

*Industrialización, tecnología y nuevas formas
de producción para la reactivación en tiempos
de COVID19*

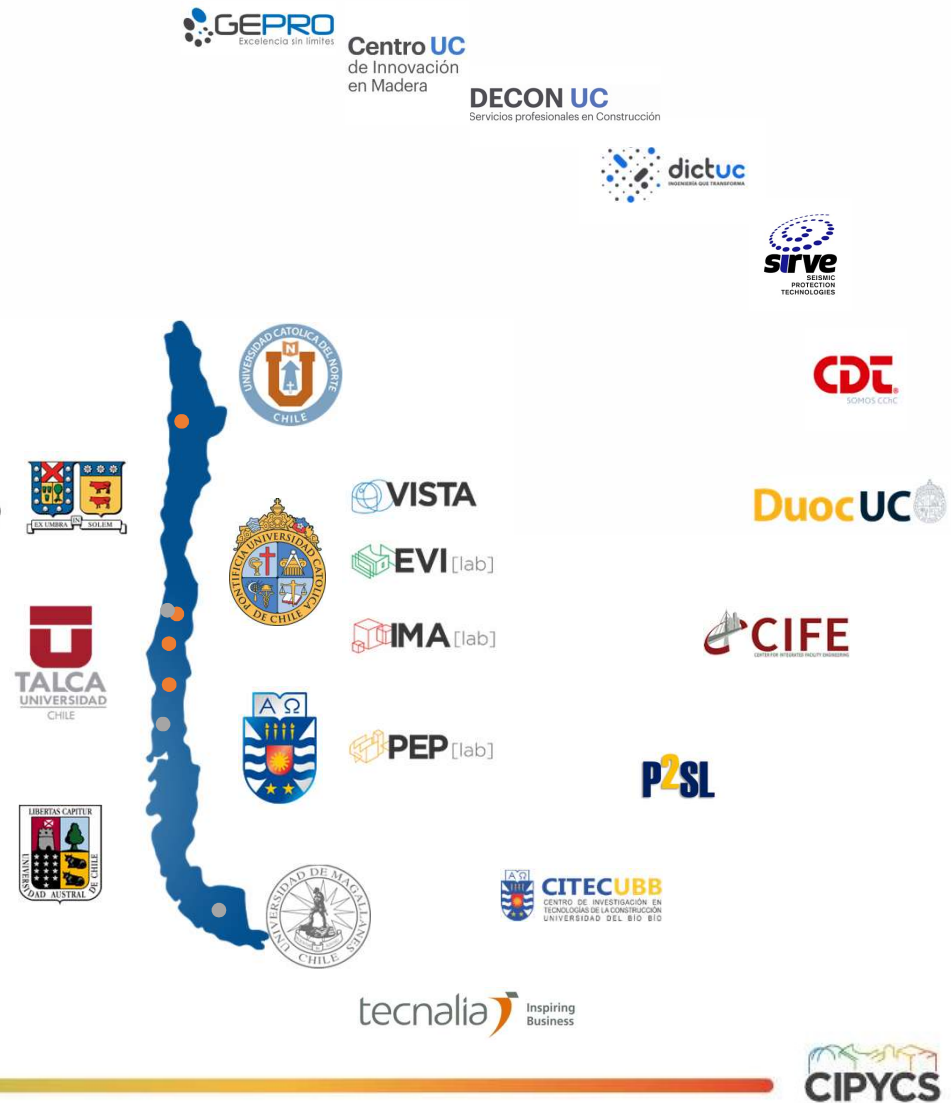


Luis F. Alarcón

*Director Centro Interdisciplinario para la Productividad y
Construcción Sustentable*

Quiénes integran CIPYCS

- 3 unidades de prototipado, EVI Lab, IMA y PEP Lab
- 1 observatorio, Vista
- 60 Laboratorios de Ensayo y Control de Conformidad
- Más de 120 investigadores
- Más de 40 profesionales y técnicos en labores de apoyo
- 7 Universidades nacionales
- 7 Nodos y asientos territoriales a lo largo de Chile
- 6 Centros de I+D+T Nacionales



Contenidos

- **Situación Actual** problemáticas y oportunidades a partir del COVID-19.
- **Tecnología, herramientas Lean y nuevas formas de planificación de producción** que permitan trabajar en forma eficiente y segura.
- **Propuesta de Investigación colaborativa aplicada** para impulsar industrialización de proceso en el contexto de COVID-19
- **Presentación de Axis DC**

Situación Actual

Aspectos generales

- Afectación a la salud, desarrollo social y económico a causa de COVID-19.
- Necesidad de distanciamiento social.
- Aislamiento social.
- Importante impacto económico, desempleo y caída de ingresos de la población.
- La industria de la construcción ha sido uno de los sectores más afectados por la pandemia.



Situación Actual

Aspectos específicos

- **Falta de capacidades de planificación y control de producción** para incursionar en una industrialización progresiva de sus procesos.
- **Falta de protocolos de producción** que permitan trabajar en diferentes sectores que necesiten reanudar sus actividades.
- **Dificultad para generar protocolos** de producción dado la alta variabilidad e interdependencia presentes en el desarrollo de actividades.



Consecuencias

- Baja productividad
- Personas y materiales desorganizados
- Alta generación de residuos y fallas de calidad



Situación Actual

Oportunidades – Sector construcción

- Alto potencial para apoyar a la recuperación económica y la creación de empleo.



- Requiere poca inversión de activos fijos y uso intensivo de mano de obra.
 - Ofrecer proyectos para atender la demanda de la emergencia sanitaria.
-
- Los sitios de construcción suelen ser grandes espacios, que pueden permitir el desarrollo de actividades con un alto grado de distancia social.

Situación Actual

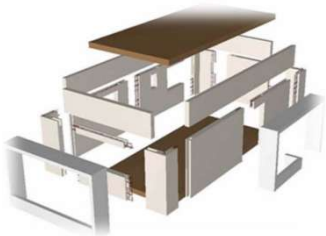
Requerimientos



Lograr una progresiva industrialización de los procesos productivos.

Implementando y estandarizando metodologías constructivas basadas en procesos industrializados en sitio y en la prefabricación y modularización.

Apoyado en: Diseño, seguimiento control bajo el uso de tecnologías digitales, como BIM, simulación de eventos discretos, vehículos aéreos no tripulados



Situación Actual

Requerimientos

- Contar con estrategias de planificación adecuadas in situ para lograr un distanciamiento y flujo de actividades idóneos.

Técnicas disponibles:

- ✓ Planificación y control basado en la ubicación (líneas de balance), permite:

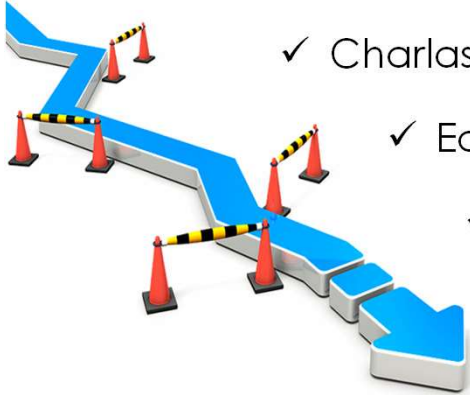
➔ Planificar el trabajo de equipos respetando los espacios libres mínimos

➔ Planificación basada en trenes continuos de trabajo

Situación Actual

Requerimientos:

- Adoptar nuevas medidas de Salud y Seguridad en el Trabajo (SST) en los sitios de construcción:
 - ✓ Protocolos de acceso (distanciamiento, temperatura, EPP + Mascarilla)
 - ✓ Charlas diarias o integrales con número reducido de personas
 - ✓ Equipos de trabajo con personal limitado (cumplir distanciamiento)
 - ✓ Diseño y espaciamiento para colación (turnos, nuevos salones, cocina)
 - ✓ Distribución de materiales de bodega (aglomeraciones)
 - ✓ Rutas de circulación unidireccional para evitar contacto en pasillos



Tecnología, herramientas Lean y nuevas formas de planificación de producción

- **Industrialización**
- **Planificación basada en la ubicación**
- **Tecnologías de apoyo BIM, Lean, Drones**
- **Ingeniería de Resiliencia**

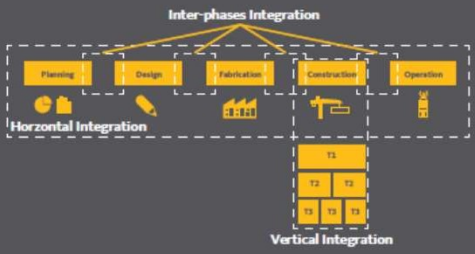
¿Cómo entendemos Industrialización? (*)

“Industrializar es realizar una actividad estandarizada con la menor pérdida de recursos. Ejecutar procesos eficientes. Con un flujo continuo (sin tiempos muertos). Además, industrializar es simplificar procesos y reducir mano de obra. Realizar la actividad en un ambiente controlado, con un ritmo definido, con planificación y análisis de procesos. Industrializar es cumplir con condiciones de satisfacción, sin trabajo rehecho, a través de mano de obra competente. Además, industrializar es realizar la actividad bajo condiciones de seguridad, disminuyendo el riesgo. Siempre considerando el control y mejora del proceso.

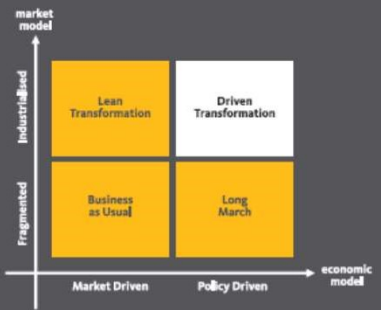
Junto con lo anterior, industrializar es innovar, utilizar nuevas tecnologías e incluir, dentro de lo posible, prácticas relacionadas con elementos prefabricados y montaje”.

(*)Presentación de Axis DC al Consejo de Construcción Industrializada

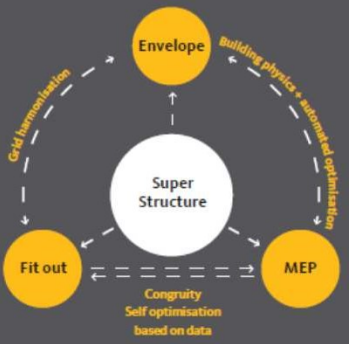
1. Industrialised Construction (IC) – “COVID-19 ready” – the new operating model for construction



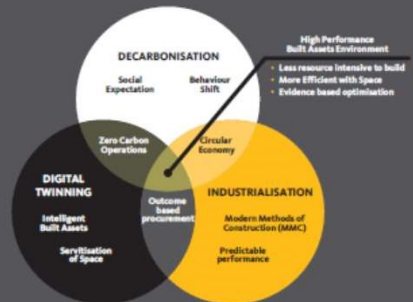
2. How do we target and use the economic stimulus post-COVID-19 to transform the industry?



3. Unearthing a new supply chain which is industrialised and mobilises modern methods of construction?



4. Industrialised construction leads to better Building Performance – What does a high-performance Built-Environment look like?



Oportunidades de transformar la industria a partir del COVID-19

INDUSTRY WHITE PAPER

INDUSTRIALISED CONSTRUCTION: The Rebound from COVID-19

An Industry white paper written by:

- Sumit Oberoi**, Executive Director, AMCA - Australia
- Alain Waha** - Co-founder, Cogital - UK & Germany

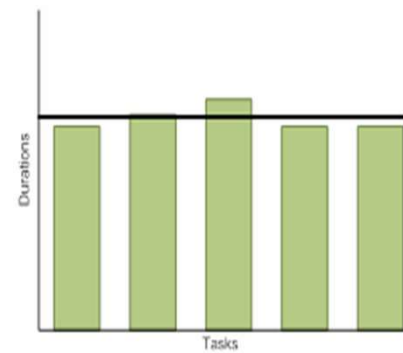
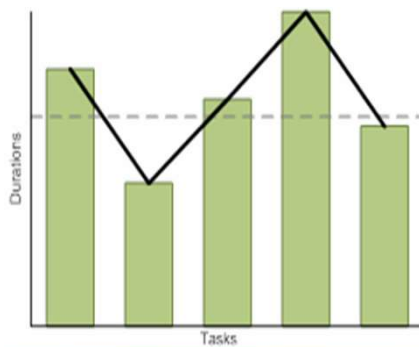
With input from:

- Richard Harpham**, VP Katterra Apollo - USA
- Matthew Gough**, Innovation Director, MACE Construction - UK

Oportunidades de transformar la industria a partir del COVID-19

- Un lugar más seguro bajo las condiciones de COVID-19
- Un sector más resiliente
- Un sector más productivo
- Aceleración de la digitalización y automatización de todas las partes de la cadena de suministro.
- Reasignación y aceleración de creación de empleos de mayor valor agregado.
- Aceleración de la implementación de las medidas estructurales requeridas para crear un significativo aumento de la eficiencia y reducir la estructura de costos.
- Reestructuración de la base de proveedores a través de oleadas de integraciones, desinversiones y fusiones de empresas para alinear sus capacidades con la nueva cadena de valor de la construcción.
- La creación de plataformas inteligentes de suministro para proyectos en línea, nuevas fuentes de financiamiento y la reorganización de la nueva cadena de suministros.

Planificación Basada en la Ubicación (Location Based Planning)



Planificación Convencional

- Trabajo comienza en ubicaciones aleatorias y a veces no deseables
- Se producen congestiones en ciertas zonas
- Mientras se observa escasa actividad den otras ubicaciones
- Como resultado se producen pérdidas de tiempo, atrasos, incrementos de costos.

Planificación Basada en la Ubicación

- Permite una visión general del Proyecto en forma simple e intuitiva
- Una optimización continua de un flujo de trabajo sin interrupciones
- Una ejecución más rápida y eficiente del proyecto

Planificación Basada en la Ubicación

La construcción del Empire State Building

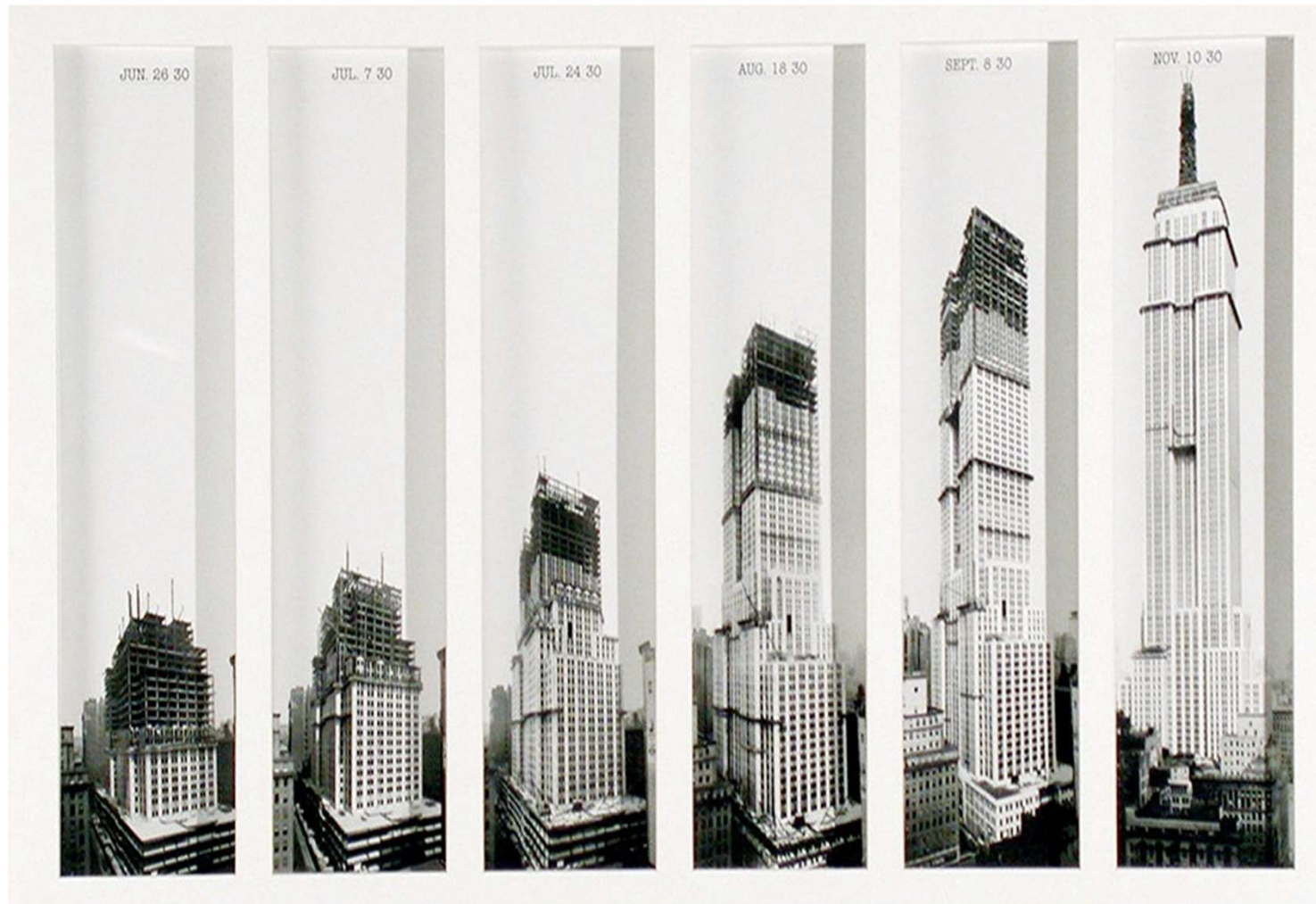
Un trabajador de la construcción la describió:

“Nosotros siempre la pensamos como un desfile (militar) en que cada soldado marcaba el paso y el desfile nos llevaba hasta el último piso del edificio, manteniendo el paso en forma impecable.”

“A veces nos imaginamos una gran línea de ensamblaje, donde la línea de ensamblaje se movía y el producto terminado se mantenía en su lugar.”



Construcción del Empire State Building



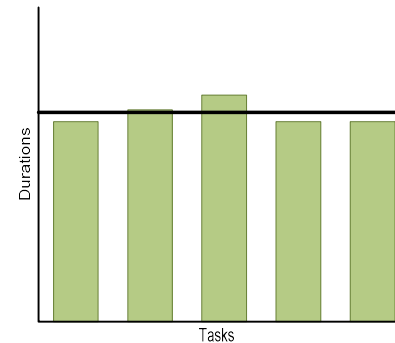
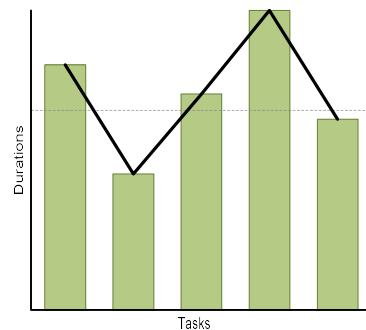
Planificación Basada en la Ubicación

Takt Time: Tiempo disponible para producir/Demanda

Simple de aplicar en manufactura; en construcción, las velocidades de distintas instalaciones crean complejidades.

Toda capacidad en el sistema que excede la capacidad de la cuadrilla mas lenta es un desperdicio.

Actualmente se maneja con técnicas de programación rítmicas (como Líneas de balance) entre múltiples áreas para mantener el flujo.



Planificación Basada en la Ubicación

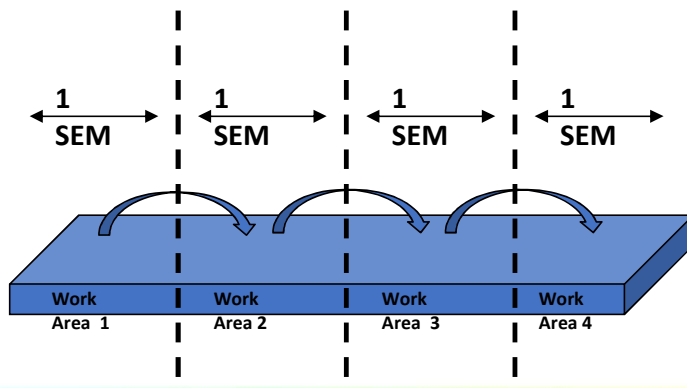
Cada Piso se divide en áreas de tamaño similar

Cada Disciplina tiene una semana para completar cada área

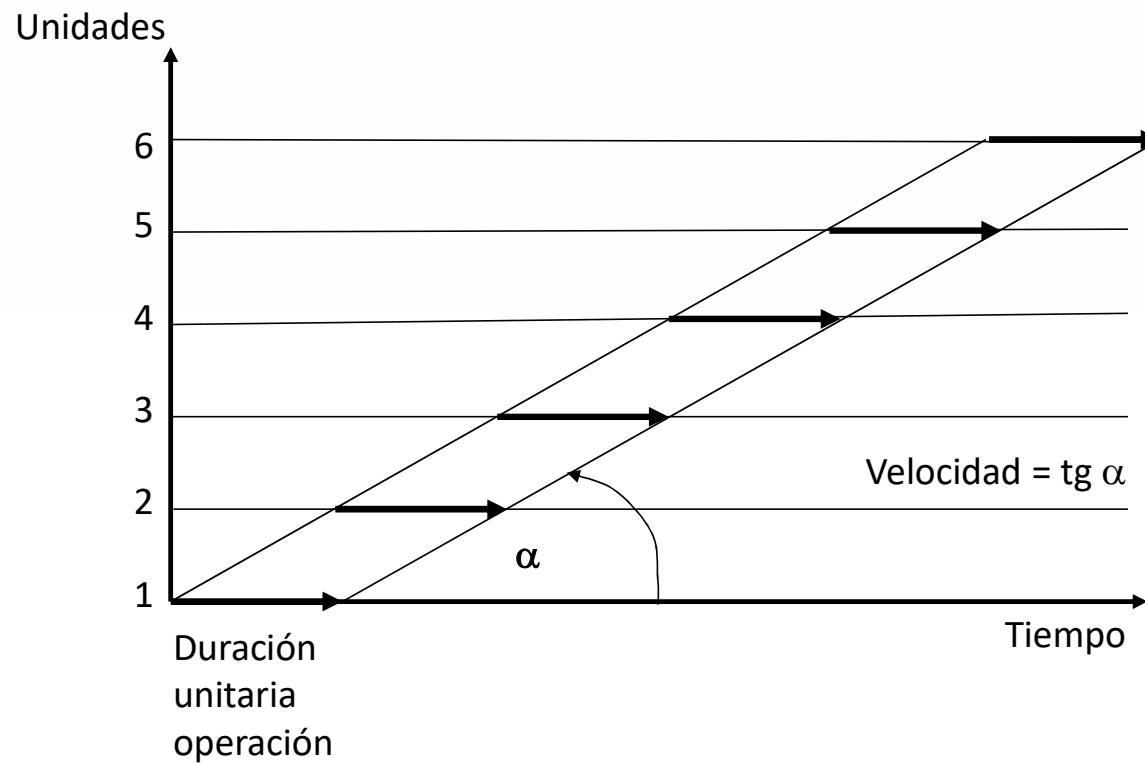
Solo una Disciplina ocupa el área al mismo tiempo

El material de cada Disciplina es enviado a su área de trabajo directamente

Todas las disciplinas terminan y se mueven al área siguiente al final de cada semana

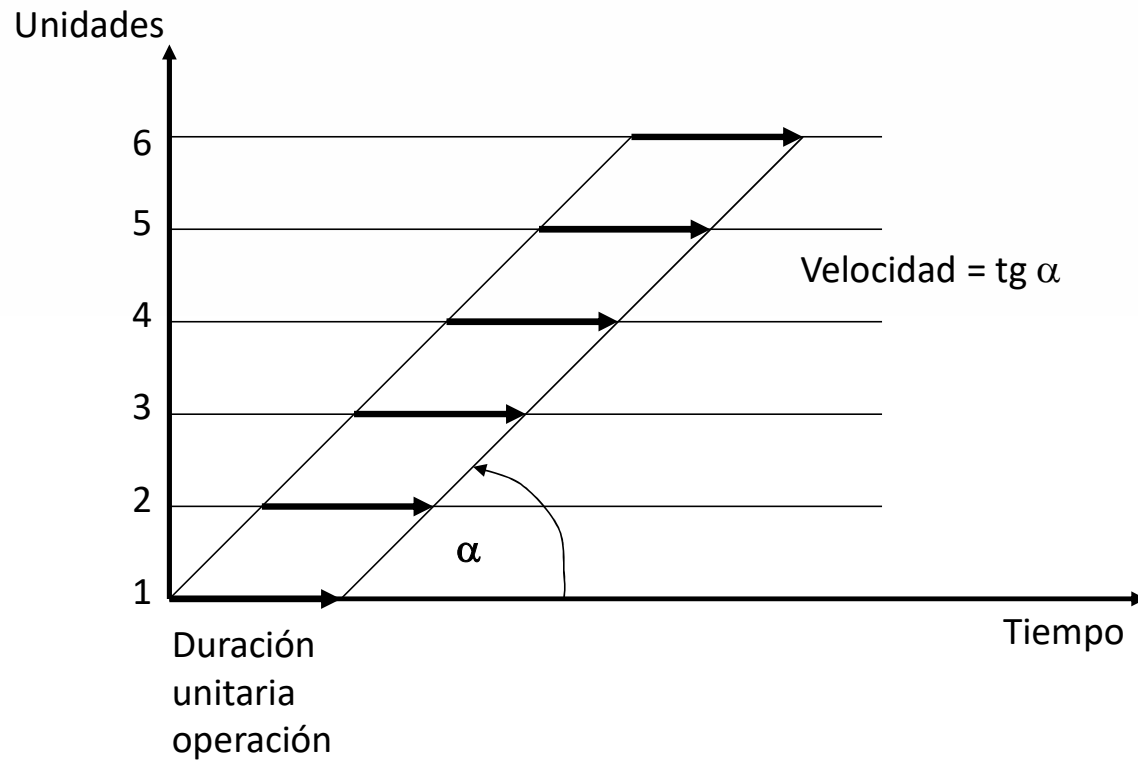


Modelo de representación de la línea de balance



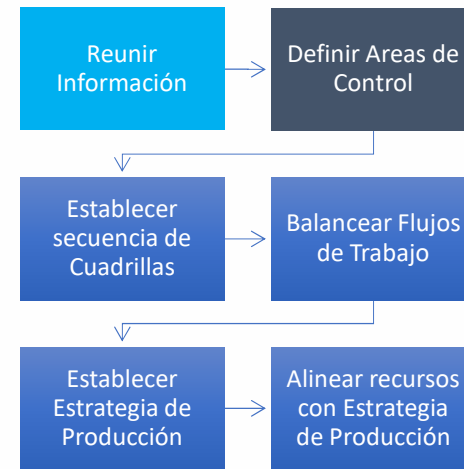
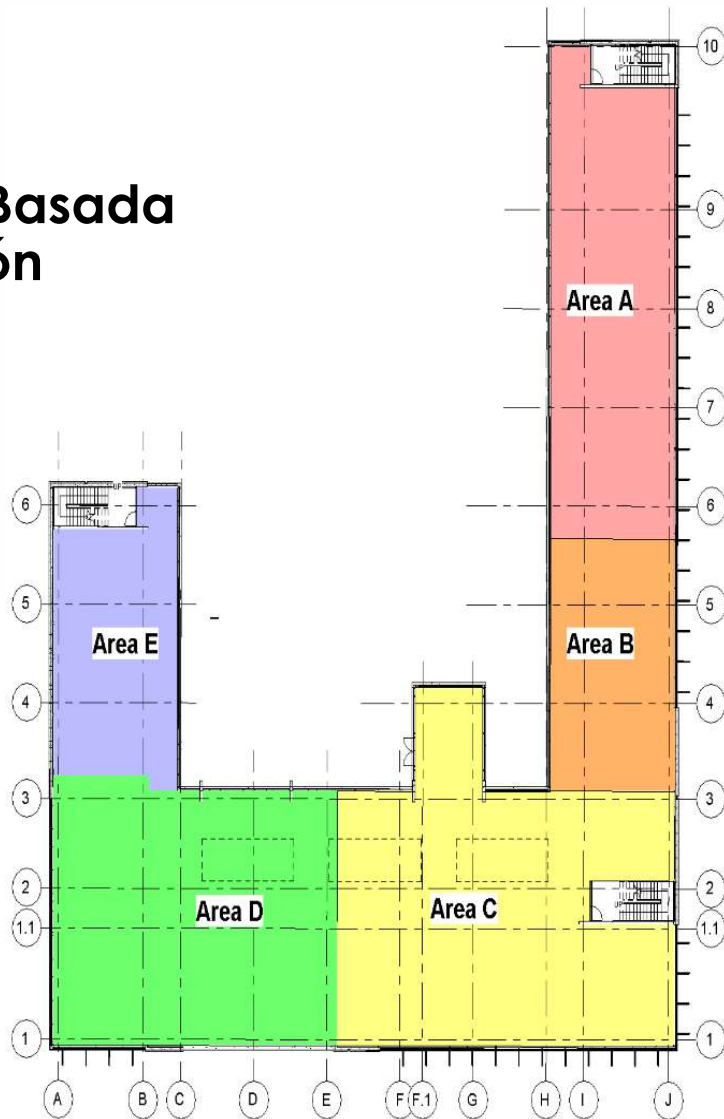
Velocidad con una cuadrilla

Modelo de representación de la línea de balance



**Velocidad con
dos cuadrillas**

Planificación Basada en la Ubicación



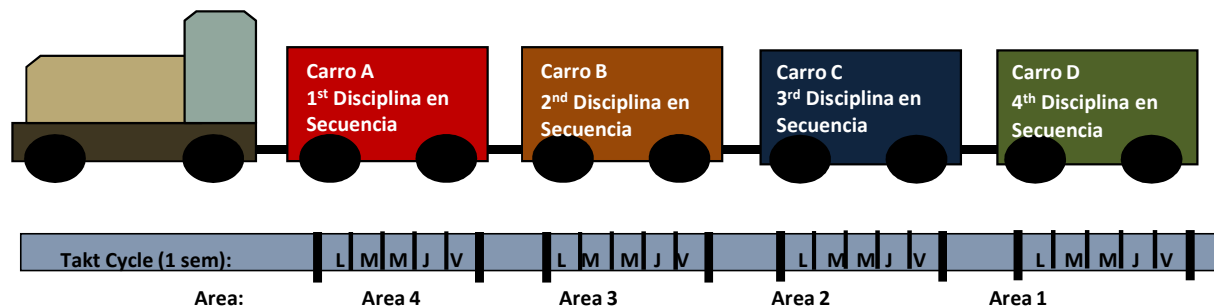
Planificación Basada en la Ubicación

Cada carro del tren es una disciplina

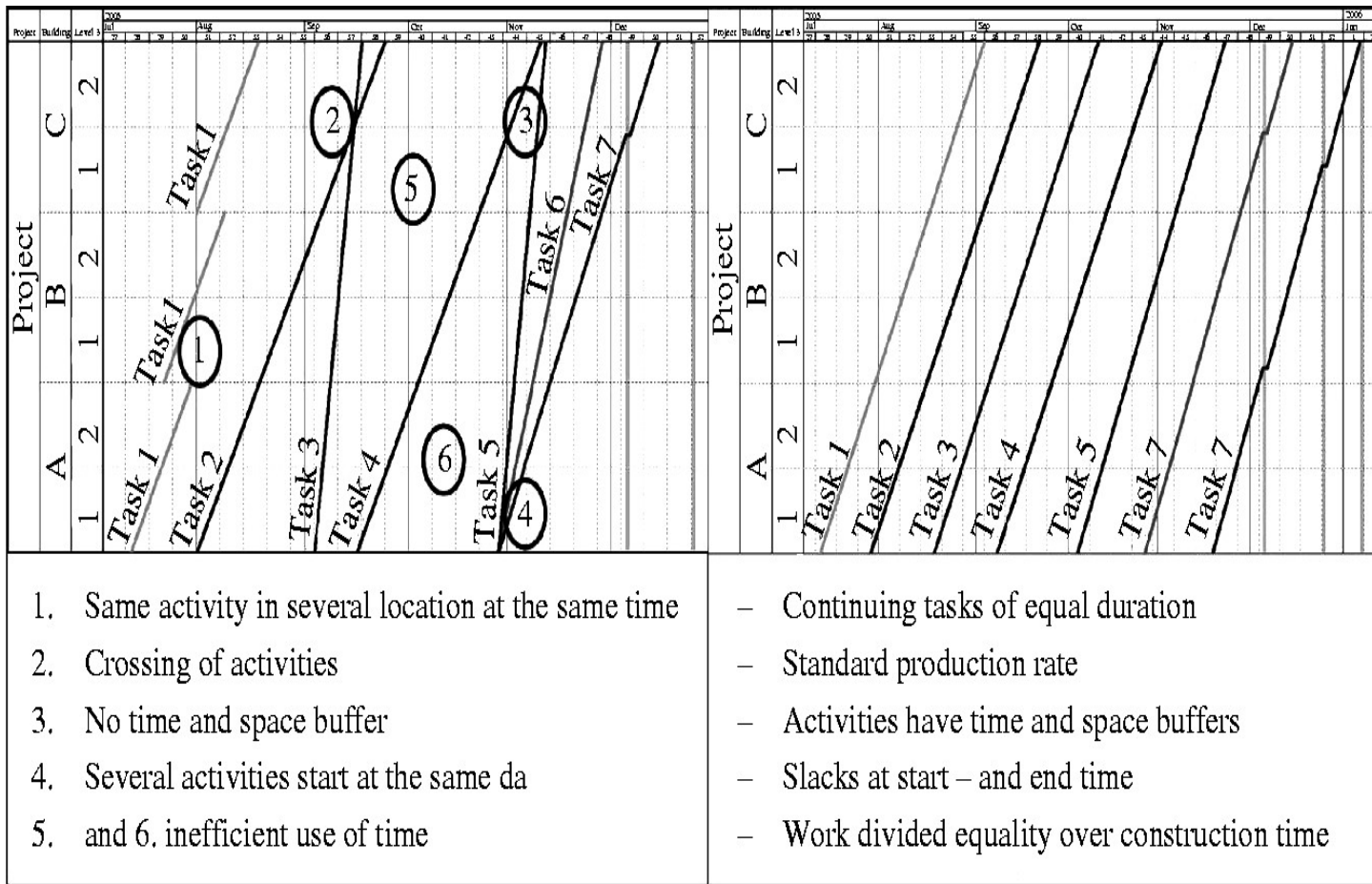
La velocidad del tren es establecida por la locomotora (la primera cuadrilla), todas las cuadrillas se mueven a la misma velocidad (ritmo)

Todos los carros están conectados y se mueven juntos en la secuencia requerida (término comienzo)

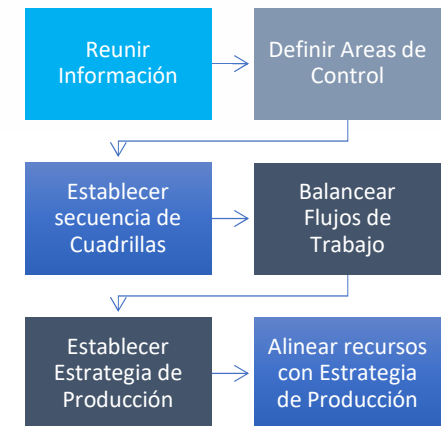
Si se mantiene, se alcanzará un flujo de trabajo balanceado, sin interrupciones



Planificación Basada en la Ubicación



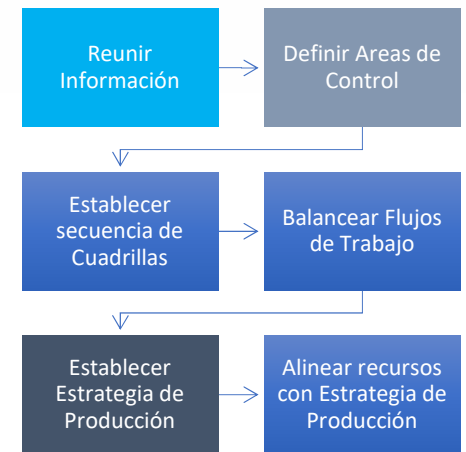
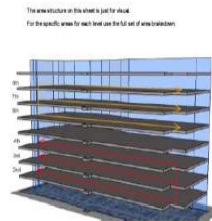
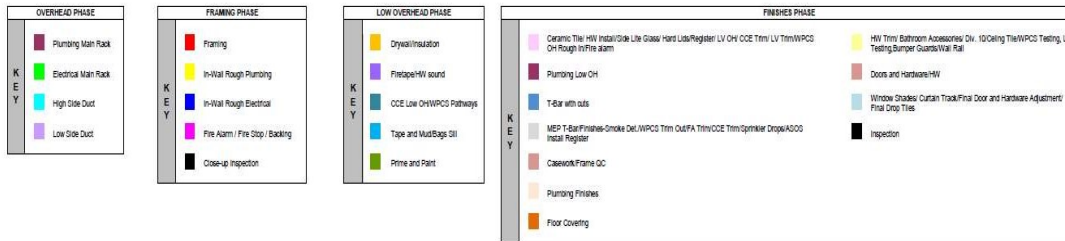
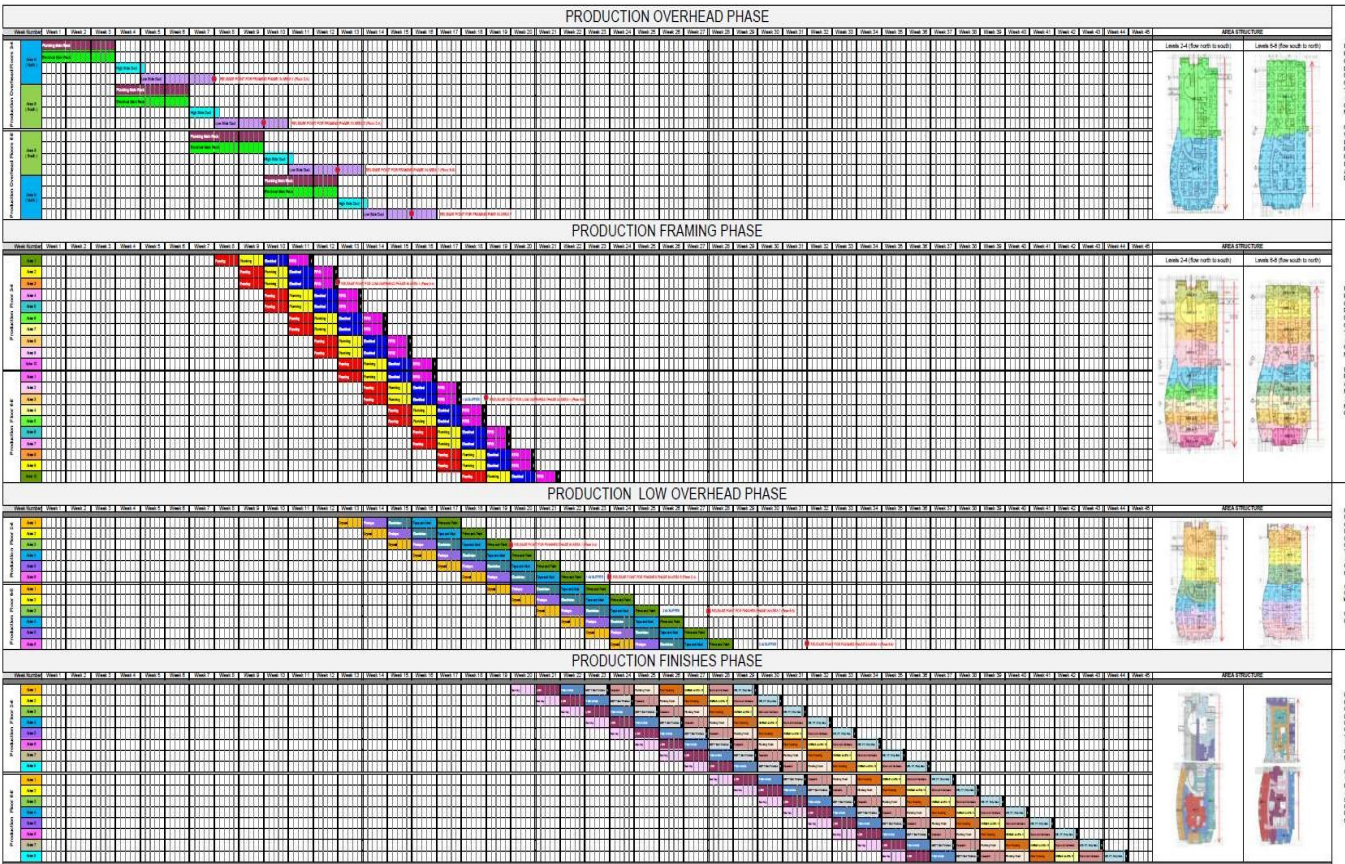
Modelo de representación Gráfico de Velocidades



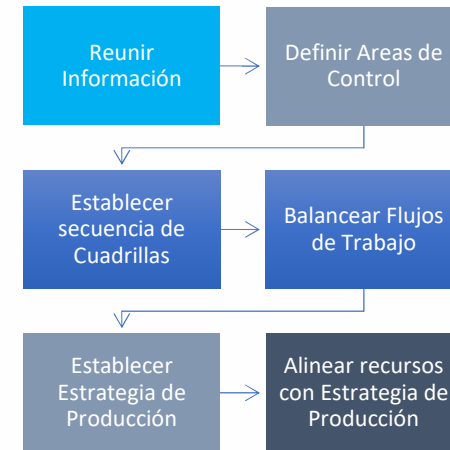
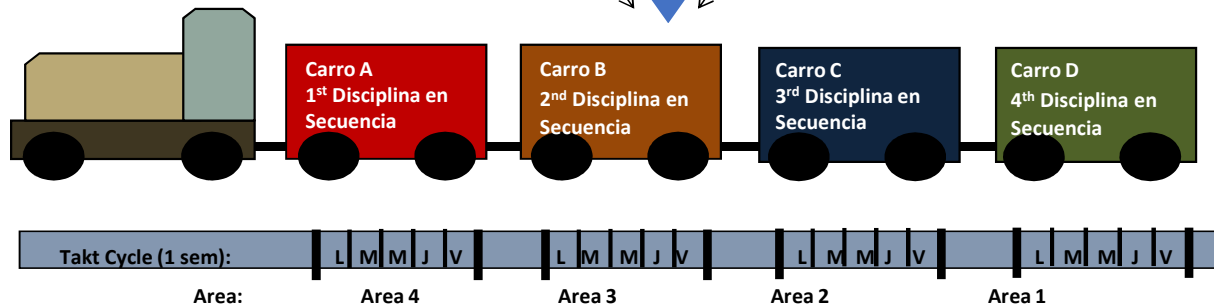
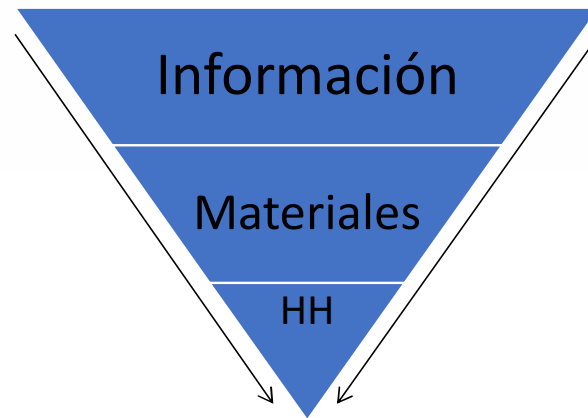
Source: Jongeling and Olofsson (2006)

Planificación Basada en la Ubicación

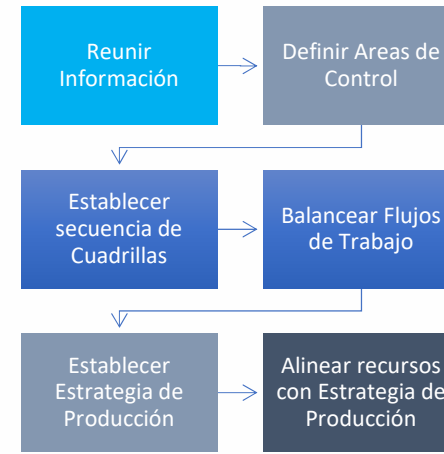
Representación Carta Gantt Coloreada



Planificación Basada en la Ubicación



Planificación Basada en la Ubicación



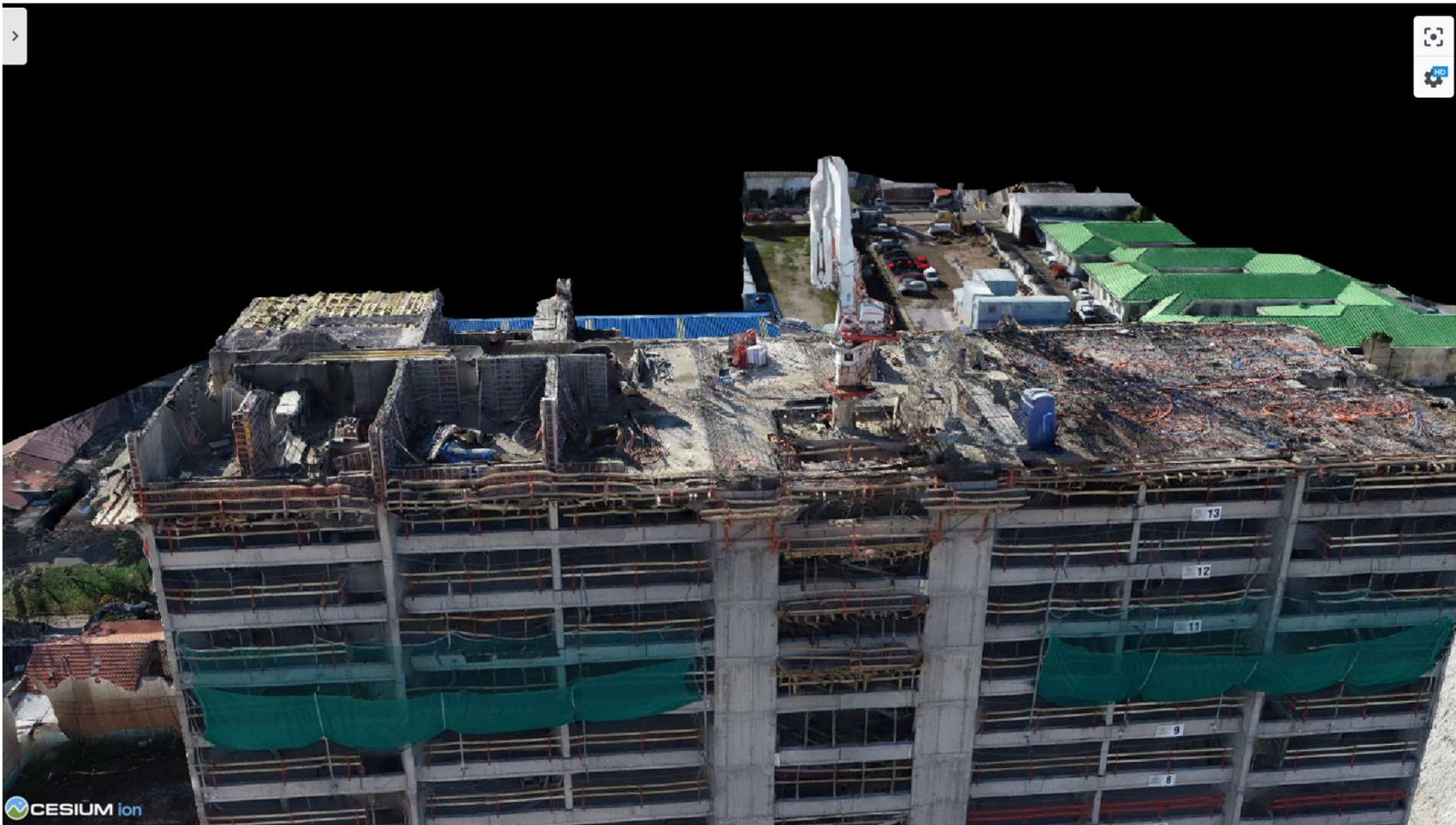
- Disciplina
- Paneles Visuales de Avance
- Planos claros, etiquetados y destacados
- Proceso necesita constante revisión y correcciones
- Revisiones Diarias
- Sistemas de respaldo robustos

Planificación Basada en la Ubicación: Planificación 4D

COMSA - GEPUC

**Modelación
Virtual Museo
de la
Memoria:
4D+Sistema
Last planner**

Planificación Basada en la Ubicación: Control y Prevención con Drones

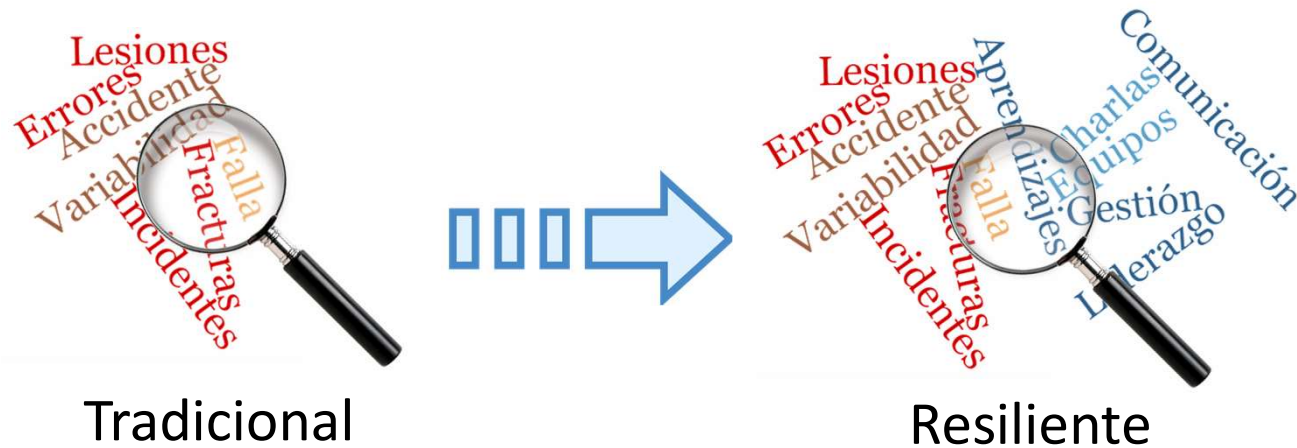


Levantamiento
3D y monitoreo
en línea de
factores de
riesgo

Ingeniería de Resiliencia

Habilidad intrínseca de un sistema para **ajustar su funcionamiento, antes, durante, y después** de cambios y perturbaciones, de forma que pueda **mantener los requerimientos de producción** bajo condiciones tanto esperadas como no esperadas (Hollnagel, 2014)

Aprender tanto de los fracasos como de los éxitos (Hollnagel, 2011)



Ingeniería de Resiliencia - Principios

- Compromiso de la Alta Dirección
- Cultura de Justicia o Equidad
- Cultura de Aprendizaje y de desarrollo de Competencias
- Concienciación
- Flexibilidad
- Preparación - capacidad de la organización de reestructurarse
- Opacidad - La organización debe ser consciente de los límites

Ingeniería de Resiliencia - Habilidades

4 potenciales o habilidades para actuar de forma resiliente



Ingeniería de Resiliencia - Habilidades

- **Aprender:** Saber lo que sucedió, o poder aprender de la experiencia. Esta es la habilidad de abordar los hechos.
- **Responder:** Saber qué hacer, o ser capaz de responder a la variabilidad, las perturbaciones cotidianas como imprevistas. Esta es la habilidad de abordar el desempeño actual.
- **Monitorizar:** Saber qué buscar, o ser capaz de monitorizar lo que es o podría convertirse en una amenaza a corto plazo. Esta es la habilidad de abordar lo crítico.
- **Anticiparse:** Saber qué esperar, o ser capaz de anticipar los acontecimientos, las amenazas y oportunidades en el futuro. Esta es la habilidad de abordar lo potencial.

Propuesta de Investigación Colaborativa (*):

Control de la propagación del COVID -19 en sitios de construcción, basado en acciones integradas de Industrialización de Sistemas de Producción, Seguridad y Resiliencia.

(*) Actualmente en evaluación en ANID

Objetivos

- **Diagnóstico** de obras en varias ciudades, **para evaluar las dificultades** en la implementación de restricciones a la **distancia social** y **otras medidas de SST**.
- **Integración de tecnologías digitales** en la planificación y el control basados en la ubicación, que permitan **automatizar el monitoreo** de actividades.
- **Identificación de oportunidades de prefabricación y modularización** integrada a procesos productivos industrializados.



Objetivos


- **Estudio y aplicación de principios de Ingeniería de Resiliencia** para gestionar restricciones de contacto social e implementar medidas de SST en sitios de construcción.
- **Estudios de implementación y refinamiento de protocolos** propuestos para evitar propagación de COVID-19 en múltiples sitios de construcción.
- **Difundir los protocolos propuestos** por el material de divulgación científica, y también a través de conferencias y seminarios.



Actividades de Investigación

1. **Realizará diagnóstico** en una muestra de empresas, para comprender las principales dificultades en la aplicación de medidas para prevenir el contagio por el virus SARS-CoV2.
2. Proponer protocolos para aplicación de medidas de **seguridad y salud** en el trabajo y **planificación y control** basados en la ubicación.
3. **Identificar oportunidades de prefabricación y modularización** en los procesos productivos y su integración dentro del **diseño del sistema de producción**.



- + Seguridad
- + Rapidez 
- + Calidad
- Menos recursos

Ambiente controlado



Actividades de Investigación

4. **Evaluar el uso de herramientas de control** con el apoyo de **tecnologías digitales e indicadores de seguimiento.**

5. **Desarrollar estudios empíricos** en proyectos de construcción **para evaluación y refinamiento de protocolos.** → Estos estudios serán realizados en asociación con empresas interesadas.



Contribuciones esperadas – Para la Industria

1. **Promover la industrialización** de los sistemas de producción con el doble objetivo de prevenir contagios y mejorar la eficiencia de la industria
2. Ayudar a las empresas constructoras a **gestionar eficazmente las restricciones de distanciamiento social**
3. **Calificar al personal técnico de empresas constructoras y clientes**, directamente involucrados en estudios empíricos
4. **Difundir el conocimiento adquirido** en conferencias y seminarios al resto de la industria

“Contribuir al crecimiento económico y la generación de empleo en la industria de la construcción que es un sector de enorme importancia para el país”



Contribuciones al conocimiento

1. **Desarrollo de protocolos** para evitar la difusión de COVID-19 en obras de construcción. Apoyados en:



- ✓ Medidas de salud y seguridad
- +
- ✓ Planificación basada en la ubicación



- ✓ Aumentar la eficiencia de proyectos
- ✓ Mejorar la gestión de restricciones de distanciamiento social

2. **Selección e integración de tecnologías digitales a la planificación** basada en la ubicación, lo que permite la introducción de controles automatizados



Contribuciones al conocimiento

3. **Identificación de oportunidades** de prefabricación y modularización asociadas a la prevención de contagios y como parte integrada de los sistemas de producción



4. **Implementación de protocolos** en múltiples proyectos de construcción **para demostrar los beneficios esperados**



Investigadores y Instituciones asociadas



Luis F. Alarcón
Lean Construction
PUC



Sergio Vera
Sustentabilidad y
Eficiencia Energética
PUC



Rodrigo Herrera
Gestión de Construcción y TI
PUCV



Erick Forcael
Gestión de Construcción y
Automatización



Salvador García
Gestión de la Construcción
Monterrey Tec



Eugenio Pellicer
Lean Construction
UPV



Carlos Formoso
Lean Management
UFRGS Brasil



Resumen y Conclusiones

- El contexto del COVID-19 presenta una oportunidad de integrando los protocolos de prevención de contagios con protocolos de gestión de producción que incorporen procesos de construcción industrializados para una construcción más segura, productiva y sustentable.
- Desde CIPYCS, se propone integrar la industrialización con TI, ingeniería de resiliencia y el uso de métodos de planificación y control de producción basados en la localización, para gestionar procesos que garanticen cumplir protocolos sanitarios y hacer más sustentables y eficientes los procesos.
- Quienes quieran ser parte de esta iniciativa están invitados a unirse para ser actores primarios desde un inicio en un trabajo colaborativo industria-academia.

*Industrialización, tecnología y nuevas formas
de producción para la reactivación en tiempos
de COVID19*



Luis F. Alarcón

*Director Centro Interdisciplinario para la Productividad y
Construcción Sustentable*