mercado de la construcción tradicional no dio abasto, lo que llevó a la población a buscar nuevos métodos constructivos, encontrando así la construcción modular. Esta, se convirtió en una solución eficiente, que ayudó en la reducción de costos y tiempo, creciendo exponencialmente en el siglo 20.

Hoy se conservan viviendas modulares de la década del '50 en perfecto estado. Estas eran mucho más simples que lo que se puede encontrar en el mercado en estos tiempos. (Viviendu, 2015, párr. 1)²

2.- Construcción modular en Chile

En Chile, la construcción modular es un tema que se ha ido desarrollando de forma gradual, puesto que cada año aumentan las empresas que apuestan por este sistema constructivo gracias a las ventajas que ofrece para los proveedores, los trabajadores y el cliente, logrando alcances de tiempo, costo, seguridad y sustentabilidad. Esto es en gran medida satisfactorio, dado que, al desarrollarse las obras de construcción en un mismo lugar, se buscan evitar los riesgos para los trabajadores y bajar los índices de contaminación.

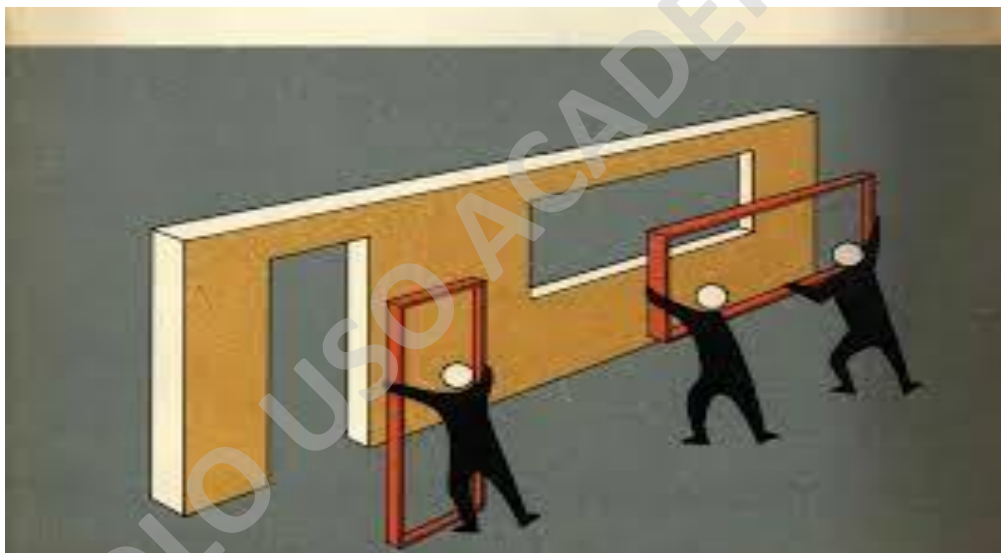
Para cumplir con los objetivos anteriores, las empresas ocupan sistemas de industrialización automática en algunas partidas con el fin de ahorrar tiempo y aumentar su producción. En el caso de la industria minera, incluyen además soluciones de instalación de faenas, viviendas y bodegaje, logrando establecer productos en distintos lugares de difícil acceso.

²Viviendu (2015). *Historia de la construcción modular*. España: Viviendu. Recuperado de: <https://viviendu.com/wiki/historia-de-la-construccion-modular/>

Desarrollo y alcance

Para lograr el desarrollo de esta investigación se deben realizar búsquedas efectivas en internet, libros, ensayos, visitas a empresas relacionadas en el rubro de la construcción modular o similar, y entrevistas a expertos en el área, para así obtener un trabajo de calidad que cumpla con los estándares requeridos por la dirección de escuela.

Junto con lo anterior mencionado, se complementará la investigación con la práctica profesional realizada en una empresa dedicada al rubro de la construcción modular, puesto que de este modo se logrará una mejor visión de cómo es el proceso de su implementación y qué puntos de este se pueden mejorar.



Fuente: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/56999/1/255509.pdf>

Planteamiento Del Problema

Cuando se refiere a las dificultades que se presentan en los proyectos empresariales, uno de los principales problemas es la distribución o manejo del tiempo estimado, el cual puede iniciar desde un par de meses y extenderse hasta años de construcción. En esta área, los contratos estipulan un presupuesto acorde al tiempo que demorará la construcción, por ende, cada atraso significa un gasto no contemplado para las empresas constructoras y, en su defecto, el cliente. En otras palabras, el factor tiempo significa la mayor complicación para ambos agentes, dado que hace fluctuar el valor del presupuesto final.

Los tiempos de las distintas partidas puede variar dependiendo de las complicaciones y eventos inesperados que tenga la obra. Por esto, se implementa la carta Gantt, la cual lleva el registro de los tiempos de las distintas partidas junto a las holguras respectivas que posee cada proceso en sí, basado en la duración que tenga el proyecto a través de flujo de caja.

Otro elemento que favorece que los factores de tiempo y proceso de construcción se lleven a cabo sin que se perjudiquen unos a otros, es el aplicar el control necesario dentro de la empresa y sus trabajadores, con el propósito de cumplir con las operaciones correspondientes sin afectar el tiempo y costo ya anteriormente mencionado.

El control aplicado dentro de la obra debe ser de correcto funcionamiento para tener un eficiente y preciso plan de procedimiento al interior de la empresa. De esta manera, se logrará de forma optimizar los tiempos de entrega, manteniendo el correcto funcionamiento de la empresa.

Formulación del Problema

La contaminación es un problema a nivel mundial, y si se extrapola al área de la construcción, este siempre estará presente ya sea a nivel acústico, ambiental y estético. A esto cabe agregar las consecuencias de los desperdicios que se generan en los distintos procesos de la obra, los que son enviados a botaderos certificados o espacios designados donde son recepcionados por toneladas, las que están compuestas por materiales de trabajo, escombros y/o cualquier otro tipo de elemento implementado en la obra que genere contaminación.

La construcción tradicional presenta otra dificultad fundamental vinculada directamente con los peligros que enfrentan los trabajadores respecto al área de prevención de riesgo, a nivel de empresa constructora o subcontratos. Este problema apunta más allá de que se esté o no cumpliendo con todos los estándares de seguridad, puesto que en todo momento puede ocurrir algún tipo de contratiempo, ya sea accidente laboral o de enfermedad profesional, donde el peor de los casos puede evolucionar a la posibilidad de paralizar faenas. Esto traerá como consecuencia efectos adversos en el tiempo y costo de proyecto, por lo cual es primordial que se tomen medidas dependiendo de la situación de la obra.

Finalmente, el factor clima también es otro problema que afecta a la construcción. En algunas situaciones, se debe detener la obra o el progreso por lluvias o condiciones extremas, ya que el viento y otros elementos afectan directamente a la movilidad de materiales por aire como estructuras de acero, capacho, grúa, etc. y a los mismos obreros, provocando un retraso de los avances esperados del proyecto.

Objetivos Generales y Específicos/Vialidad y Deficiencias

Objetivos Generales

La construcción modular es un tipo de estructura que se ha puesto de moda hoy en día gracias a sus procesos constructivos diferenciados, ya que es muy distinta al sistema tradicional de construir “In situ”. De este modo, se caracteriza por ser una construcción industrializada que implementa un sistema de construcción en línea, lo que facilita los procesos tanto para la empresa como para sus trabajadores. Esto provoca un impacto ambiental mucho menor y logra flexibilidad en las formas de producción, reduciendo en un 50% o más el tiempo de construcción para una vivienda, resultando en la obtención de una calidad y entrega satisfactoria para el cliente, en los tiempos indicados por cada proyecto que se evalúe.

El objetivo que se logra a través de la construcción modular es establecer diferentes equipamientos acordes a las necesidades que se presenten el proyecto. Estos pueden corresponder a habitaciones, casinos para trabajadores, baños estilo camarines en faenas mineras, oficinas de construcción en espacios reducidos, entre otros, que se encuentren abastecidos con el equipo que establece el cliente para la obra. Así, el módulo, al tener dimensiones establecidas tanto en altura, largo y ancho, hace fácil el traslado de la empresa al lugar final de destino.



Fuente: <https://andina.pe/agencia/noticia-la-tecnologia-construccion-modular-se-erige-como-nueva-alternativa-741628.aspx>

Se puede establecer entonces, a partir de lo anterior, que la flexibilidad es la gran ventaja de este sistema ya que, a través de lo requerido por el cliente, se establece la cantidad de mt² que se otorga al proyecto, presentando la opción de agregar módulos para hacer proyectos únicos, sin aumentar la dimensión de estos.



Fuente: <https://andina.pe/agencia/noticia-la-tecnologia-construccion-modular-se-erige-como-nueva-alternativa-741628.aspx>

Vialidad **VERDE**

El proceso controlado por la fábrica genera menos desechos, crea menos perturbaciones en el sitio y permite una construcción más ajustada.

Mayor flexibilidad y reutilización: los edificios modulares se pueden desmontar y los módulos se pueden reubicar o renovar para un nuevo uso, lo que reduce la demanda de materias primas y minimiza la cantidad de energía gastada para crear un edificio que satisfaga las nuevas necesidades.

Menos desperdicio de material: cuando se construye en una fábrica, el desperdicio se elimina reciclando materiales, controlando el inventario y protegiendo los materiales de construcción.

Calidad del aire mejorada: debido a que la estructura modular se completa sustancialmente en un entorno controlado por la fábrica utilizando materiales secos, se elimina el potencial de altos niveles de humedad atrapados en la nueva construcción.

MÁS RÁPIDO

La construcción de edificios modulares ocurre simultáneamente con el trabajo del sitio, lo que permite que los proyectos se completen en la mitad del tiempo de una construcción tradicional.

Programa de construcción reducido: debido a que la construcción de edificios modulares puede ocurrir simultáneamente con el sitio y el trabajo de cimentación, los proyectos se pueden completar del 30% al 50% antes que la construcción tradicional.

Eliminación de retrasos Tiempo: 60 - 90% de la construcción se completa dentro de una fábrica, lo que mitiga el riesgo de retrasos por el clima. Los edificios se ocupan antes, creando un retorno de la inversión más rápido.

Construido para codificar con materiales de calidad: Los edificios modulares se construyen para cumplir o superar los mismos códigos y estándares de construcción que las estructuras construidas en el sitio. A la vez, los mismos materiales especificados por el arquitecto utilizado en los edificios construidos de forma convencional se utilizan en proyectos de construcción modular: madera, hormigón y acero.

MÁS INTELIGENTE

Los edificios modulares se construyen con los mismos materiales y con los mismos códigos de construcción y especificaciones arquitectónicas que la construcción tradicional. Por este motivo, una vez ensamblados, son prácticamente indistinguibles de sus contrapartes construidas en el sitio.

Construcción más segura: el entorno de construcción en interiores reduce los riesgos de accidentes y responsabilidades relacionadas para los trabajadores.

Edificio de mejor ingeniería y BIM³: PMC⁴ se basa en BIM avanzado para la visualización para evaluar el rendimiento energético e identificar las medidas de eficiencia más rentables. La PMC es ideal para el uso de esta tecnología, donde el proceso de construcción ya es una colaboración de sistemas, materiales y personas, al igual que el software en sí.

³Modular Building Institute (s/f). *What is Modular Construction?* Estados Unidos: Modular Building Institute. Recuperado de http://www.modular.org/HtmlPage.aspx?name=why_modular

⁴Palabra Clave: PMC (Construcción modular permanente)

Oportunidades de diseño ilimitadas: Las unidades modulares pueden diseñarse para adaptarse a la estética externa de cualquier edificio existente y las unidades modulares, una vez ensambladas, son prácticamente indistinguibles de sus contrapartes construidas en el sitio.

Deficiencias

El proceso industrializado y estandarizado establecido para lograr una mayor eficiencia, hace que se tenga que elegir entre **modelos preestablecidos**. Estos, son menos flexibles en cuando a formas que una casa convencional.

A continuación se presentaran las deficiencias⁵ más relevantes de las casas modulares:

- **Poco flexibles.** Las viviendas modulares son poco flexibles en cuanto a formas. Huyen, generalmente, de las formas caprichosas que pueden requerir determinados solares por su orientación o arbolado.
- **No todos los terrenos son adecuados:** Es imprescindible estudiar urbanísticamente la parcela, ver cuáles son las condiciones que se establecen y, con estas premisas, analizar cómo sería una vivienda modular en ese lugar con ese entorno y con esas circunstancias.
- **El transporte.** La casa se transporta desde la fábrica hasta el destino con grúas de gran tonelaje, las cuales deben poder llegar, sin problemas, al terreno.
- **El precio de las personalizaciones.** El proceso constructivo y la estandarización de modelos preestablecidos permiten que el precio de las casas modulares sea competitivo. Por este motivo, si se quieren llevar a cabo demasiados cambios, puede no resultar rentable. Además, la norma indica que, al ser difícil para las empresas conseguir financiamiento previo al término del proyecto, el cliente tendrá que pedir un financiamiento por la constructora con tasas de interés más altas que una hipoteca tradicional, aparte de lo invertido en la compra del terreno donde se realizará la obra.
- **Tamaño de las habitaciones:** Otro de los inconvenientes de una casa modular corresponde a la limitación del tamaño de las habitaciones. Las unidades en una casa modular no pueden ser demasiado grandes dado que se transportan por carretera.(Termiser, 2015)⁶

⁵Vásquez, M. (s/f) *Casas modulares: ventajas y desventajas*. España: Decoora. Recuperado de <https://www.decoora.com/casas-modulares-ventajas-y-desventajas/>

⁶Termiser. (2015) *Construcción modular de casas: ventajas y desventajas*. España: Termiser. Recuperado de <https://www.termiser.com/construccion-modular-de-casas-ventajas-desventajas/>

Objetivos específicos

Objetivo 1: Descripción construcción

El proceso constructivo modular se ensambla en una empresa y ubicación específica (Off Site), logrando realizar módulos a través de producción en línea con dimensiones-largo, ancha y alta- establecidas por un equipo profesional de Arquitectura e Ingeniera, para lograr que su funcionamiento otorgue flexibilidad al proyecto requerido por el cliente.

Este procedimiento industrializado, con sistema en línea, tiene una gran ventaja gracias a su rapidez y facilidad de trabajar sobre ella, siendo este muy eficaz para el tipo de construcción.

Al iniciar un proyecto, se da espacio para que se sumen al sistema en línea partidas de Obra Gruesa (Base, Cercha, Tabiquería estructural exterior e interior), Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas. Una vez finalizado el proyecto modular, de uno o más módulos, se procede a entregar el producto con los respectivos estándares de calidad vía camiones rampla a la ubicación destinada para establecer la obra.

Cabe señalar que, para llevar a cabo el avance de los proyectos, la empresa tiene que disponer de personal capacitado para realizar la supervisión y control a las compañías subcontratistas. De este modo, se logrará eficientemente un trabajo en conjunto con el objetivo de obtener los resultados esperados.



Fuente: <https://andina.pe/agencia/noticia-la-tecnologia-construccion-modular-se-erige-como-nueva-alternativa-741628.aspx>

Objetivo 2: Descripción Problema

En la industria de la construcción ocurren constantemente problemas ligados a diversas temáticas, tales como la seguridad, la logística, trato con los trabajadores, administración entre otros. En este caso, se revisará el área de control de los procedimientos que se tienen que llevar a cabo a través del sistema en línea, puesto que de no detectar el problema a tiempo y darle solución inmediata, causará importantes retrasos en los procesos.

Se comprende como control el proceso que se aplica en toda empresa o entidad dedicada a producir un producto o servicio. Es de suma importancia que exista este tipo de práctica para la revisión de los procedimientos desarrollados, con el fin de verificar que se cumplan los parámetros establecidos para la producción del producto ya previamente establecidos por la empresa.

En caso de identificar problemas o defectos en el producto, se procede con extraerlo de la línea para una revisión, en la cual se corregirán los errores a través del control. Una vez solucionado, se buscará el medio por el cual pueda retornar a la línea de producción, para finalmente pasar por el control de calidad y ser aprobado.

Los principales problemas que se ven en obras son los siguientes:

Seguridad

La seguridad es un tema muy importante en una empresa de construcción, ya que esta tiene que cumplir con ciertos requisitos dependiendo del lugar y propósito que se establezca. En el caso de la construcción modular, se ha evidenciado que presenta riesgos de menor magnitud con respecto a la construcción tradicional, sin embargo, no hay que omitir ni descartar la presencia de peligros relacionados al polvo, el ruido, la exposición de los trabajadores a la radiación UV, los accidentes, caídas, cortes, etc.

Se ha buscado con el tiempo aplicar los aprendizajes adquiridos en el curso Prevención De Riesgo a terreno, de modo tal que se ha logrado realizar la correcta supervisión hacia trabajadores, quienes deben utilizar en todo momento los **EPP** básicos de seguridad para estar en una obra de construcción. Estos corresponden a:

- Zapato de seguridad
- Lentes
- Casco
- Tapón auditivo.
- Chaqueta reflectante

A esta lista, se debe sumar el uso de mascarillas certificadas en aquellas circunstancias (dentro de la obra) en la cual hay presencia de polvo, material volátil o productos químicos muy fuertes, que son de alto riesgo para el personal. Por otro lado, en caso de trabajos en altura, es necesario utilizar arneses apropiados a la obra, sujetos a la línea de vida para así prevenir posibles accidentes.

Falta de Control

Otro problema para mencionar corresponde a la falta de control por parte de la empresa subcontratista en relación con sus empleados. Es común que no se percaten apropiadamente de los errores en un comienzo del proyecto, por lo cual no es posible presentar soluciones, trayendo consigo consecuencias que retrasen el final de la línea.

Limpieza

El área de trabajo donde se llevan a cabo los proyectos inmobiliarios genera diversos desperdicios como polvo, residuos y otro tipo de materiales que son clave para la construcción de los módulos. Esto genera un problema no menor que es la limpieza dentro de la obra, ya que el personal no está en las condiciones adecuadas de trabajo. Esto puede ocasionar accidentes ya sea dentro o fuera del módulo. Por este motivo, hay que mantener el orden y la limpieza en áreas de trabajo con un control diario que se realice dos veces al día, considerando la cantidad de residuos que se generen por zona.



Fuente: http://saludos3.blogspot.com/2012/10/orden-y-aseo-practicas-de-trabajo-seguro_21.html

Zona de acopio residuos RCD

Uno de los mayores problemas que se producen en la obra, es la cantidad de residuos de construcción (RCD) que se generan. Ante esto, es de suma importancia preocuparse de esta situación en un principio de proyecto, puesto que llegarán a ser toneladas de materiales varios que no pueden ser llevados a un basurero sin una segregación previa. Esto radicaré en la incapacidad de sacar provecho de ello, sin contar los altos niveles de contaminación.



Fuente: TecnoFast (2019) Zona escombros

Debido a lo anterior señalado, las mejoras que se analizan y estudian apuntan a la posibilidad de dimensionar la cantidad de residuos en m³ que se generan en construcción y demolición (RSD) en los módulos como dormitorios, oficinas, baños y casas. De ahí la importancia de guiarse por la pirámide invertida:

1° Disminuir

2° Reutilizar

3° Reciclar

4° Botadero



Fuente: TecnoFast (2019) Zona acopio

¿Qué se logra con esto? Generar ganancias a nivel publicitario con una mejor imagen empresarial que apoya la sustentabilidad. Así, se presenta un compromiso con el medio ambiente, ya que la construcción modular debería generar menos residuos que una construcción tradicional. Para conseguir este objetivo, tiene que existir personal calificado a cargo de la segregación de materiales, que sea capaz de lograr un mayor control de los residuos generados. Con estas consideraciones respecto a los RCD, se llevará a cabo un aporte al futuro de la construcción, reduciendo el impacto de materiales enviados a botadero certificado y disminuyendo las pérdidas en costos de materiales.



Fuente: TecnoFast (2019) Zona escombros

Entrega de modulo

En un principio, el módulo debería llegar a fin de línea ya terminado y en óptimas condiciones, para así ser revisado por control de calidad para obtener la aprobación del producto y salir con permiso de despacho. Sin embargo, hay ocasiones donde se percatan errores en partidas anteriores, a nivel de instalaciones sanitarias, terminaciones, pintura, carpintería, etc. El más común de estos problemas haya relación con la pintura, puesto que al ser una de las primeras etapas, se ve afectada por la fase de carpintería. Esto conlleva a que la cuadrilla repita labores de pintura dentro de módulos, con el objetivo de que este obtenga la aprobación del Control de Calidad, ocasionando malos tratamientos y por, sobre todo, retrasos en las entregas.



Fuente: TecnoFast (2019) Zona escombros

A nivel de recurrencia de errores, le siguen a la pintura dificultades a nivel de terminación e Instalación eléctrica.

Por todo lo anterior, se aplicarán charlas a trabajadores y subcontratos para entender que tiene que existir un respeto entre los compañeros de trabajo y el entorno en general, ya que la construcción de un ambiente colaborativo y eficaz será la única forma de avanzar y no retroceder en el proyecto, y exigir por parte de la empresa el compromiso de Sub Contratos a sus trabajadores.

Levantamiento de módulo

Al presentar el movimiento y traslado de módulos con maquinaria pesada Grúa Horquilla, en un recinto pavimentado de un punto a otro, se advierte el problema que genera la aplicación de fuerzas puntuales con paletas (accesorio maquinaria) al levantar el módulo desde su base. Esto provoca **compresión** por peso y **pandeo** por longitud en el módulo normal, con dimensiones 6 ms. x 3,5 ms., y en el de mayor envergadura, con dimensiones de 14ms x 3.5 ms. También cabe agregar que el pavimento existente no estaba en las óptimas condiciones, lo que ocasionó movimientos y fracturas en el interior y la base del módulo en algunos casos.

Es por esto, que el pandearse provoca problemas a nivel de sello de piso, terminaciones y estructuras, donde nuevamente se requiere de partidas anteriores para solucionar los problemas generados por malas decisiones. Esto radica finalmente en pérdida de horas hombre y tiempo al tener que reparar el daño realizado.



Fuente: <https://www.cursosdemaquinaria.es/pdf/manual-puente-grua.pdf>

Objetivo 3: Describir solución

A continuación, se realizará una propuesta de mejora en relación con la deficiencia de control producida en una obra industrializada, a nivel de personal de la empresa como también en su mayoría de los subcontratos. Esto provoca distintas situaciones, como la mala aplicación de materiales en la instalación dentro de los módulos, mal control por parte del supervisor de subcontrato a sus trabajadores, inadecuado manejo de módulos con maquinaria pesada no correspondiente y otra serie de eventos alternos que generan el retraso de proyectos y aumento de costos al no cumplir con los plazos estimados.

Es muy importante para la empresa que el personal conozca los procedimientos y movimientos que se realizan dentro del terreno para que logren un buen y eficiente manejo en la distribución de materiales. Para conseguir esto, se debe realizar un seguimiento de las reales partidas que existen en un proyecto y así, conocer su real duración, sus puntos críticos y el lugar donde se generan estos a nivel producción. Al considerar todo lo anterior, se espera poder generar un plan de control preventivo, evitando problemas y retrasos futuros.

El plan de control, entonces, servirá tanto para el personal de la empresa como para los subcontratos, con el objetivo de lograr un control preciso y eficiente para realizar los procedimientos establecido, alcanzando así que la empresa cumpla con la calidad esperada de sus productos como también con el cumplimiento de seguridad y bienestar de sus trabajadores dentro de la empresa.

Mejora Continua

Para aplicar de una manera óptima el concepto de Mejora Continua dentro de la empresa, se debe hablar sobre acciones para **Planificar, Realizar, Controlar y Actuar**; De este modo, de una u otra manera, se podrán llevar a cabo los objetivos propuestos y entregar productos de calidad con respecto a la norma ISO 9001.

Las cuatro etapas⁷ que componen el ciclo **PDCA** son:

Planificar (Plan): se identifican cuáles son aquellas actividades de la organización susceptibles a mejora y se fijan los objetivos a alcanzar al respecto. La búsqueda de posibles optimizaciones se puede realizar con la participación de grupos de trabajo, escuchando las opiniones de los integrantes, investigando nuevas tecnologías, entre otros procedimientos.

Hacer (Do): se ejecutan los cambios necesarios para efectuar las mejoras requeridas. Es conveniente aplicar una prueba piloto a pequeña escala para determinar el funcionamiento antes de hacer cambios a gran escala.

Verificar (Check): una vez realizada la mejora, se procede a un período de prueba para verificar su buen funcionamiento. En caso de que la mejora no cumpla con las expectativas iniciales, se realiza modificaciones para ajustarla a los objetivos esperados.

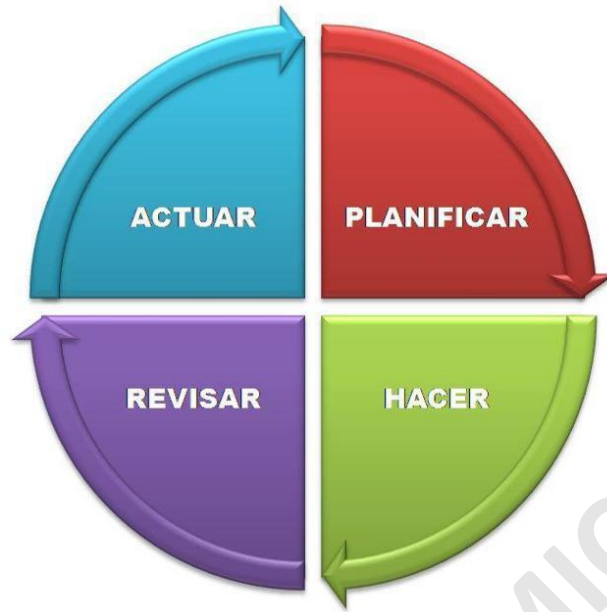
Actuar (Act): finalmente, luego del periodo de prueba, se estudian los resultados y se comparan estos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios, se implantará la mejora en forma definitiva y a gran escala en la organización; pero si los resultados no son los esperados, habrá que evaluar si se hará cambios o si se descarta la mejora.

Una vez terminado el cuarto paso, se vuelve al primer paso para estudiar nuevas mejoras a implantar.

La mayoría de las grandes empresas disponen de un departamento dedicado exclusivamente a mejorar continuamente sus procesos de fabricación. Esto se traduce en reducción de costes y tiempo, dos factores básicos en cualquier estrategia de mejora continua que persiga el crecimiento de una organización.

El resultado de aplicar procesos de mejora continua será un producto o servicio mejorado, más competitivo y que responda mucho mejor a las exigencias del cliente⁸.

⁷Bernal, J. J. (2013) *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua*. PDCA Home. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>



Fuente: <https://metodoss.com/metodologia-pdca-ciclo-shewhart-deming/>

BENEFICIOS DE LA MEJORA CONTINUA EN LA EMPRESA

- Incremento del rendimiento de tu equipo
- Empresas más productivas
- Reducción de costes
- Reducción de plazos de ejecución
- Optimización de procesos
- Errores minimizados
- Resultados cada vez más eficaces
- Productos y servicios mejor dirigidos al cliente final
- Aumento de la motivación de los equipos de trabajo

A través de los cuatro primeros beneficios, se puede dar cuenta del gran poder que supone aplicar un adecuado proceso de mejora continua en una empresa. De ahí la importancia de no dejar de invertir en ella, puesto que será el motor con el que el equipo de trabajo se destaque en un mercado cada vez más saturado y competitivo.

⁸Balet, R. & Canive, T. (2019). *Proceso de mejora continua en una empresa*. España: Sinnaps. Recuperado de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/proceso-mejora-continua-una-empresa>

Charlas

La charla o reunión de varias personas destinadas a hacer un trabajo, es una instancia donde se comparten conocimientos sobre lo que ocurre dentro del establecimiento en el cual se trabaja. Esto permite conocer de una mejor manera a lo que se enfrenta el personal día a día.

Estas charlas pueden abordar diferentes temáticas, como seguridad, ambiente laboral o temas que van emergiendo al momento que se desarrolla esta dinámica. La clave para que esto resulte beneficioso es generar confianza y mostrar disposición para aclarar dudas que eviten, posteriormente, que ocurran imprevistos. De este modo, es muy importante para quien dicte estas reuniones fomentar la correcta interacción en el momento y entregar así un mensaje claro a los participantes.

Las charlas grupales deben realizarse diariamente, refiriéndose a temas puntuales con los que los trabajadores se identifiquen. Estas deben ser cortas, de entre 15 a 30 min, donde el encargado pueda capacitar y dejar respaldo del trabajo realizado para evitar accidentes. Respecto a las charlas a la planta completa, estas deben hacerse, al menos, una vez por semana, abordando temas de accidentes generales.

Levantamiento y traslado

Gracias a la implementación de una Puente Grúa certificada, se realizará el correcto funcionamiento dentro de la obra, ya que al estar ubicadas dentro y fuera de galpón, se ejecutarán las correctas maniobras. Esto evitará percances en los módulos mediante un sistema de anclajes en la parte superior de estos, donde se transmite la fuerza a la estructura de acero y, se levanta para ser movida por aire y ser ubicada en la rampla donde será transportada.

Para cumplir con el objetivo anterior, el buen estado del pavimento es fundamental dentro de la empresa, ya que, si no se hacen las respectivas mantenciones, se podrán producir agrietamientos que terminarán rompiendo la superficie, afectando directamente al movimiento de los módulos.

En caso de presentarse fallas en el pavimento -ya sea por razones de mal uso, tráfico, etc.-, este debe ser reparado, logrando la calidad esperada para evitar problemas en el traslado



Fuente: <https://blog.structuralia.com/la-construccion-industrializada-ha-llegado-para-quedarse-desde-la-eficiencia>



Fuente: Zona Acopio (2020), módulos TecnoFast

Datos:

En la construcción existen distintos tipos de procedimientos que se aplican en la obra. En este caso, se hablará de la construcción modular que ha dado la posibilidad de reducir el impacto ambiental, es decir, una construcción sustentable.

*“Son sostenibles y mucho más eficientes en términos energéticos”

El procedimiento de producción en fábrica supone **un ahorro de costes energéticos, un mayor control de residuos y una menor movilización de recursos**. Todos estos factores hacen que el sistema industrializado sea más sostenible que el tradicional. Además, el impacto sobre el lugar de instalación de la vivienda es mucho menor por el reducido tiempo de ejecución, lo que disminuye notablemente los daños y molestias a los residentes en la zona. El desarrollo técnico previo al inicio de fabricación siempre se encamina hacia la eficiencia en todos los sentidos, marcando desde el primer momento las pautas de materiales a utilizar, en el formato más adecuado para reducir el nivel de residuos, los niveles de aislamiento y confort deseados, la minimización de puentes térmicos y acústicos, etc.

Fuente: <https://neoblockmodular.com/5-mitos-5-verdades-casas-prefabricadas/>

La construcción modular se realiza mediante un proceso industrializado en una empresa que utiliza sistema en línea, contando con una partida y un final con todos los estándares de seguridad que se requieren, tanto para la seguridad de los trabajadores como también para la comodidad de hacer uso de los módulos dentro del establecimiento.

Una vez finalizado el proyecto modular en el término de la línea de producción, este es revisado y al comprobar que cumple con los estándares de calidad establecidos, se traslada a la ubicación deseada por el cliente. Esto es posible ya que, al ser la construcción en base de módulos con dimensiones de altura, ancho y largo específicas, este se puede transportar con facilidad.

Las casas modulares requieren de un proyecto arquitectónico certificado y licencia urbanística. Esta documentación dota a la vivienda de todos los requerimientos técnicos y legales necesarios para refrendar su calidad y seguridad.⁹

⁹Neoblock. (2020). *Edificación residencial*. España: Neoblock Buildyour home. Recuperado de <https://neoblockmodular.com/edificacion-residencial/>

Metodología general de trabajo

Mediante este texto, se dará a conocer información con respecto a experiencias laborales anteriores en relación con la construcción modular, considerando prácticas en obra o prácticas profesionales. A través de estas, se desarrolla una visión en torno al funcionamiento y propósito que abarca este tipo de construcción y las nuevas funciones que difieren de la construcción tradicional, pero apuntan al mismo objetivo: construir entregando un buen servicio y calidad de los productos.



Fuente: TecnoFast (2019) Galpón

Por medio de un seguimiento de los objetivos específicos y generales de este informe, se espera lograr obtener información con respecto a las mejoras que se podrían aplicar, tanto a nivel de estructuras como de procedimientos. Esto se busca a través de controles para así lograr un producto de calidad con los tiempos y costos establecidos en un principio.

Para esto, se desarrollará una guía de procedimiento constructivo que cumpla con las características necesarias de calidad dentro la construcción modular y su sistema industrializado en línea.

Cabe agregar la experiencia de la práctica profesional al haber trabajado como supervisor de calidad en TecnoFast, empresa dedicada 100% al servicio de construcción modular en Chile. Esta organización presta servicio a lo largo de todo el país con distintas obras, ya sea venta de casas modulares o proyectos de arriendo a faenas mineras. Así, se logró observar la metodología de trabajo en línea y la calidad que esta debe tener para cumplir con los requerimientos del cliente, donde las

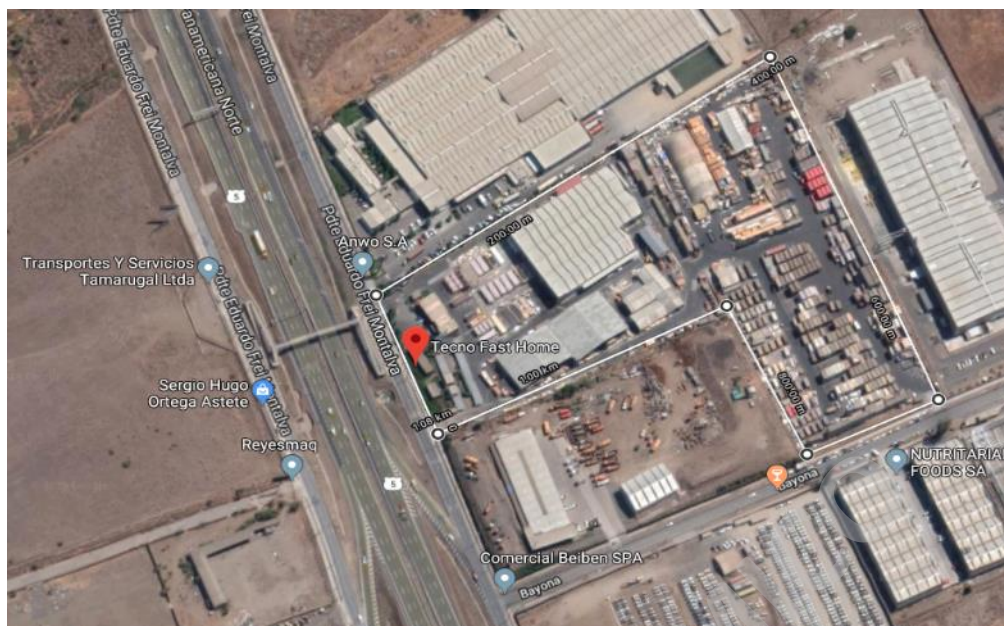
unidades modulares son totalmente ensambladas en fábrica y listas para instalarse en su Emplazamiento.

El objetivo principal de este trabajo es informar sobre un proyecto real emplazado por una empresa profesional dedicada al sistema contractivo modular industrializado, donde el principal desarrollo de módulos fue en Santiago de Chile. Es ahí donde la empresa TecnoFast trabaja y brinda apoyo a la industria minera a través de ventas y arriendo de módulos.



Fuente: TecnoFast (2019) línea producción galpón

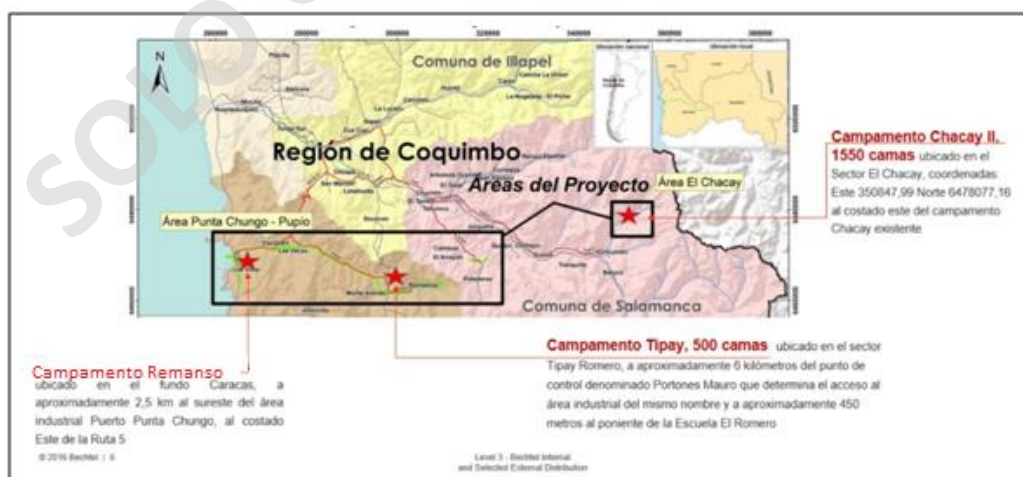
Frente a lo anterior, es en esta ciudad que se establece uno de los proyectos para la Minera Los Pelambres donde, por solicitud del mandante, se debía construir toda una instalación de faenas con sistema de alojamiento, espacios de recreación, dormitorios y casinos, que cumplieran con los estándares mineros aprobados y la certificación otorgada para cada módulo por un supervisor de calidad.



Fuente: TecnoFast (2019) Google Maps

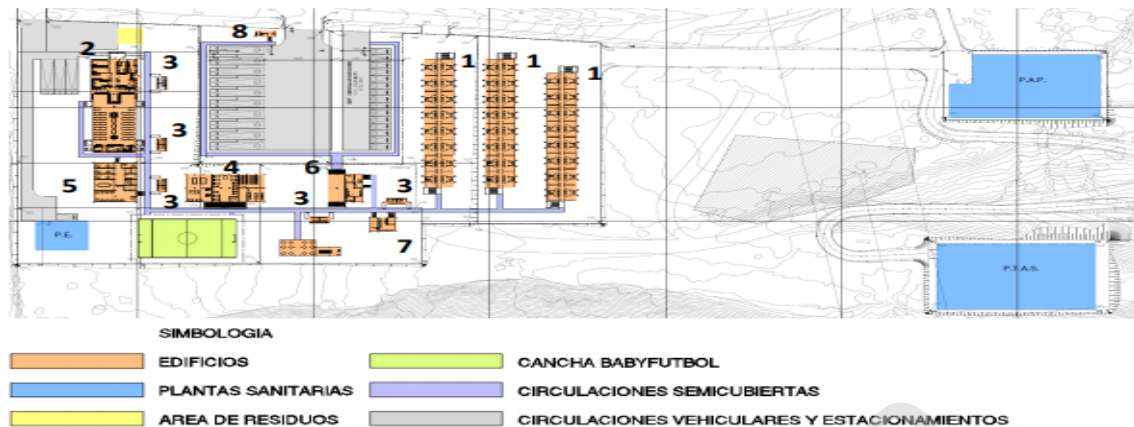
La Minera Los Pelambres se encuentra a unos 350 km al noreste de Santiago, en la IV Región de Chile. El Proyecto denominado “Infraestructura Complementaria” (INCO) contempla la construcción de 3 campamentos que se localizarán en las Comunas Los Vilos y Salamanca en la Provincia del Choapa, Región de Coquimbo.

Otro proyecto para mencionar corresponde al Campamento Remanso, ubicado a un costado de la Ruta 5 Norte y 2,5 km al sureste del área industrial Puerto Punta Chungo, el cual contempla la construcción de un campamento con capacidad para 384 camas.



Fuente: TecnoFast (2019) Ubicación geográfica Proyecto INCO

PLANO PROYECTO INCO



Detalle de Edificios:

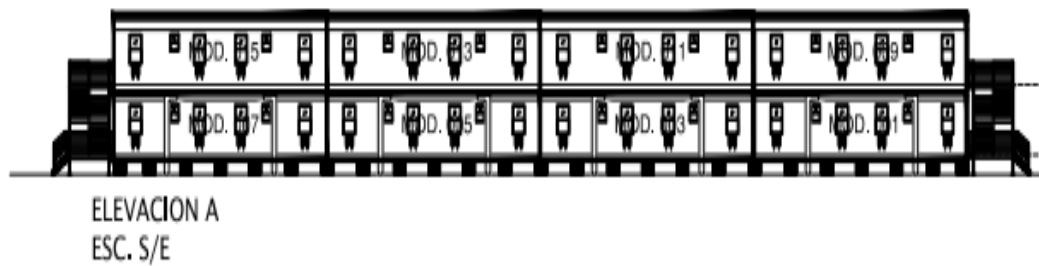
- | | |
|------------------------------------|---|
| 1.- Pabellones (03) | 6.-Control de Acceso y Primeros Auxilios. |
| 2.-Cocina Comedor | 7.-Entrega de Ropa y Quiosco. |
| 3.-Baños Exteriores (05) | 8.-Garita de Acceso |
| 4.-Recreación | |
| 5.-Administración y Gerencia AMSA. | |

Fuente: TecnoFast (2019) Plano Proyecto INCO

En este proyecto, se presentaban módulos que correspondían a los nombres de Remanso (dormitorios), Tipay, Punta Chungo, donde los primeros mencionados eran de gran envergadura con dimensiones 14 mt x 3,5 mt y los otros con dimensiones 6 ms x 2,5 ms, los cuales contaban con instalaciones sanitarias y eléctricas con distribución de 4 dormitorios y 2 baños.

Estos, al ser módulos de arriendo, llegaban en variadas condiciones que llevaban a realizar una refacción completa de sus materiales más dañados (por ejemplo, por humedad tanto en el piso, murallas y cubierta). Para ejecutar esta acción, primero se efectuó la demolición del módulo, tanto por fuera como por dentro, quitando toda la estructura de materiales viejos y en malas condiciones. Esto permitió dar paso a las siguientes partidas, como instalaciones eléctricas y sanitarias, las cuales consistían en toda una conexión nueva con las respectivas normas tanto en construcción y estándares de minería. Se procuraba finalizar esta parte sin problemas, ya que al ser revisado por profesionales a cargo y pasar por los controles pertinentes, recibían el sello de aprobación.

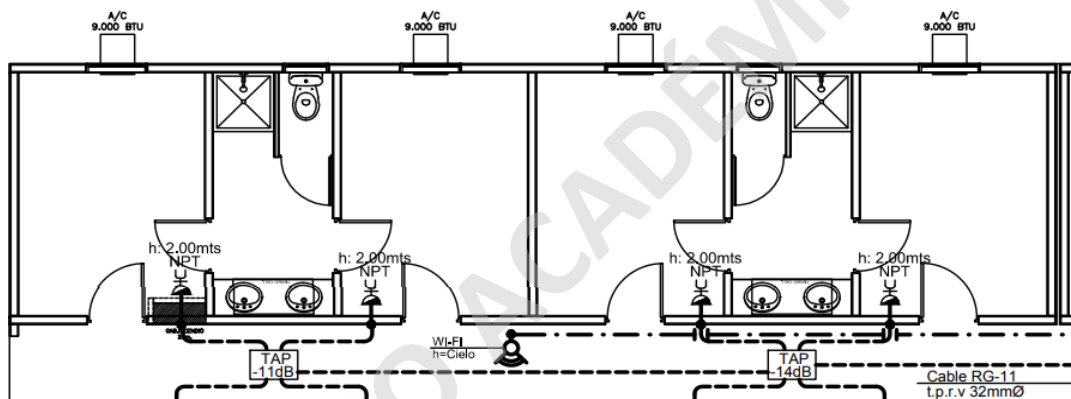
El paso anteriormente mencionado era el más complicado, ya que eran las partidas que más demoraban en el proyecto, con respecto a los tiempos que había por módulo. Pese a que se implementaba la modalidad de trabajo en línea, se generaban de igual manera retrasos para las demás partidas.



Fuente: TecnoFast (2019) planos

Para esto se cuenta con las EETT, para contextualizar los materiales que se ocuparon en mencionado proyecto.

Un poco de lo que muestran los planos de corrientes débiles dentro de los módulos y estructura del Pabellón Remanso dormitorios.



Fuente: TecnoFast (2019) planos

SIMB.	DESCRIPCIÓN DE SIMBOLOGÍA
---	CANALIZACIÓN A LA VISTA PVC DE 20mmØ (t.p.r.v.l.h.)
---	CABLE RG-11
---	CANALIZACIÓN A LA VISTA PVC DE 32mmØ (t.p.r.v.l.h.)
---	CANALIZACIÓN EN (TUBERÍA PLÁSTICA RÍGIDA EMB. LIBRE HALÓGENO) (t.p.r.e.l.h.) 20mmØ
---	CANALIZACIÓN EN (TUBERÍA PLÁSTICA RÍGIDA EMBUTIDA LIBRE HALÓGENO) (t.p.r.e.l.h.) 25mmØ
	PUNTO DE TV-CABLE (h=2.00mt NPT)
	MODULADOR DE TV (SPLITTER) MONTADO EN CAJA 300x275x150mm
	PUNTO DE WIFI (h=CIELO)
	CAJA DE DERIVACIÓN (5/8") PLÁSTICA
	CAJA DE 100x100x50mm

Fuente: TecnoFast (2019) Planos proyecto INCO

En un contexto más claro se refiere al Pabellón Remanso dormitorios, dando un total de 16 módulos por pabellón. Se adjunta imagen de planos.



Fuente: TecnoFast (2019) Planos

INSTALACION SANITARIA

- **Criterio de Diseño**

- Presión de trabajo 90 psi en cualquier punto de la red interior de distribución. Presión de prueba 150 psi (1034 Kpa).

- **Líneas de alimentación**

- Cañería de polifusión colocada a la vista y en la acometida al edificio.
- Fittings y válvulas de paso en polifusión; uniones atornilladas y polifusionadas.
- Existe una conexión doble del módulo a la matriz de alimentación como concepto general y de acuerdo con plano de especialidad.
- Mínima pendiente 1.0% para ramales interiores de alcantarillado.

- **PVC, Tuberías, Drenaje y Ventilación**

- Fittings son de PVC Sanitario, unión goma o encolada, de acuerdo con plano de especialidad.
- Ventilación se dispondrá en 75 mm por cada ramal vertical saliendo del edificio en PVC 75 mm.



Fuente: TecnoFast (2019) interior modulo

FUNDACIONES

- FUNDACIONES DE MADERA (prefabricado) Fundaciones en base a poyos de madera en pino. El criterio de diseño es transferir cargas al suelo con una tensión de contacto máximo de 1.5 Kg/cm². En el caso de esfuerzos sísmicos se considera 2.0 Kg/cm².

PISOS (1er, 2do piso)

(Desde el exterior hacia interior)

- Contra forro - 9.5mm OSB exterior, encolado y corcheteado.
- Vigas de Piso - 42 mm x 190 mm Pino radiata H=12%, con sujetadores de vigas c/ 406 mm e/e.
- Aislación térmica - Lana de vidrio de 90 mm (R-12) densidad 11Kg/m³
- Piso - 16mm terciado estructural, encolado y atornillado.
- Revest. Piso - Piso vinílico en rollo 2.0 mm de espesor colocado sobre superficie pulida, con adhesivos garantizados y juntas termo fusionadas.



Fuente: TecnoFast (2019) línea producción galpón

MURO EXTERIOR (1er, 2do piso)

(Desde exterior al interior)

- Revestimiento exterior - Revestimiento siding en madera tipo Smart Panel de 7/16" (11.1mm) de Lousiana Pacific, con dos manos de esmalte al agua como terminación. Barrera de Humedad - Papel Fieltro tipo Tyvek.
- Contra forro - 9.5 mm OSB encolado y atornillado.
- Vigas de Piso - 42 mm x 90 mm Pino radiata H=12%, con sujetadores de vigas cada 406 mm e/e.
- Aislación térmica - Lana de vidrio de 90 mm densidad 11kg/m3.
- Barrera de vapor - Polietileno espesor 0.11 mm
- Terminación - yeso-cartón e=15 mm tipo RF pre empapelada con papel mural vinílico o similar.
- Molduras
 - Guardapolvo de madera MDF, con revestimiento vinílico.
 - Cubrejuntas de madera con papel vinílico, tono similar al del muro.
 - Guardapolvo de PVC de 2 ½" de DVP instalado en zonas húmedas.



Fuente: TecnoFast (2019) línea producción galpón

DIVISIONES INTERIORES

- Pie derechos o soleras - Simple 42mm x 90mm pino radiata H=12%, cada 406 mm e.e.
- Aislación Térmica - Lana de vidrio de 90 mm (R-12) densidad 11Kg/m3.
- Terminación habitación - yeso-cartón e=15 mm tipo RF pre empapelada con papel mural vinílico y/o con pintura esmalte al agua o similar.
- Terminación muros pasillo - Revestimiento siding en madera tipo Smart Panel de 7/16" (11.1mm) de Lousiana Pacific, con dos manos de óleo sintético semi brillo como terminación.
- Molduras
Guardapolvo de madera MDF, con revestimiento vinílico.
Cubrejuntas de madera con papel vinílico, tono similar al del muro.
Guardapolvo de PVC de 2 ½" de DVP instalado en zonas húmedas.



Fuente: TecnoFast (2019) interior modulo

PANEL TECHO (1er piso) (Desde el exterior hacia interior)

- Forro - 9.5 mm OSB, encolado y corcheteado.
- Vigas - 42x140mm Pino radiata cada 406 mm e/e.
- Aislación - Lana de vidrio de 90 mm (R-12) densidad 11Kg/m3.
- Barrera de vapor - Polietileno espesor 0.15 mm
- Terminación - 15mm yeso-cartón, tipo RF, pre empapelada con papel mural vinílico, color blanco. Corcheteadas en todo el perímetro, y atornillada en el tramo central a los tercios de la luz de la plancha.

CUBIERTA (2do piso)

- (Desde el exterior hacia interior)
- Cubierta - Cubierta en membrana de PVC tipo Alkorplan e=1.2 mm o similar, pegado con adhesivos garantizados.
- Forro - 9.5mm OSB, encolado y corcheteado.
- Vigas - 42x140mm Pino radiata cada 406 mm e/e.
- Tijerales - 42x140mm a 42 x 42mm Pino radiata cada 610 mm e/e. para proveer pendiente de techo mínima de 2.5%.
- Aislación - Lana de vidrio de 120 mm (R-12) densidad 11Kg/m3.
- Barrera de vapor - Polietileno espesor 0.15 mm
- Terminación - 15mm yeso-cartón, tipo RF, pre empapelada con papel mural vinílico, color blanco. Corcheteadas en todo el perímetro, y atornillada en el tramo central a los tercios de la luz de la plancha.



Fuente: TecnoFast (2019) línea producción galpón

Análisis De Los Procedimientos y Soluciones

Primero, corresponde hacer una breve introducción que sirva de hilo conductor para explicar el contexto de la empresa, del proyecto, y para dar espacio a la explicación de los problemas.

La construcción modular ha cobrado relevancia en el sector de la construcción, ya que ha mejorado su tiempo y sustentabilidad con respecto a método tradicional. Esto se ha evidenciado en los proyectos antes mencionados, los cuales han mostrado la versatilidad y sostenibilidad de esta modalidad de trabajo, que pese a aplicar procedimientos industrializados con sistema en línea en sus obras, logra mantener el control de las distintas partidas para tener buenos resultados con respecto al tiempo.

El énfasis del proyecto industrializado para la construcción modular se da bajo normas de seguridad y un estándar de trabajo que implica menos riesgos para sus trabajadores. Sin embargo, esto no quiere decir que no ocurran accidentes tanto físicos como enfermedades profesionales, ya que es una obra de construcción donde hay materiales cortantes, riesgo de caídas menores, etc.

Para dar una idea de los problemas que se generan en este tipo de construcción, es preciso considerar el contexto de las holguras que tiene cada proyecto. Algunas partidas tienden a demorar más, puesto que al trabajar módulos refaccionados se produce un proceso más lento que trabajar en módulos completamente nuevos.

En este proyecto INCO, algunos de los problemas más claros que se logran identificar a través del trabajo realizado en terreno, corresponden al retraso generado a las otras partidas debido a la instalación eléctrica e instalación sanitaria. Esto es causado por la meticulosidad con la que se trabaja la estructura interna, lo que dificulta la instalación de artefactos dentro de los módulos. Todo esto ocurría pese a que contaban con la tecnología para hacer los trabajos de forma más rápida y de la mejor manera, ocurrían retrasos significativos para dar avance a otras partidas.

Frente a lo anterior, cabe destacar que el trabajo que se realizaba en el área de instalaciones sanitarias era limpio, por lo que se logró observar en detalle los artefactos instalados con sistema de termo fusión, agilizando las conexiones de tuberías y efectividad de este proceso. No obstante, el trabajo que realizaba la sección de electricidad presentaba problemas, no en la instalación en sí, sino que, el personal a cargo no respetaba el trabajo previamente realizado por área de pintura, provocando problemas internos y retraso al volver a pintar casi por completo las murallas interiores.

Con respecto al movimiento de módulos dentro de la industria, se presentan complicaciones con relación al retiro se realiza con maquinaria de alto tonelaje (Grúa Horquilla), puesto que esta hace un esfuerzo de mala forma en la estructura del

módulo por la envergadura que tiene. Sus dimensiones de 14 ms producen fallas internas y externas por el pandeo que se genera, debilitando la estructura y por, sobretodo, perjudicando las terminaciones interiores en sus muros al ser fabricadas con panel volcánita. Esto produce agrietamiento del material, además de daño en la pintura aplicada anteriormente, lo que concluye en la utilización de más horas hombre, retrasando el avance y repitiendo tareas ya antes terminadas.

Es por lo anterior que el correcto manejo de la maquinaria debe ser con una grúa pluma. Esto permite sostener la estructura de forma apropiada, conduciendo la fuerza entregada por el peso del módulo a la pluma directamente de forma equitativa, logrando un perfecto levantamiento evitando las fallas. Esta forma es efectiva, tanto en planta como en la descarga del módulo en el terreno que será emplazado.



Fuente: TecnoFast (2019) sector acopio

De igual manera, se requiere para una mejor puesta en escena y agilidad del proyecto, contar con un puente grúa dentro de galpón por sobre la línea y otro puente grúa en el final de la producción, con el propósito de funcionar como puerto.

Respecto al factor de riesgo de los trabajadores en la construcción modular, se pudo evidenciar que es mucho menor que en la construcción tradicional. Sin embargo, esto no implica que no se presenten imprevistos, puesto que se manipulan objetos cortopunzantes, pistola neumática (clavos), absorción de partículas por el polvo o lana mineral, caídas de altura sobre módulos al instalar materiales clave en la composición de estructura, caídas de materiales, etc. Es por esto que se cuenta con personal de prevención riesgos encargados de dictar charlas diarias, tanto a sus

trabajadores como a nivel empresa, con los riesgos asociados al entorno de trabajo. Estos, además, supervisan las actividades que se realizan en las partidas correspondientes a nivel de proyecto y de la planta.

En el caso de riesgos de altura, el personal de trabajo encargado de esta área debe contar con los EPP (Elementos de protección personal), tales como zapatos de seguridad, lentes, guantes y, en este caso particular, con arnés de cintura sujeto a línea de vida en todo momento sobre estructura. De este modo, se evitan accidentes graves, y promueven una colaboración entre el personal de prevención de riesgo y profesionales a cargo de estar al tanto de todos los movimientos dentro de la empresa que influya riesgo.

El rol del constructor en planta es de suma importancia, ya que está al tanto de todos los movimientos generados en planta, de dar forma a lo revisado en planos de arquitectura y cumplir con los objetivos del proyecto. De esta manera, es responsable de realizar un correcto ensamblado de estructuras con la composición que se solicite, apoyar al personal en dudas que se generen en el momento, cumplir con los plazos estipulados y tener el perfecto funcionamiento de obra con los estándares de seguridad adecuados.

La industria de construcción modular es considerablemente sustentable en comparación a la construcción tradicional, disminuyendo en su capacidad de ruido, polvo, congestión vehicular, riesgo de altura, exposición al sol, etc.

Procedimientos de mejora

Dentro de los procedimientos que se deben llevar a cabo en la empresa, están los que corresponden al sector de planta bajo galpón, donde se inicia el proceso industrializado. Este comienza por el armado de la base de la estructura sobre la línea de producción, para luego poder correr sin problemas sobre esta. Posteriormente, se aplica el resto de la estructura por parte de carpintería, dando la distribución y armado de vanos de puertas y ventanas con dimensiones especificadas en planos, para finalmente darle continuidad a las demás partidas, tales como instalaciones sanitarias y eléctricas.

Una vez realizada la parte de tabiquería, se da paso al personal de instalación eléctrica y sanitaria para hacer las conexiones pertinentes establecidas en los planos de proyecto, cumpliendo con los controles oportunos de inicio a fin para obtener los estándares de construcción, calidad y seguridad solicitados.

En la construcción actúan distintos rubros por parte de los trabajadores, los cuales se caracterizan por la aplicación de materiales destinados a los módulos, tales como carpintería, quienes se encargan de las áreas de tabiquería, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, terminaciones y pinturas.

Luego de haber realizado las partidas anteriores viene la instalación de piso vinílico y todo lo que corresponde a terminaciones para dar un acabado específico, en el cual después se realizan las correcciones pertinentes identificadas por control de calidad en caso de percatar imperfecciones superficiales.

Para dar solución a los problemas generados y asegurar un mejor funcionamiento de la obra con los trabajadores de subcontrato, se debe exigir de forma correcta un mejor trabajo a sus empleados y que realicen la labor de forma ordenada y limpia, generando un entorno de trabajo propicio frente a cualquier proyecto.

Los resultados que se obtienen con este control y cuidado exigente del proyecto es propiciar la aprobación por parte del supervisor de control de calidad frente al producto, ya que, si se percata de errores comunes como limpieza, manchas o trizaduras, dará la orden de repetir la acción, generando un aumento de horas hombre afectando directamente al tiempo y costo de proyecto. Es por este motivo que, con un control constante de inicio a fin, entregándole a los trabajadores las charlas y orientación correcta, se logra un procedimiento y producto de primera calidad sin afectar el tiempo y costo.

Para mejorar la calidad de la construcción el constructor civil debe considerar al menos en los siguientes puntos:

Checklist

Para un mejor manejo de información se elabora una planilla Excel con las distintas partidas que posee el proyecto por personal en terreno (planta) logrando captar la información en porcentajes de los materiales que el modulo adquiere y así entregar al área administrativa.

Este es un Checklist específico, que se utiliza en planta que es de suma importancia, ya que así podemos verificar el avance que tiene cada módulo y que es lo que falta para ir apurando partidas y entregar en la fecha estimada.

Junto con el apoyo de personal encargado de las distintas áreas se va realizando el avance diario y así poder entregar un avance total por semana, identificando con mayor transparencia de los que posee o falta en cada módulo y definir su porcentaje de avance hasta la fecha.

Subcontratos

En este punto quiero enfatizar en la responsabilidad que debe tomar los subcontratos y supervisores a cargo en términos de control, seriedad y eficiencia a sus trabajadores dentro de la empresa industrializada de construcción modular, por lo que se les exige un comportamiento profesional y de calidad, exigiendo los máximos estándares de seguridad y calidad ante cualquier proyecto realizado.

Esto da enfoque a realizar un trabajo en conjunto respetando las labores de las demás personas que trabajen en terreno, así logrando cumplir con tiempos específicos sin aumentar en los costos de proyecto. De igual manera implementar charlas o reuniones puntuales con respecto a estos temas ya que son de suma importancia que exista transparencia y un buen entorno de trabajo.

Estado de equipo maquinaria

Un punto importante es tener conocimiento por parte de especialistas en terreno de lo que el área de logística realiza para poder conseguir la maquinaria o transporte necesario dentro de la empresa, ya que es mejor estar preparado ante cualquier situación de riesgo o accidente, me refiero al tema de que la maquinaria y transporte debe contar con documentos al día y en caso de maquinaria pesada utilizada dentro de obra contar con la certificación correspondiente.

Esto brinda una buena imagen y buen funcionamiento dentro de la empresa ya que al contar con los estándares de seguridad y calidad existe protección tanto a los operadores como al personal en el área de trabajo evitando accidentes o riesgos.

Aporte Personal

Como se observa a través del tiempo de la construcción modular con su historia y proyectos desarrollados se logra identificar el propósito con respecto al medio ambiente al ser una construcción sustentable disminuyendo ruido, aumentando seguridad, creando espacios modulares flexibles acorde a la solicitud del cliente entregando un producto con estándares de calidad al ser desarrollada en un entorno industrializado. Es por eso que el desarrollo de este proyecto cumple con los objetivos generales y específicos con respecto a la producción en línea, seguridad y ventajas que esta industria ofrece, ya que a pesar de los detalles analizados anteriormente generados por estudios y experiencia en la industria modular esta se puede mejorar a través de controles progresivamente en cada proyecto y así entregar productos con estándares de calidad, evitando aumento de tiempo y costo logrando ser de la construcción modular más eficiente y eficaz.

Datos analizados y resultados ya que son de guía práctica para futuros constructores dedicados a la construcción modular.

Lo que se observa a través del desarrollo y realización de proyectos en la construcción modular es de suma importancia para crear esta guía de procedimientos constituida por debilidades de un caso real, ya que se identifican cuáles son los puntos esenciales en los que un futuro constructor civil se debe enfocar para realizar sin mayor complicación los proyectos solicitados.

INCO

Modulo Remanso Dormitorios

Dimensiones	Ancho	Largo	
	3,5	14	
Area		49	M2

costo

Venta UF	Valor UF/M2	Valor venta	Costo UF	Valor UF/M2	C. Produccion
450	9,18	\$ 12.600.000	112,5	2,30	\$ 3.150.000

C.Construccion 25%

Lo que se quiere demostrar con este análisis es sobre la incidencia de costos que puede cuantificar los beneficios económicos con respecto a la implementación de este sistema de control de calidad ya que se vería reflejado con el tiempo correspondiente por cada módulo aumentando la productividad de la empresa al implementar los controles correspondientes en cada partida.

Sugerencia de mejoramiento en construcción

RCD en el área de sustentabilidad

A través de experiencias en terreno por práctica profesional realizada en construcción modular y en construcción tradicional en trabajos anteriormente realizados, e podido concluir que el futuro de la construcción está en el enfoque de la sustentabilidad por lo cual son los Residuos De Construcción y Demolición (RCD) que las empresas generan, donde se debe encontrar la solución para así trabajar en conjunto con entidades encargadas de retirar los materiales seleccionados previamente de obra.

Por otra parte, un punto importante es que en la empresa de construcción modular debe mantener su postura con respecto a la sustentabilidad, ya que al ser distinta a la construcción tradicional con respecto al impacto ambiental esta genera menor cantidad de residuos de construcción (RCD) logrando de esta manera ser una empresa comprometida con el futuro de la construcción y medio ambiente.

Otro tema es lo potencial que es implementar este sistema en la empresa modular ya que el marketing digital se vería completamente beneficiado utilizando las herramientas adecuadas y así lograr captar al cliente con soluciones modulares flexibles con un menor impacto ambiental y todas las otras características que esta posee.

Conclusión

Se puede concluir que las distintas formas de construcción, ya sea tradicional o modular, tienen que cumplir con estándares mínimos de seguridad según el personal que disponga, como también en los movimientos generados dentro de la industria, logrando productos de calidad para tener un cliente conforme.

Sin embargo, al considerarse los problemas de contaminación que se generan y afectan el entorno con la construcción tradicional realizada “in situ”, la construcción modular surge como una opción viable, eficiente, entregando soluciones de espacios flexibles respecto a la variedad de proyectos existentes.

Esta disminuye el impacto en el ambiente, los tiempos de entrega y riesgos asociados a ella, sin reducir la calidad logrando instalaciones de viviendas, edificación en altura, faenas mineras, faenas de construcción, hospitales, entre otros.

Este proyecto de título logro cumplir con los objetivos trazados en el presente documento donde se ven reflejado los procedimientos existentes en una empresa industrializada con sistema de producción en línea, ya que con movimientos generados en terreno y problemas principales que se pueden generar son un desafío en todo momento , sin embargo se crea el análisis y desarrollo de las soluciones a través de experiencias para lograr que este modelo de construcción modular siendo ya en la actualidad una buena opción con respecto a la construcción tradicional, sea aún más eficiente y eficaz con respecto al tiempo, costo, sustentabilidad y manejo de los proyectos que se desarrollan con el fin de que este modelo funcione para futuros profesionales directamente relacionados con el rubro de la construcción civil desarrollando y creando soluciones modulares.

Referencias

Balet, R. & Canive, T. (2019). *Proceso de mejora continua en una empresa*. España: Sinnaps. Recuperado de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/proceso-mejora-continua-una-empresa>

Bernal, J. J. (2013) *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua*. PDCA Home. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>

Modular Building Institute (s/f). *What is Modular Construction?* Estados Unidos: Modular Building Institute. Recuperado de http://www.modular.org/HtmlPage.aspx?name=why_modular

Neoblock. (2020). *Edificación residencial*. España: Neoblock Build your home. Recuperado de <https://neoblockmodular.com/edificacion-residencial/>

Termiser. (2015) *Construcción modular de casas: ventajas y desventajas*. España: Termiser. Recuperado de <https://www.termiser.com/construccion-modular-bde-casas-ventajas-desventajas/>

Vásquez, M.. (s/f) *Casas modulares: ventajas y desventajas*. España: Decoora. Recuperado de <https://www.decoora.com/casas-modulares-ventajas-y-desventajas/>

Viviendu (2015). *Historia de la construcción modular*. España: Viviendu. Recuperado de :<https://viviendu.com/wiki/historia-de-la-construccion-modular/>

Viviendu.(2015). *¿Qué es exactamente la construcción modular?* España: Viviendu. Recuperado de <https://viviendu.com/wiki/que-es-exactamente-la-construccion-modular/>

<https://metodoss.com/metodologia-pdca-ciclo-shewhart-deming/>