

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
CONSTRUCTIVOS en el CONDOMINIO
BOLOGNESI - PUENTE PIEDRA”**



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

PRESENTADO POR BACH. CARLOS ANTONIO FELIX JAIR
RAMÍREZ HERRADA

LIMA – PERU

AÑO 2012

Esta investigación es el fruto del apoyo constante de mi familia y del amor de mi vida. A todos ellos, mi gratitud eterna.

ÍNDICE

CAPITULO 1 : GENERALIDADES Y MARCO TEÓRICO	13
1.1 Estudios de Productividad en Construcción	13
1.2 Marco General y Antecedentes del Estudio	14
1.3 Ubicación del Proyecto.....	18
1.4 Aspectos Socioeconómicos	19
CAPITULO 2 : DESARROLLO TEORICO DE LA METODOLOGIA	21
2.1 Consideraciones Generales.....	21
2.2 Antecedentes de la Metodología.....	22
2.3 Estudio de Productividad.....	29
2.4 Proceso Constructivo Real	31
2.5 Rutina de Programación	33
2.5.1 Tren de Actividades.....	35
2.5.2 Porcentaje de Planificación Completa (PPC)	37
2.5.3 Nivel General de Actividades (NGA)	39
2.5.4 Matriz de Responsabilidades	42
CAPITULO 3 : CASO CONDOMINIO BOLOGNESI.....	45
3.1 Características Generales del Proyecto.....	45
3.2 Análisis Formal del Proyecto	48
3.3 Implementación de Alternativas de Mejora.....	50
3.4 Apreciaciones Del Proceso.....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA	100
ANEXOS	102
ANEXO 1: PLANOS GENERALES	102
ANEXO 2: FORMATOS DE PROGRAMACIÓN.....	103
ANEXO 3: ENSAYOS DE PROGRAMACIÓN.....	105
ANEXO 4: REPORTE FOTOGRÁFICO	106

CAPITULO 1 : GENERALIDADES Y MARCO TEÓRICO

1.1 Estudios de Productividad en Construcción

La investigación de la presente Tesis desarrolla diversas herramientas para la programación de actividades en la construcción a través de estudios de productividad, los cuales permiten identificar posibles áreas de oportunidad que dan origen a una alternativa de mejora.

Esta Tesis se enfoca principalmente en el factor humano ya que el insumo Mano de Obra es el que presenta la mayor variabilidad, de todos los recursos que necesita la construcción (materiales, equipos y herramientas, y mano de obra).

El recurso humano es importante ya que sin él no se podría realizar ninguna actividad de construcción. De acuerdo a su desempeño se obtiene la productividad en cada proyecto, el cual es un factor importante para hacer más competitivo el sector construcción y a las empresas que se desempeñan en este sector, apreciándose que la construcción está en camino a su modernización debido a la estandarización que se está obteniendo con las técnicas modernas de construcción que se vienen aplicando en la actualidad.

Otro aporte de la presente investigación es presentar un documento que pueda servir de guía o ilustración para que puedan ser usados como plantilla cuando se requiera elaborar otros proyectos.

Con la información recopilada, procesada y analizada se desprenden las conclusiones y recomendaciones que se derivan del estudio realizado.

Para esto es importante mencionar, que las teorías modernas sobre Productividad en construcción explican del uso de herramientas para la optimización que provienen de una identidad actual que intenta demostrar una mejora corporativa como el Lean y el PMI, donde estas demuestran que llevando un control constante se pueden obtener buenos resultados.

1.2 Marco General y Antecedentes del Estudio

El crecimiento constante de la economía peruana ha ubicado a nuestro territorio dentro del grupo de países emergentes que tienen y tendrán una prosperidad económica que nos dejaría en una gran posición al Perú ante una crisis internacional. Ver la siguiente imagen.

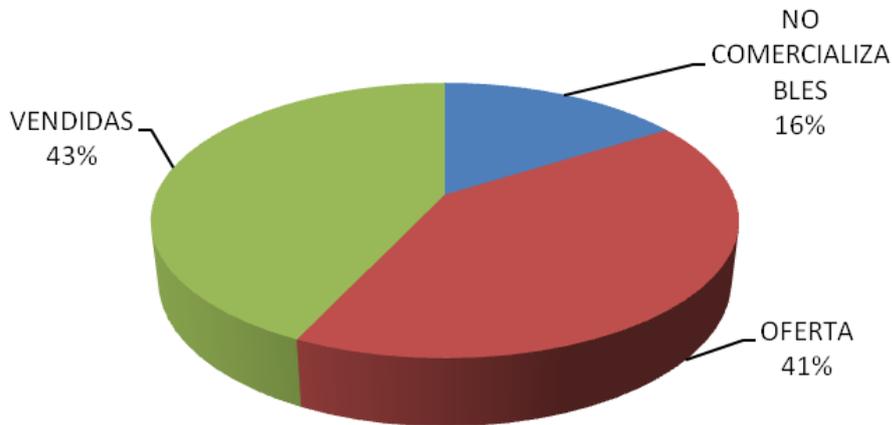


Fuente: INEI 2010

En el Perú, en los últimos años, la actividad en el sector construcción se ha incrementado debido principalmente a los programas de vivienda promovidos por el Estado y a la inversión de grandes capitales privados, tanto nacionales como extranjeros. Sin embargo, este crecimiento no quiere decir que la construcción haya alcanzado un nivel óptimo. Durante las etapas de concepción, diseño y construcción existen prácticas arraigadas que producen pérdidas económicas, demoras en la entrega del proyecto e incumplimiento de objetivos; además, se cometen los mismos errores proyecto tras proyecto, entre otros problemas.

Las construcciones en nuestro país aumentan día a día, la prueba es que casi es una constante diaria observar alrededor de nuestra ciudad carteles publicitarios de nuevos proyectos de viviendas u oficinas que se ofrecen, se observa cada día más demoliciones de casas para dar paso a grandes edificaciones, no es una novedad para todos que como consecuencia de este proceso nuestra ciudad crezca.

Nuestro país vive en la actualidad un repunte de la construcción, sector que ya tiene más de 15 años de un crecimiento sostenido.



CUADRO 01 - Actividad edificadoras en viviendas.

Fuente CAPECO. Año 2010



CUADRO 02 - Oferta de viviendas en Lima Metropolitana y en el Callao.

Fuente CAPECO. Año 2010

El modo de construcción tradicional presenta varios paradigmas que limitan las ganancias de los inversionistas en ese sector, quiénes no necesariamente incurren en pérdidas si no que dejan de ganar buenas cantidades de dinero. Para poder aprovechar esos montos, surgen nuevas tendencias e ideologías que lo que buscan es romper con los paradigmas que limitan la calidad, la seguridad y que promueven un sistema en donde hacer perder al otro es la consigna por excelencia.

Dado que consideramos a la construcción como una industria, es importante ofrecer a su cliente un producto de buena calidad, brindar seguridad a sus empleados, establecer

vínculos de negocios con sus subcontratistas de modo que ambos ganen, y estudiar y optimizar procesos para obtener mayores ganancias. Las próximas líneas de este acápite buscan orientarnos y explicarnos las tendencias que han hecho posible la ruptura de tales paradigmas y que han sido tomadas como base de la investigación que luego se presenta.

En ingeniería siempre andamos buscando la optimización en la utilización de nuestros recursos ya sea obra o en concursos para adjudicación de obras.

En el primer caso se trata de obtener la óptima utilización de la mano de obra así como de nuestros materiales y equipos; en el segundo caso lo que buscamos es obtener la mejor propuesta en tiempo, costo y calidad con un determinado grupo de profesionales y bajo las condiciones propias de cada empresa reflejadas en sus respectivos porcentajes de Gastos Generales y Utilidades.

Las herramientas para ello son los programas en gestión de proyectos, en presupuestos, análisis de precios unitarios y rutinas de programación.

Esta última busca esencialmente proteger los procesos.

Un referente en este país sobre el uso de esta filosofía es la empresa GyM, pues en 1999 decidió iniciar la aplicación de metodologías Lean en dos proyectos de gran envergadura: el mercado mayorista Minka, en el Callao y el edificio Latino (Ripley, en San Isidro). Desde entonces, GyM hizo suya la filosofía Lean como fundamento para la gestión de sus proyectos. Trece años han transcurrido desde la culminación de estas importantes obras y muchos conceptos maduraron.

Es así que, cuando la constructora ganó el concurso privado para la construcción del Hotel Libertador Westin, el más alto del país, ya se habían desarrollado las herramientas y metodologías necesarias para garantizar la creación de valor en los clientes.

Para todos sus proyectos, y éste no sería la excepción, GyM estableció una rutina de Programación. Este método permitió generar espacios de coordinación necesarios para garantizar el flujo de la obra, maximizando los beneficios obtenidos de las herramientas de programación establecidas por la metodología Lean, la misma que promueve que el ingeniero de producción dedique su tiempo de trabajo de campo para programar, a diferencia con la visión tradicional que exige su permanencia al 100% en el campo. Este mecanismo en el uso de herramientas de programación para optimizar los procesos

desarrollados por la gente capacitada, brinda beneficios tanto a la empresa como al cliente, ya que se genera un valor al producto entregado.

Un ejemplo de los beneficios constructivos que ha tenido las herramientas de programación en la optimización de procesos es el afinamiento en el histórico de ratios de por ejemplo el encofrado de vivienda masiva. Ver siguiente imagen.



Mejora de Productividad. GyM-2010

Otra empresa que ha tenido muy buenos resultados en la aplicación de herramientas de programación es Edifica, pues esta empresa se constituyó en Octubre del 2005.

En Abril del año 2006 iniciaron su primera obra, se decidió contratar una asesoría para implementar la filosofía Lean Construction y los resultados fueron auspiciosos por lo tanto con el correr de los años se desarrolló a todas las áreas. Las ventas realizadas marcan el paso del crecimiento constante de esta empresa de más del 100 por ciento por año.

Las herramientas de uso natural que efectúa la empresa son la sectorización, trenes de trabajo, dimensionamiento de cuadrillas, lookahead, lecciones aprendidas, minimización de desperdicios, nivel general de actividad, entre otros.

Entre los beneficios identificados por ellos están:

Enfocarse en el cliente minimizando desperdicios.

La mayor predisposición de la gente ha reducido el costo de implementación.

1.3 Ubicación del Proyecto

Al iniciar un proceso de construcción es importante contar con información sobre las condiciones específicas de la ubicación donde se llevará a cabo la obra, ello permitirá manejar un plan logístico adecuado a la realidad de la obra, es necesario conocer los diferentes tipos de accesos a la obra así como la existencia de distribuidores que cuenten con proporcionar los materiales adecuados para la operación (determinados por precios con que se compite para llegar a la mejor elección) para así considerar la integración de los costos de todos los factores que varían de un lugar a otro e inciden en el costo de la obra.

La planificación representa la mejor receta para cumplir los plazos de entrega, ajustarse al presupuesto y no encontrarse con sorpresas desagradables a mitad de la obra.

Los beneficios se reflejan en múltiples experiencias exitosas en proyectos distantes de centros urbanos, de difícil acceso y de gran envergadura.

La consigna de una adecuada logística para ejecutar un proyecto está clara, muy clara. Sin embargo, a poco andar aparecen las sombras y el avance fluido de una obra se enreda en una maraña imprevistos, de falta de materiales, de faenas atrasadas que retrasan las instalaciones, de escasez o abundancia de mano de obra y los infaltables “incendios” que se deben apagar “ahora”.

Dentro del marco general de lo que significa la logística, existe la logística interna y externa. La logística interna se relaciona con las actividades que se desarrollarán desde la adjudicación de un proyecto de construcción y comprenden diversas áreas y encargados.

La logística externa representa la relación entre empresa y proveedor de materiales, equipos y herramientas, entre otros.

Diversas prácticas destinadas a mejorar la logística interna de las obras de construcción resultan del análisis de casos exitosos de planificación.

Las medidas más importantes son:

Formar un área o departamento de logística y planificación de la obra, encargado de programar las actividades asociadas al proyecto y establecer responsables.

Planificar determinando las partidas críticas y las que no lo son, de manera de establecer las que no pueden sufrir atrasos o demoras y las que tienen mayores holguras.

Generar órdenes de compra de acuerdo a las especificaciones del proyecto, y si es posible, con anterioridad al uso del producto.

Otro de los factores identificados como variables dentro de la logística en la ubicación de los proyectos de construcción es el transporte de materiales, porque debido a este se puede generar un ahorro importante en la mejor elección de la distribución de los pedidos realizados (balanceo de cargas) para así conseguir una mejor oferta en los fletes.

El transporte a obra también puede llegar a ser problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto si no se toman buenas decisiones. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las materias primas se desplacen periódicamente hacia la obra.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento adecuado, así como, la cantidad correcta. El transporte de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

1.4 Aspectos Socioeconómicos

La construcción es una industria de gran importancia para el país ya que es como una rueda que a su paso arrastra al progreso a nuestra nación, debido a que se comporta como un generador de trabajo a todo nivel incluso en niveles indirectos, es también un dinamizador de empresas como las dedicadas a la fabricación, importación y suministro de materias primas, así como a la venta o alquiler de maquinaria especializada.

La construcción es una actividad rentable que congrega hoy a empresas de todo tamaño. Abarca diversos campos debido a que los agentes que la desarrollan están capacitados a ejecutar diversas obras de construcción según los requerimientos del país, sean obras de infraestructura para industrias, ampliación de redes viales, que ya son urgentes en Lima, entre otras, observándose el crecimiento más palpable el avance y desarrollo en el rubro inmobiliario orientado a la vivienda y hoy por hoy al tema de oficinas. Esto se debe en gran medida a los préstamos otorgados por el fondo Mi Vivienda, proyecto Mi Hogar y

Banco de Materiales, a nivel de gobierno, y para otros sectores de la población se suma los créditos para la construcción que ofrecen los bancos privados al inversionista privado, y la facilidad con la que son otorgados los créditos hipotecarios a los posibles clientes de las constructoras, es así que estamos ante un fenómeno de gran demanda, que esperamos sea muy duradero para

todos los que estamos involucrados en este emocionante mundo de las construcciones y finanzas.

Los empresarios dedicados al sector inmobiliario en muchos casos han aprendido a la fuerza a mejorar sus resultados económicos proyecto a proyecto, usando el método de ensayo y error , sin embargo es de interés del autor ofrecer con la presente tesis experiencias y recomendaciones para que encuentren menos piedras en el camino , siendo objetivo de la presente tesis ser una suerte de guía para participar en el negocio de ejecutar proyectos inmobiliarios de manera rentable y con una conducta empresarial éticamente positiva.

Sin duda alguna, la Construcción está cambiando de una forma impresionante. Manifestándose con cambios significativos en el modo de gestión, que incorporan calidad, seguridad, especialización, productividad, tecnologías, más información y otras disciplinas de materias primas, materiales procesados y acabados, así como a la venta o alquiler de maquinaria especializada.

Por esto es importante explicar y presentar pruebas tangibles que existe una manera de lograr la máxima productividad en el proceso de construcción y en la realización de obras obtenidas por licitación mediante la aplicación de la metodología presente en esta tesis.

Con estas herramientas será posible salir al campo a competir con empresas del mismo rubro presentando una buena oferta como contratista.

CAPITULO 2 : DESARROLLO TEORICO DE LA METODOLOGIA

2.1 Consideraciones Generales

Dentro del amplio concepto que significa la construcción, esta tesis intenta explicar sobre el uso correcto de instrumentos para lograr la optimización de procesos constructivos, pero para esto es necesario indicar que todo se inicia en el Planeamiento.

La etapa del planeamiento presenta los siguientes aspectos como:

Alcance, Plazo, Costo, Organización, Gestión Contractual, Logística, etc. Se incluye tanto el diseño del sistema de producción como el análisis de los aspectos organizativos. El primero de ellos es clave y representa las estrategias de ejecución, sin embargo el segundo es también importante para cumplir satisfactoriamente con los alcances definidos por el contrato. Ver Cuadro 03.

Planeamiento	
Diseño del Sistema de Producción	Aspectos Organizativos y Estratégicos
Definición de: ✓ Etapas y frentes del Proyecto ✓ Secuencia de ejecución ✓ Duración de las etapas ✓ Recursos necesarios ✓ Actividades críticas ✓ Etc.	Definición de: ✓ Factores claves de éxito ✓ Estructuras de control ✓ Organización y facilidades ✓ PdR/GA ✓ Gestión contractual ✓ QA/QC ✓ Recursos humanos ✓ Temas administrativos ✓ Temas financieros ✓ Logística ✓ Responsabilidad social ✓ Etc.

CUADRO 03 – Diseño de Planeamiento

El proceso de Planeamiento empieza con el Inicio del Proyecto, desde el momento en que se inician los procesos de Transferencia y Arranque.

De manera paralela y durante toda la duración del Proyecto se llevan a cabo los procesos de Programación (aseguramiento y protección del plan) y de Control de Productividad (medición de la eficiencia en la ejecución), que no es otra cosa que el uso de herramientas

de programación para la optimización de procesos. Los resultados de estos procesos sirven además como retroalimentación para los procesos de actualización del Planeamiento.

Esta optimización de Procesos se lleva a cabo gracias al uso de un control en Productividad mediante un proceso iterativo y dinámico, que debe cubrir todo el alcance de la obra y que esté ligado a la experiencia, el criterio y el conocimiento del equipo del proyecto en su conjunto. A través de este análisis se determinan las estrategias de gestión y ejecución, para lograr un flujo ininterrumpido del proceso constructivo identificando por ejemplo la ruta crítica, igualmente se debe optar por herramientas de programación que demuestren beneficios en la optimización de estos procesos.

Es por eso que detallamos la metodología a usar para nuestro proyecto ya que es aquella en la se centra este trabajo.

2.2 Antecedentes de la Metodología

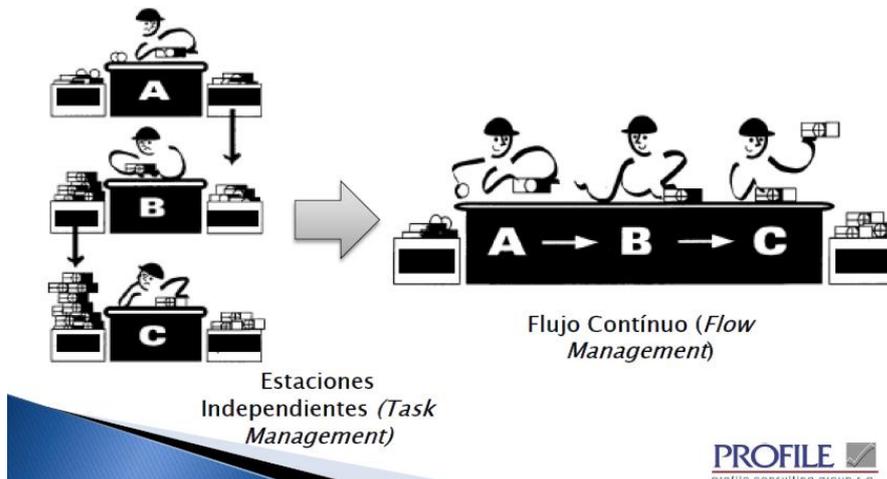
La filosofía y metodología Lean Construction es la seleccionada para realizar el proceso que identifica la medición del trabajo realizado con aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.

Pero para poder profundizar en el tema, es importante explicar que esta metodología deriva del Lean Production.

Lean Production es una filosofía de la industria manufacturera que puede entenderse como una forma de diseñar las operaciones optimizando los sistemas de producción para alcanzar los requerimientos de los clientes. Fue desarrollada en la compañía japonesa Toyota, por el ingeniero Taichi Ohno a finales de la década de los cincuenta, influenciado por los criterios de W. Edwards Deming de Total Quality Management (TQM - Gestión de Calidad Total).

Ohno planteó objetivos concretos para el diseño de su sistema de producción: producir un carro para los requerimientos específicos de un cliente y entregarlo instantáneamente sin el uso de inventarios.

Orientados a alcanzar estos objetivos, la filosofía de Lean Production plantea medidas como la reducción de las pérdidas, las cuales están definidas como cualquier actividad que no contribuya a la generación de valor para el cliente (Flow Management). Ver la siguiente imagen.



Industria EEUU vs Toyota. Profile-2011

“El Lean Production está orientado al diseño de un sistema de producción que pueda entregar un producto hecho a la medida, de forma instantánea luego de un pedido, sin mantener inventarios intermedios.” (Gregory Howell – 1999).

En resumen, el Lean Production busca:

Eliminar todo aquello que no produce valor para el cliente final.

Organizar la producción como un flujo continuo.

Perfeccionar el producto y crear un flujo de trabajo confiable, a través de la disminución de la variabilidad en el flujo, la distribución adecuada de la información y la descentralización de la toma de decisiones.

Alcanzar la perfección: entregando bajo pedido un producto que satisfaga los requerimientos del cliente y evitando el inventario. Ver siguiente imagen.



El método Toyota. Howell-2010

Hubo gente como Glenn Ballard, Gregory Howell y Lauri Koskela que comenzó a preguntarse:

¿Algo de esto se podrá aplicar a la construcción?

Es así como nació la metodología de nombre Lean Construction.

“Lean Construction” o “Construcción Sin Pérdidas” es una filosofía de gestión de la producción, que tiene por objetivo el aumento de la productividad teniendo su enfoque en satisfacer las necesidades de los clientes. Ha sido desarrollada como resultado de la aplicación de ideas del Lean Production a la construcción.

Según el Lean Construction Institute (LCI), Lean Construction se extiende sobre los objetivos del Lean Production, los cuales son maximizar el valor para el cliente y minimizar las pérdidas. Para ello define técnicas específicas que son aplicadas en un nuevo proceso de entrega de proyectos. Dentro de estas técnicas podemos mencionar:

El producto y el proceso de producción son diseñados de manera conjunta para definir y alcanzar, de una mejor manera, los objetivos del cliente.

El trabajo es estructurado a través del proceso de diseño del proyecto para maximizar el valor y reducir las pérdidas.

Los esfuerzos para manejar y mejorar los rendimientos específicos son dirigidos a la mejora del rendimiento total del proyecto, debido a que este último logra ser más

importante que la reducción del costo o el aumento de la velocidad en alguna actividad específica.

El concepto de control es redefinido como “hacer que las cosas pasen”, en lugar de un “monitoreo de resultados”. El rendimiento de los sistemas de planeamiento y control son medidos y mejorados.

La teoría y el método del Lean Construction tienen su base en dos propuestas. La primera propuesta, de Lauri Koskela, señala que la construcción debe ser una producción basada en el concepto Transformación – Flujo – Valor (TFV). La segunda, cuyos autores son Glenn Ballard y Gregory Howell, introduce el método de control de la producción del último planificador (Last Planner).

A continuación definiremos estas dos propuestas:

La Filosofía de Producción Transformación-Flujo-Valor

En la gestión de la construcción a partir del siglo XX se han considerado y puesto en práctica tres conceptos de producción: la transformación, el flujo y el valor.

El primer concepto considera a la producción como la transformación a partir de la entrada de insumos (input) hacia la salida de productos (output) tras la finalización del proceso. Dicho proceso se descompone a su vez en otras transformaciones, hasta llegar a las transformaciones elementales, las cuales deben ser realizadas de la manera más eficiente posible para que el proceso global también sea eficiente.

Este modelo ha sido el más usado para analizar la producción en la construcción y se esquematiza de la siguiente manera:

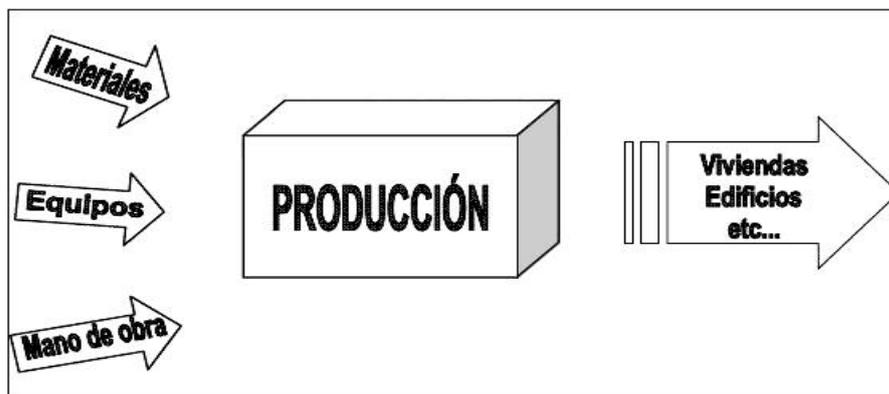


Figura 01 - Producción en la Construcción.

El segundo concepto es el modelo de flujos en el cual la producción es concebida como un flujo de procesos, materiales e información, donde adicionalmente a la transformación también se considera la existencia de esperas, inspecciones, transportes y trabajo rehecho.

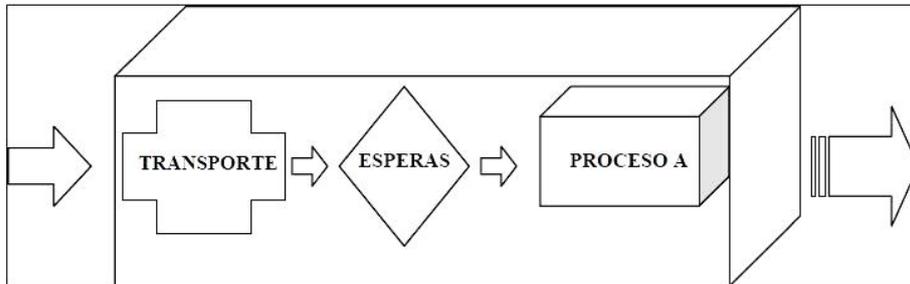


Figura 02 - Esquema del concepto de flujo.

El tercer concepto considera la producción como un proceso para atender las necesidades del cliente. Estas necesidades se identifican y se trasladan a un diseño del producto y son alcanzadas a través de la restructuración del mismo.

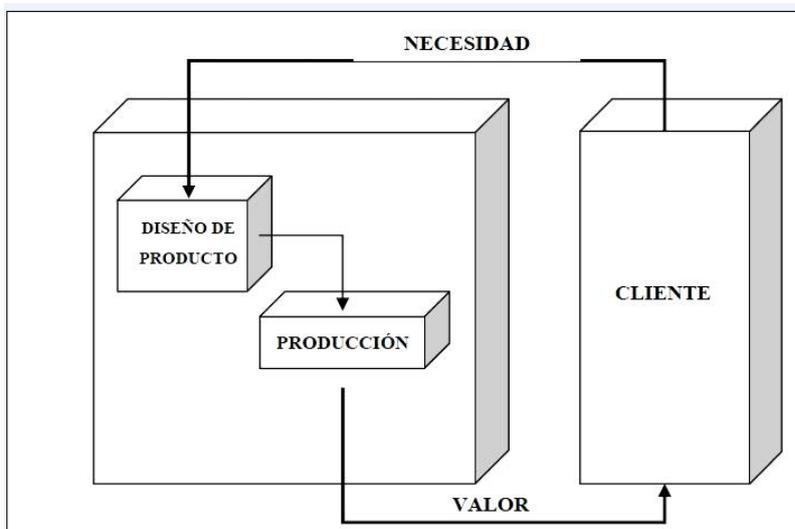


Figura 03 - Esquema de la producción como generación de valor.

La nueva filosofía de producción Transformación-Flujo-Valor, desarrollada por Ph.D. Lauri Koskela en 1992, integra los tres conceptos de producción antes descritos dentro de las siguientes características:

Reducción de las actividades que no agregan valor para el cliente.

Incremento del valor de la producción, a través de una consideración sistemática de los requerimientos del cliente.

Reducción de la variabilidad en los procesos de producción.

Reducción de tiempos en los ciclos de producción.

Simplificación de los procesos de producción mediante la reducción de pasos, partes y relaciones.

Incremento de la flexibilidad del producto terminado.

Incremento de la transparencia de los procesos.

Enfoque en el control de procesos complejos.

Introducción de nuevos procesos para la mejora continua.

Balance entre la optimización de los flujos de los procesos y la optimización de las conversiones.

Comparaciones periódicas dentro y fuera de la empresa (benchmarking).

Adicionalmente a las dos propuestas que tiene como base, Lean recoge las buenas prácticas del Enfoque Tradicional (Project Management) y las ubica en su marco teórico.

El Último Planificador Last Planner

El desarrollo de todo proyecto, contempla la realización de una planificación maestra basada en supuestos y condiciones ideales, en base a las cuales se elabora el presupuesto de obra. Al momento que la construcción del proyecto se inicia, surgen imprevistos y variaciones de las condiciones iniciales asumidas, los cuales generan retrasos y costos adicionales si no son detectados y controlados a tiempo.

Ante esta situación surge el sistema de control de la producción del último planificador (Last Planner) que fue desarrollado por Ph.D. Glenn Ballard y P.E.M.S.C.E. Greg Howell durante la segunda mitad de la década de los noventas.

El objetivo principal de este sistema es mejorar la confiabilidad en la planificación, por medio de un adecuado control del flujo de la producción, donde el concepto de control es

considerado como “la ejecución de acciones necesarias para que la planificación se cumpla”, a diferencia del concepto tradicional, en donde se entendía al control como el “monitoreo de los resultados”.

Last Planner hace referencia a la persona o grupo de personas, que se encarga de la definición final y asignación del trabajo. Esta planificación tiene la particularidad de ser utilizada para la asignación de tareas y no para la generación de alguna planificación posterior. Para definir esta asignación del trabajo, tal como en el método tradicional, se toma en cuenta la planificación maestra, considerando además la capacidad de producción real de la cual se dispone. Pero para poder definir adecuadamente esta capacidad de producción real, se debe considerar la variabilidad de los procesos, lo cual genera incertidumbre sobre el conocimiento de la situación en la que se encontrará el proyecto luego de un largo periodo de tiempo.

Por ello la tarea del último planificador se realiza como una planificación a corto plazo, por lo general una semana, en la cual la incertidumbre es menor. Esta teoría se puede ver de una mejor manera en la siguiente ilustración:

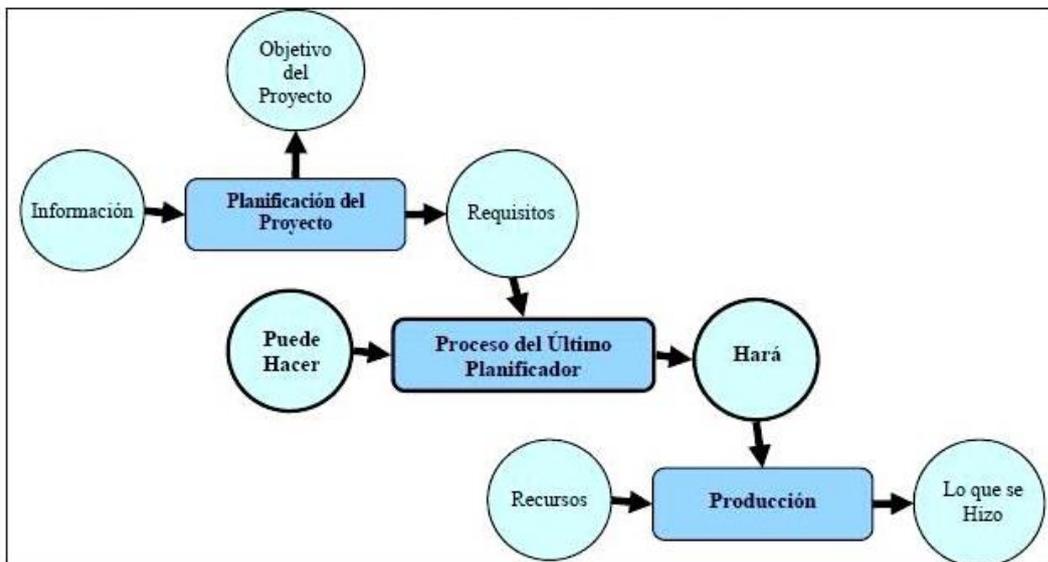


Figura: Esquema del Last Planner.

2.3 Estudio de Productividad

En un análisis expuesto en un artículo sobre estudio de productividad de GyM, se explica productividad como parte fundamental de la optimización de procesos.

Toda operación de construcción es susceptible de ser mejorada ya sea al inicio de la misma o durante su ejecución.

Dentro de la mejora continua, se debe buscar la optimización de los procesos constructivos a lo largo de todo el tiempo que dure el proyecto.

Es responsabilidad de los ingenieros de producción identificar y aprovechar todas las oportunidades de mejora que se puedan presentar. Si se estima necesario (por ejemplo, ante resultados negativos de los Informes de Productividad), se planteará un estudio de productividad de una actividad determinada.

Con el fin de optimizar un proceso constructivo, el estudio de productividad se enfoca en reducir los tiempos improductivos (esperas, viajes con las manos vacías, tiempos ociosos, etc.), las interferencias con otras actividades, el uso inadecuado de equipos, etc. A continuación se exponen los pasos a seguir para elaborar un estudio de productividad:

Realizar un seguimiento en campo del proceso constructivo, recogiendo algunos datos como:

La secuencia real que sigue el proceso constructivo en análisis (no aquella que se cree que se está aplicando).

Tiempos muertos del personal obrero.

Recoger opiniones y sugerencias del personal obrero respecto de las causas que producen tiempos muertos, y que han sido identificadas por ellos mismos.

Grado de utilización de los equipos.

Principales problemas observados que paralizaron los trabajos.

Layout de distribución del personal y los equipos.

Luego de haber examinado la operación en campo, se debe proponer hacer un análisis más formal de los problemas detectados mediante un Estudio de Tiempos o Estudio del Trabajo, que se explica más adelante. Con este análisis se podrá cuantificar la magnitud de las pérdidas y de las oportunidades.

Proponer alternativas de mejora y probarlas.

El Estudio de Tiempos o Estudio del Trabajo es una técnica proveniente de la industria manufacturera para el análisis de operaciones, con el objeto de mejorar la Productividad. La construcción tiene varias preocupaciones comunes con las de la industria manufacturera, como son:

Uso correcto del recurso humano.

Mejor utilización y mantenimiento posible de los equipos.

Transporte y distribución eficiente de los materiales.

A través de un estudio de tiempos se puede lograr:

Aumentar la eficiencia de los métodos de trabajo.

Obtener la máxima utilización de equipos.

En construcción el estudio de tiempos, es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.

Este estudio se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo. En un principio, se plantea que el trabajo en sí consta de dos partes. La primera parte es el contenido básico de trabajo, la cual fija el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción.

La segunda parte es el contenido de trabajo suplementario, es decir, el tiempo adicional al teórico que sucede debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto o de sus partes, o a la utilización inadecuada de materiales, o debido a la influencia de los recursos humanos.

Es la segunda parte la que debe ser estudiada y minimizada para disminuir el tiempo de producción y aumentar la productividad.

2.4 Proceso Constructivo Real

Como parte del desarrollo de nuestro proyecto, es importante identificar el tipo de estructura con que se realizará la construcción, debido a que en la etapa de planeamiento, la definición de éste dirige hacia las posibles herramientas a usar en el proceso de optimización del proyecto.

Dentro de las características principales de un proyecto resaltan la de los procesos constructivos.

El proceso constructivo real es el ciclo por el cual se concretizan los proyectos de edificaciones, saneamiento, minería, viales, etc.

Es la secuencia lógica de las actividades a desarrollar en conjunto por el equipo de especialistas de cada rama.

De acuerdo a la variabilidad que se presentan en dichas obras, es efectivo optar por un método para optimizar los procesos reales.

La Norma Peruana clasifica a las edificaciones según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección.

Para la actual investigación nos hemos basado en la clasificación de los sistemas estructurales de dicha norma y hemos asociado cada subclase al procedimiento constructivo común a cada sistema.

Cabe resaltar que no se ha considerado el tipo de cimentación de la estructura (zapatas aisladas, combinadas, platea de cimentación, etc.) ni el diafragma rígido común a la edificación (losas aligeradas, macizas, armadas en dos sentidos, etc.). Por lo tanto, tenemos:

Albañilería armada o confinada

La albañilería confinada es aquella reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. Básicamente, se

coloca primero el acero en las columnas de confinamiento, se realiza el levantamiento del muro de ladrillo King Kong luego de vaciados los cimientos corridos, hasta llegar al fondo de la viga de confinamiento. Luego se encofra con madera las columnas de confinamiento (debido a la poca densidad de columnas en este tipo de proyecto), y se realiza el vaciado de las columnas, normalmente con concreto hecho en obra. La viga de confinamiento se arma, encofra y vacía monolíticamente con el techo.

La albañilería armada es aquella reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido (grout), de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos.

Pórticos

Es el sistema estructural basado en columnas y vigas de concreto armado. La función estructural es cumplida casi en su totalidad por las columnas de dichos pórticos.

Las secciones de las columnas son mayores que las columnas de confinamiento, por lo tanto se emplea tanto encofrado de madera como de acero, dependiendo de la densidad de columnas.

Una vez finalizado el desencofrado de los elementos estructurales, se puede levantar muros de separación o tabiques, los cuales son de ladrillo pandereta, por lo general.

Sistema dual

Es aquel que combina pórticos y muros de concreto (placas). Las acciones sísmicas son resistidas, en su mayoría, por los muros de concreto; mientras que los pórticos toman alrededor del 25% del cortante sísmico de la base de la edificación.

Este sistema involucra placas y columnas, de modo que puede llegar a ser recomendable el uso de encofrados metálicos, más no estrictamente necesaria. El uso de concreto premezclado o hecho en obra depende de la secuencia constructiva programada por el ingeniero responsable de la obra.

Muros estructurales

Los muros estructurales o placas son elementos de concreto armado de mayores dimensiones que una columna. Se dice que es un sistema de Muros estructurales, cuando estos toman más del 80% del cortante sísmico en la base de la edificación.

En cuanto a proceso constructivo, es muy similar al anterior.

Muros de ductilidad limitada

Sistema en el cual todos los muros son portantes y de concreto armado, lo cual permite que tengan bajos espesores.

Actualmente se emplea en edificios de construcción masiva, en los cuales el encofrado metálico y el concreto premezclado son los insumos utilizados por excelencia.

Dependiendo del tipo de encofrado metálico, se puede realizar el vaciado monolítico de la estructura (muros y losa) o se puede seguir la secuencia común, es decir, primero el vaciado de muros y luego el de losas.

En nuestro caso, el tipo de estructura que se realizará es la de albañilería armada o confinada ya que se encuentra mencionada tanto en los planos, presupuesto, especificaciones y memoria descriptiva por eso es importante definir las técnicas a trabajar en el estudio de tiempos.

2.5 Rutina de Programación

El objetivo de la rutina de programación es asegurar el cumplimiento de las estrategias de ejecución diseñadas en la etapa de Planeamiento y mejorar la Productividad a través de la reducción de pérdidas en los flujos.

La rutina de programación propuesta no es más que el reflejo de las técnicas seleccionadas del estudio de tiempos explicado anteriormente,

Este grupo de técnicas intentan reflejar la posible evolución de la obra con resultados importantes que servirán de base para futuros proyectos y procesos.

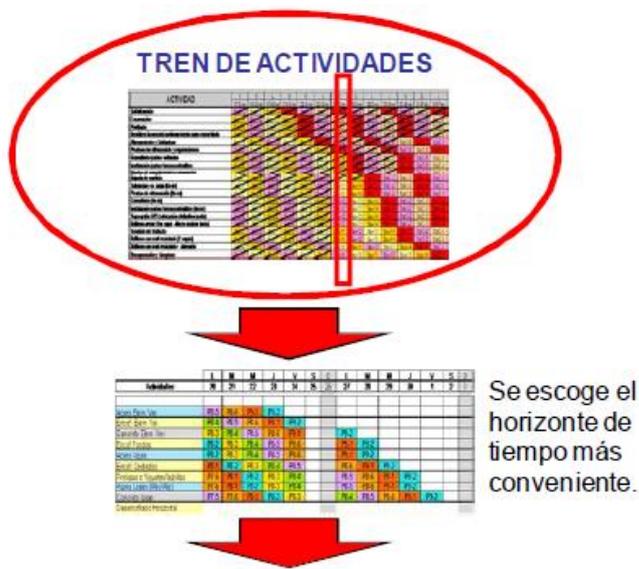
A continuación se presentan herramientas que destacan por su simplicidad e impacto, permiten llevar un control a nivel general y en algunos casos un control de detalle que en posteriores obras se irá afinando además de especializando.

Tren de actividades.

Mediciones de nivel general de actividad.

Porcentaje de planificación completa (PPC).

La nuestra es una rutina particular para Proyectos o sectores de las mismas características, cuya naturaleza permite plasmar el planeamiento en un Tren de Actividades a un nivel de detalle suficiente, sobre el cual puede aplicarse directamente el Nivel General de Actividades y los Planes Semanales. Puede esquematizarse de la manera siguiente. Ver Figura 04:



NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES

OBRA:		FECHA:	
MUESTREADOR:		HORA DE INICIO:	

TP	TC	THC	Observación	TP	TC	THC	Observación
1	P		herrero	1	T		
2		T	carpintero	2	P		E
3		V	carpintero	3			
4		M	labor general	4		V	
5		E	herrero	5		V	
6		R	carpintero	6	L		
7	P		carpintero	7	P	X	
8		L	labor general	8		X	
9		T	herrero	9		E	
10		V	carpintero	10		T	
11		V	labor general	11		M	
12	P		carpintero	12	P		V
13	P		herrero	13			
14	X		carpintero	14		V	
15	M		carpintero	15		E	
16		E	labor general	16		V	
17		E	labor general	17	P		V
18	P		carpintero	18		M	
19		V	herrero	19		T	
20		T	labor general	20		E	
TT	5	7	8	TT	4	7	9

14	Trabajo Contributivo:
6	Tra transporte
2	Limpieza o aseo
T	Instrucciones
4	Mediciones
X	Otros TC
17	Trabajo No Contributivo:
9	Vajes
N	Tiempo Ocioso
7	Espera
R	Trabajo suelto
D	Descanso
B	Nec. Fisiológicas
X	Otros THC

PLAN SEMANAL

PLAN SEMANAL 23MAY - 28MAY									
ESTACIÓN DE DESPACHO Y ALMACENAMIENTO DIESEL									
Contrato No:	GVM SA			Factur. 29-Ago-05					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO PLANEADA	MAY2007 MAY2007					OBSERVACIONES	RESPONSABLE	
		SEMANA 35							
		L	M	J	V	S			
		23	24	25	26	27	28		
SISTEMA PUESTA A TIERRA									
TANQUE DIESEL									
Excavación con retroexcavadora	23-M-07	X						Nota: Precisar coordenadas	ULPAYP
Refrero con material y bentonita	25-M-07		X	X					
Colocación de cable	27-M-07				X	X			
Soldado de cable	27-M-07				X	X		Suministro de Cable Cu 200 mm ²	EV
Refrero con material y bentonita	28-M-07	X	X					Trucos para soldar siempre en obra	EV
Refrero con material propio	28-M-07		X	X				Planchas como alicatados operarios en obra	EV

Figura 04 - Herramientas de Programación. Profile-2011

2.5.1 Tren de Actividades

En función a sus características particulares, algunos proyectos o porciones del proyecto podrán tener sus cronogramas representados por un Tren de Actividades. Esto se aplica principalmente en proyectos en los que la variabilidad es reducida por lo que es posible descomponer el trabajo total en partes equivalentes de trabajo. Esta herramienta está orientada a optimizar actividades repetitivas y secuenciales, pero la metodología también permite convertir un proyecto no repetitivo en repetitivo.

Esta metodología se basa en dividir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Entre sus características tenemos las siguientes:

Es una programación lineal basada en lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla.

La cantidad de trabajo “Q” que se ejecuta en cada una de las estaciones debe ser aproximadamente la misma.

La capacidad de cada estación está diseñada para la cantidad de trabajo “Q”.

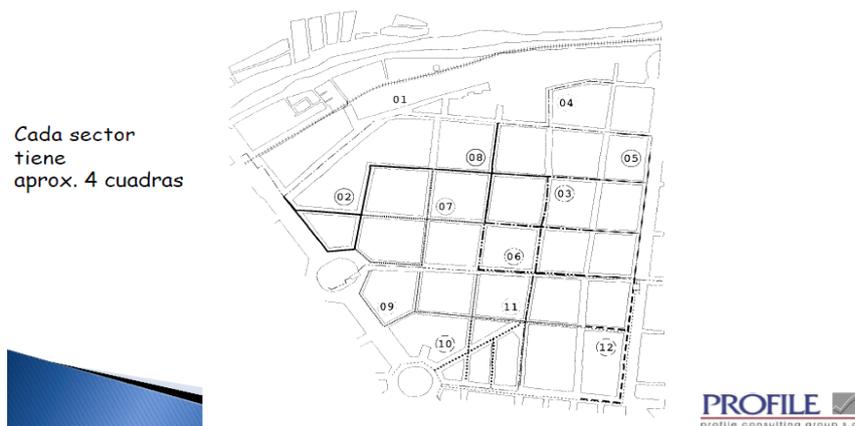
Todos los días se tiene el mismo avance.

Elaboración del Tren de Actividades:

Se busca que, una vez detallada la secuencia constructiva para la ejecución de un elemento o partida, una cuadrilla específica pueda realizar todos los días la misma actividad,

cambiando únicamente de lugar de trabajo. La metodología para elaborar un tren de actividades es la siguiente:

Sectorizar el área de trabajo en pequeños sectores que puedan ser construidos en un día de trabajo, de manera de conseguir repetición en los trabajos y aprovechar las ventajas de la curva de aprendizaje. La idea es que un grupo que trabaja en un sector pueda lograr una repetición del trabajo equivalente al número de sectores totales. La cantidad de trabajo debe ser equivalente en cada sector. Ver la siguiente imagen.



Sectorización a nivel macro. Profile-2011

Un ejemplo de sectorización a nivel micro o de detalle es el siguiente:

m² de encofrado horizontal.

m² de encofrado vertical.

m³ de concreto.

kg de fierro.

Listar las actividades que conforman el trabajo que se va a ejecutar en cada sector. El detalle de este listado deberá ser tal que permita entender claramente el proceso y a su vez que no significa manejar muchas actividades que puedan confundir a los obreros.

Secuenciar las actividades previamente listadas de modo que se cubran todos los sectores de trabajo. Este es el paso que toma más tiempo y es muy común que las primeras secuencias que se consideren no sean las mejores, estas se irán mejorando a lo largo del Proyecto. Se incluirán buffers en función a la variabilidad de las actividades. Siempre se

tiene que tomar en cuenta que la duración del tren debe encajar dentro de los hitos del plan general. De no encajar, revisar la secuencia constructiva diaria, y ver la manera de ajustarla. Tal vez sea necesario, por ejemplo, disponer de mayor cantidad de equipos, o de mayor cantidad de obreros.

Dimensionar la cantidad de obreros y de equipos necesario considerando:

Metrados de cada sector (del más representativo)

Velocidad de avance de cada cuadrilla básica

Número de cuadrillas básicas para que las actividades se ejecuten en 1 sólo día (en lo posible).

Para esto es necesario el haber sectorizado de manera uniforme el área de trabajo de manera que las cuadrillas realicen una cantidad similar de trabajo cada día. A esto se llama balanceo de capacidad.

El tren de actividades es una herramienta que ayuda a los Ingenieros de Producción a esquematizar y administrar el detalle de la secuencia constructiva de estos elementos o partidas, por lo que su participación en la elaboración de los trenes es fundamental, sobretodo en la etapa inicial de la construcción cuando se tienen que diseñar los procesos constructivos a usar.

2.5.2 Porcentaje de Planificación Completa (PPC)

El control dentro de la teoría del Lean Construction se ha redefinido como la acción de “asegurarse que las cosas sucedan”, lo que implica ejecutar las acciones en la herramienta del Plan Semanal. Este control se ejerce con semanas de anterioridad a la ejecución, con el objetivo de aumentar la confiabilidad de las asignaciones. En este análisis se propone una herramienta de “control tradicional” denominada Porcentaje de Planificación Completa (PPC). El PPC es una herramienta que ayuda al control de la producción; el cual evalúa la planificación. A diferencia de otras herramientas, esta se realiza en un momento posterior a la ejecución. Esta herramienta es calculada dividiendo el número de actividades completadas entre el número total de actividades planeadas, expresado como porcentaje.

Luego de la ejecución de las actividades en campo, se genera un registro en el cual se indica que actividades planificadas no han sido cumplidas, indicando también los motivos por los cuales ha sucedido el incumplimiento.

El PPC es una herramienta de útil ayuda a la identificación de restricciones, que facilita el mejoramiento continuo de la confiabilidad de la planificación y como consecuencia el desempeño del proyecto.

El cálculo del PPC se hace en base al Plan Semanal o Programa Diario y se debe tomar en cuenta que:

Se obtiene de dividir el número de tareas completadas durante la semana entre el número de total de tareas asignadas en el Plan Semanal o Programa Diario.

$$\text{PPC} = \frac{\text{CANTIDAD DE TAREAS COMPLETADAS}}{\text{TOTAL TAREAS PROGRAMADAS}}$$

Sólo se consideran las tareas 100% completadas, no se toma en cuenta el % parcial de avance de las mismas.

Tener en cuenta que la información plasmada en el Plan Semanal deberá ser específica y cuantificable para su medición.

Lo que se quiere medir no es el avance sino la efectividad confiabilidad del Plan Semanal, es decir, la calidad de la Programación.

Si durante la semana se tiene que descartar una tarea y hacer otra, esta nueva tarea no entra al conteo de tareas completadas, así como las actividades de reserva o “backlog” programadas.

El PPC semanal (o diario) y acumulado se calcula en una tabla general, acompañado de sus gráficos.

El objetivo principal es que semana tras semana o día tras día se incremente el PPC tomando acción sobre las causas de incumplimiento para evitar que se repitan. El formato usado para el ejercicio se encuentra en el Anexo 01.

2.5.3 Nivel General de Actividades (NGA)

Es un indicador que representa el nivel de productividad del personal de la obra en general.

Éste indicador especifica la ocupación del tiempo de los trabajadores de toda la obra en promedio, clasificando el tipo de trabajo en productivo (TP), contributaria (TC) y no contributaria (TNC). Se requiere dividir el trabajo en tres tipos, los cuales serán explicados a continuación:

Trabajo Productivo (TP):

Es el trabajo que aporta de forma directa a la producción.

Dentro de las actividades clasificadas como productivas (P) consideramos, según la partida a la que pertenecen, las siguientes:

Concreto: Vaciado.

Acero: Colocación y acomodo de barras de acero, atortolado de mallas y refuerzos.

Albañilería: Colocación mortero en junta vertical y/u horizontal, colocación de ladrillos y mechas de acero.

Trabajo Contributaria (TC):

Se define como el trabajo de apoyo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad necesaria, pero que no aporta valor.

De modo explicativo, dentro de las actividades contributarias consideramos el cargado de material (CM), cualquier tipo de medición (M), la limpieza (LI), dar o recibir instrucciones (I).

Dentro de las actividades clasificadas como otras contributarias (O) tenemos, según la partida a la que pertenecen, los siguientes:

Concreto: Abastecimiento de los componentes a otros recipientes, sostener los recipientes, vibrado o chuseado, acomodo de la mezcla con lampa y dar acabado a superficies (caso losas), preparación del mismo.

Acero: Cortar y doblar las varillas para darles la forma adecuada de refuerzo, bastones o estribos, sostener una barra para que otro la atortole, marcar con tiza las barras y encofrados, armado de andamios, armado de elementos estructurales fuera de sitio (para transportar y colocar columnas o vigas ya armadas).

Encofrado: Sostener el encofrado (paneles, puntales, etc.) mientras otro lo asegura, armado de andamios.

Albañilería: Preparación de mezcla seca de cemento y arena, preparación de mortero, cortar y humedecer ladrillos, remover mortero sobrante, el abastecimiento de mezcla a otro recipiente para el transporte, armado de andamios.

Trabajo no contributaria (TNC):

Trabajo que no genera valor y no contribuye a otra actividad; por lo tanto, se considera como actividad de pérdida.

Análogamente, como trabajo no contributaria se consideran: los viajes sin llevar nada en las manos (V), las esperas del personal (ES), ir a los servicios higiénicos (N), rehacer un trabajo (TR), tiempos ociosos (TO) y otros (OT).

A fin de uniformizar los criterios de evaluación del trabajo, se realizan mediciones y los resultados obtenidos se manejan con un formato de manera metódica para así disminuir los problemas que se pueden encontrar.

Cada medición consta de 2 juegos de datos; y cada juego, de aproximadamente 20 evaluaciones del trabajo.

Cada juego de datos se tomó en momentos distintos a lo largo del tiempo que duraba la evaluación de la obra, que por lo general es interdiario 03 días útiles a la semana durante 11 semanas. El formato de medición del Nivel General de Actividad de Obra se encuentra en el Anexo 01.

En el siguiente cuadro se resumen todas los tipos de trabajos considerados, su condición (TP, TC, TNC) y su codificación:

ACTIVIDAD	
TP	A Colocado acero
	E Encofrado
	C Vaciado concreto
	EX Excavado
	L Asentado de ladrillo
	T Trazado
TC	HM Habilitado material
	CM Cargado material
	D Desencofrado
	L Lampeado
	R Regleado
	LI Limpieza
	LP Lectura de planos
	I Dar y recibir instrucciones
	M Mediciones
TNC	N Necesidades Fisiologicas
	V Viajes
	TO Tiempos Ocioso
	ES Esperas
	TR Trabajo Rehecho
	OT Otros

CUADRO 04 – Clasificación y codificación de los trabajos

Existen ciertas pautas que se deben tomar en cuenta en un muestreo:

La muestra no debe tener menos de 384 observaciones, pues con este número se obtiene una confiabilidad de 95%.

El observador debe ser capaz de identificar rápidamente a los individuos que se incluirán y/o excluirán de la medición. Por ejemplo, los capataces no se incluyen en la medición.

Se debe utilizar el mismo criterio al observar a cada trabajador.

Las observaciones deben realizarse aleatoriamente, sin ninguna relación secuencial.

Es importante que al registrar lo observado, el observador lo haga de acuerdo a lo que él aprecie en forma instantánea al mirar. Las acciones inmediatamente precedentes o siguientes deben ser descartadas totalmente del registro.

El observador debe ubicarse en un lugar donde no obstaculice los trabajos que se efectúen en la zona desde dónde pueda observar a la mayor cantidad de personal posible.

Debe tomarse en cuenta que este tipo de mediciones son puntuales, por lo que sus resultados sólo muestran lo que sucede en el Proyecto en un momento particular del día, por este motivo es necesario que el observador realice anotaciones de lo que está midiendo y anexe un informe a los resultados obtenidos.

2.5.4 Matriz de Responsabilidades

En la etapa de planeamiento, luego de realizar la elección de herramientas a desarrollar para nuestro proceso constructivo se elabora una matriz de actividades o plan de trabajo, en esta se asigna a los responsables dentro del grupo de trabajo que se encargarán de darle el desarrollo necesario al proyecto.

Es importante destacar que para el desarrollo de nuestro equipo de trabajo se debe potenciar la competencia y la interacción de los miembros del equipo para lograr un mejor rendimiento del proyecto. El personal debe estar plenamente involucrado e identificado con el proyecto.

El trabajo que se debe realizar para el desarrollo del equipo es más beneficios cuando se realiza desde las fases tempranas, y deberían tener lugar durante todo el ciclo de vida del proyecto. Para realizar este desarrollo, es importante analizar previamente este proceso, con el cual se pretende mejorar la productividad del personal y por tanto mejorar el rendimiento del proyecto. En este proceso la guía del PMBOK señala que los objetivos son:

“Mejorar las habilidades de los miembros del equipo a fin de aumentar su capacidad de complementar las actividades del proyecto”.

“Mejorar los sentimientos de confianza y cohesión entre los miembros del equipo a fin de incrementar la productividad a través de un mayor trabajo en equipo”.

El manejo y transferencia de información es una herramienta vital para controlar el entorno porque el poseer información implica un gran poder.

Dado que el acercamiento al lean construction apunta a la reducción de pérdidas y al mismo tiempo a la generación de valor al proceso constructivo, es un hecho que la eficiente aplicación del lean construction va a depender en gran medida del grado de compromiso del personal de oficina técnica e producción de la obra. Cuando se

implementa un acercamiento colaborativo, la coordinación debe ser alcanzada a través de la comunicación por medio de la retroalimentación.

La comunicación en las organizaciones puede ser entendida desde dos puntos de vista: la perspectiva de la información, que implica el intercambio de hechos, opiniones y descripciones; y la perspectiva organizacional, que incluye nociones de obligación, responsabilidad, etc.

Parte de esta comunicación se refleja en el estímulo y la motivación de los trabajadores.

Dentro de una obra existen diversas actividades por realizar, las cuales se presentan con sus debidos responsables:

Liderar proceso de Planeamiento.

Revisión de información de Transferencia.

Desarrollo del planeamiento de ejecución.

Optimización Procesos.

Análisis de procesos constructivos para definición de estudios de productividad.

Llevar a cabo estudios de productividad.

Diseño de trenes de actividades para actividades seleccionadas.

Propuestas de mejora.

Análisis de la conveniencia de la aplicación de las mejoras propuestas.

Los respectivos responsables de las actividades anteriormente presentadas se listan a continuación:

Gerente de Proyecto

Definir el alcance del Proyecto.

Gestión de calidad.

Control de calidad.

Planeamiento.

Ing. Residente

Cronograma General.

Control de Costos.

Planeamiento.

Programación.

Valorizaciones.

Adicionales.

Ing. Asistente

Control de Avance.

Control de Productividad.

Control de calidad de Concreto.

Metrados adicionales.

Maestro de Obras

Cumplimiento plan semanal (PPC).

Coordinación con cabezas de cuadrillas.

Protección del plan.

CAPITULO 3 : CASO CONDOMINIO BOLOGNESI

3.1 Características Generales del Proyecto

El Condominio Bolognesi es un proyecto inmobiliario financiado por Mi Banco y promovido por Vivencia que es una productora de desarrollo inmobiliario e infraestructura del Grupo ACP.

La selección de la ubicación del Proyecto como opción elegida en el distrito de Puente Piedra, consideró que es uno de los lugares de franco crecimiento económico en la zona norte de Lima metropolitana, ya que conforma el bloque de los distritos donde el comercio es el principal factor de auge lo que se considera un plus para la venta de las unidades.

El inmueble está ubicado en Mz. K, lote 14, Asentamiento Humano Asociación de Propietarios y Comité de Obras Publicas de la Avenida Tarapacá, distrito de Puente Piedra, Provincia y Región de Lima (con nomenclatura y numeración asignada por la Municipalidad Distrital de Puente Piedra en Calle Francisco Bolognesi N°537, distrito de Puente Piedra, Provincia y Región de Lima). Ver la siguiente figura.

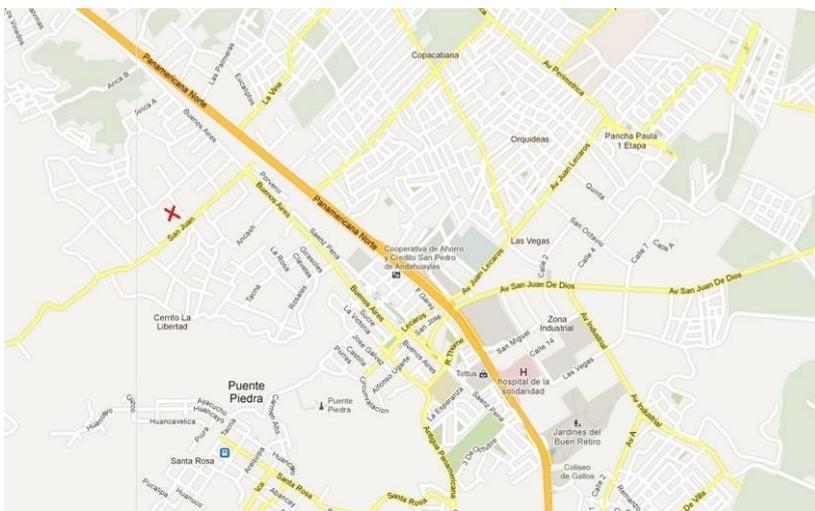


Figura 05 - Ubicación de Proyecto.

El área total del terreno urbanizado es de alrededor de 2839.09 m² y aparte de las viviendas cuenta también con una zona de estacionamientos y juegos recreativos. Ver la siguiente imagen.



Vista 3D Condominio Bolognesi.

El proyecto comprende 02 etapas, la primera de estas es sobre las de acciones pre-operativas y la segunda de la ejecución en si del proyecto.

El plazo acordado según contrato del Condominio Bolognesi en la ejecución de las Etapa I y II fueron de quince y ciento sesenta y cinco días calendario respectivamente. Sin incluir posibles adicionales o cambios de diseño por parte de la empresa contratante, eso modificó el plazo de entrega final.

El monto inicial contratado para la ejecución del proyecto en sus dos etapas, bajo la modalidad de suma alzada asciende a la suma de S/. 1'204,803.60, esto significa que la empresa no sería compensada por las variaciones que ocurran en los valores predeterminados de la obra, aun cuando signifiquen mayor trabajo o aumento en el costo de la misma, claro está que alguna modificación futura solicitada por la supervisión o el contratante implica un monto adicional a lo acordado.

El Condominio Bolognesi consta de 44 unidades inmobiliarias (viviendas), de éstas solo 42 forman parte de la segunda etapa del proyecto de construcción (Ver anexo 03) debido a que 01 vivienda ya se encontraba finalizada y su uso sirvió para ser parte del modulo

de venta al público en general. Y la otra vivienda se construyó en la primera etapa del proyecto, que comprendía:

La entrega de planos de replanteo.

Cronograma de ejecución de la obra.

Cronograma valorizado de la obra.

Cada casa tiene de terreno 41.28 m² y se conforman por 02 niveles, el 1ero tiene una área techada de 18.67 m² y el 2do nivel tiene 17,43 m². Ver siguiente imagen.



Vista Frontal de las viviendas.

Alcances del proyecto

El alcance del proyecto está definido por el Contrato y sus documentos relacionados, y está conformado por todas las necesidades, requerimientos y obligaciones bajo las cuales fue adjudicado.

El equipo del proyecto debe consolidar toda la información técnica y comercial recibida y revisada durante el proceso de transferencia (borrador del Contrato, condiciones generales, condiciones específicas, condiciones comerciales, descripción de partidas, especificaciones técnicas, planos, etc.), con la finalidad de definir con claridad el alcance real a ser considerado.

El alcance debe incluir todos los trabajos requeridos y sólo los trabajos requeridos para completar el Proyecto satisfactoriamente de acuerdo al Contrato. Debe tener un sustento basado ya sea en los documentos iniciales o en los documentos de negociación efectuados. Toda esta documentación debe estar claramente incorporada en el Contrato respectivo.

3.2 Análisis Formal del Proyecto

Esta Obra fue construida adecuando los diversos controles a la mano para obtener una mejora sustancial en la utilidad esperada y en la entrega de un producto con valor hacia el cliente.

Era la primera vez que la empresa tomaba una obra de construcción por aquel distrito y eso condujo a forjar una estructura en logística que sirva de plan de contingencia a medida que ocurra alguna variabilidad que atente con detener el flujo.

Este plan de contingencia comprendía de una lista de distribuidores y tiempos de movilización de insumos, etc.

Considerando los 165 días que se tenían de plazo para esta 2da etapa de la obra, en las obras preliminares se tomó la idea de sectorizar los trabajos, ya que de esa manera se podrían concluir de forma más ordenada los procesos de la obra para que esta no se detenga.

La sectorización de las áreas de trabajo se realizó dándole prioridad a los ingresos de material, transito de personal, movimiento de equipos y maquinarias, etc. Es decir optimizando los traslados en lo máximo, reducir todo ese trabajo contributorio a un nivel de productivo que nos beneficia como equipo.

Por tal motivo, el proyecto se dividió en 04 sectores; el primero consta de 04 viviendas, el segundo de 06, el tercero de 25 y el cuarto de 09.

Ver figura 06.

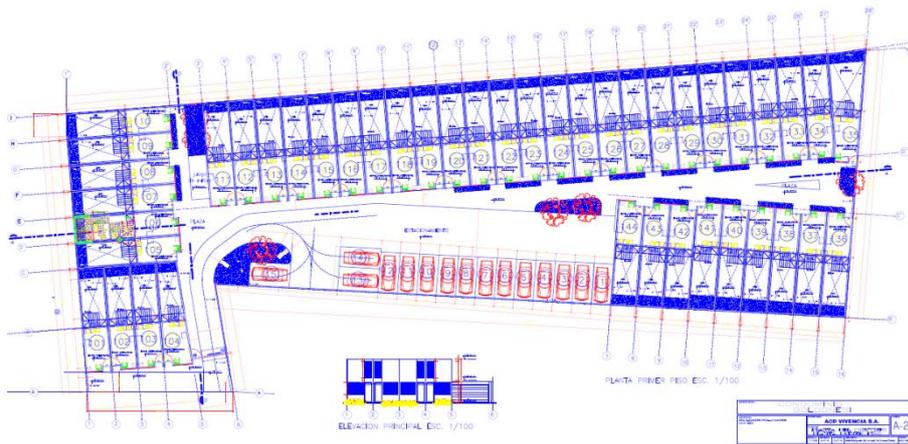


Figura 06. Arreglo general del Condominio

Se deben realizar las directivas dentro de los trabajos preliminares para lograr un buen desempeño:

Se establecieron topes en el presupuesto de obra, para así poder alcanzar metas en el proyecto.

Coordinación semanal entre la obra y la oficina, en el envío de los precios de los materiales requeridos para la ejecución de la obra. Esto nos permitió controlar semanalmente el gasto real de materiales y planillas. De esta manera tomar decisiones en un corto plazo.

Se implementó en la obra los principios de productividad. Tales como Sectorización del proyecto (Tren de actividades), Control semanal a través del formato de Porcentaje de Programación Cumplido (PPC), Nivel General de Actividades (NGA).

La implementación del formato de Lecciones Aprendidas.

La implementación de capacitación del personal, esta capacitación se impartió al personal que tuvo el mejor desempeño en los trabajos que se le encargaban. Es importante destacar esta actividad ya que el personal estuvo comprometido con la capacitación de inicio, al final ya que el trabajador debe sentir que se tiene una consideración a su trabajo y persona.

En los sectores 01 y 02 no se pudieron realizar los primeros trabajos ya que se presentaban estructuras existentes que impedían una tránsito fluido de tanto el personal como el ingreso de materiales para la obra. Mientras se procedía a la reubicación o demolición de estas estructuras, los trabajos tuvieron como punto de partida el sector 03

ya que aparte de contar con la mayor cantidad de viviendas por construir, era el frente más limpio y libre del terreno para trabajar porque se encontraba nivelado y preparado para el trazo. Ver Anexo 04.

En esta 2da etapa contractual ya se encontraban 02 unidades terminadas, por lo que se planteo la programación con el inicio de las restantes.

Cada unidad inmobiliaria o vivienda estaba conformada estructuralmente por:

01 platea de cimentación.

01 cimiento corrido.

01 placa

10 columnas de confinamiento

01 escalera

02 losas aligeradas

Y arquitectónicamente por:

Muro de soga de ladrillos caravista

Revoques y enlucidos

Acabados

3.3 Implementación de Alternativas de Mejora

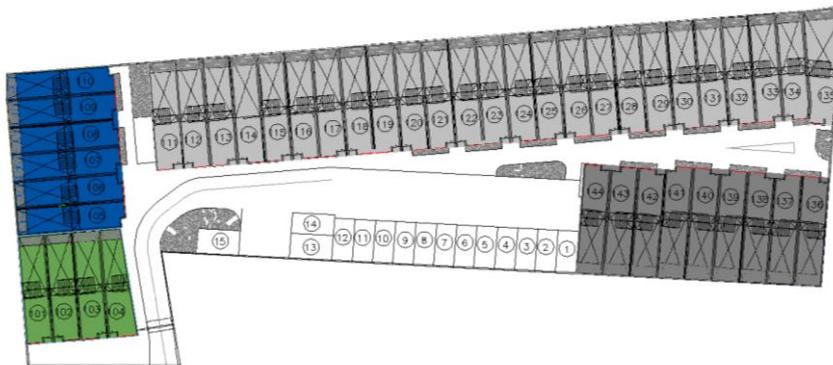
El uso de las herramientas presentadas en esta tesis tuvo un periodo definido debido al traslado de mi persona a otro proyecto.

Este traslado se dió en resumidas cuentas por la finalización de la etapa de la construcción del casco, luego de la conclusión de éste, se inició la etapa de acabados la cual fue encargada a un grupo de acción diferente al conformado en el inicio.

La descripción de las herramientas empleadas y los criterios de clasificación de las actividades. Los cuadros estadísticos, cuadros de resúmenes se presentarán del siguiente orden:

Tren de actividades

Para el análisis de nuestro tren de actividades, se muestra la figura 07 donde se indica cómo se Sectorizó el proyecto.



Sectores: ■ S-01 ■ S-02 ■ S-03 ■ S-04

Figura 07 - Sectorización del Proyecto.

Esta división se produjo luego de ver que el acceso para llevar insumos y agregados; y la maniobrabilidad de realizar los trabajos de habilitado y preparación de material iban a ser complicados.

El primer sector presenta 25 unidades mobiliarias, de las cuales las viviendas 132 y 133 ya se encontraban construidas (casas modelo), eso nos deja 23 unidades que se programaron intercaladamente para tener un ritmo continuo en el vaciado de plateas y losas.

Los trabajos se iniciaron con las viviendas impares empezando de derecha a izquierda, debido a que era la mejor manera de poder liberar espacio y no realizar un trabajo defectuoso para luego rehacerlo. Ver figura 08.

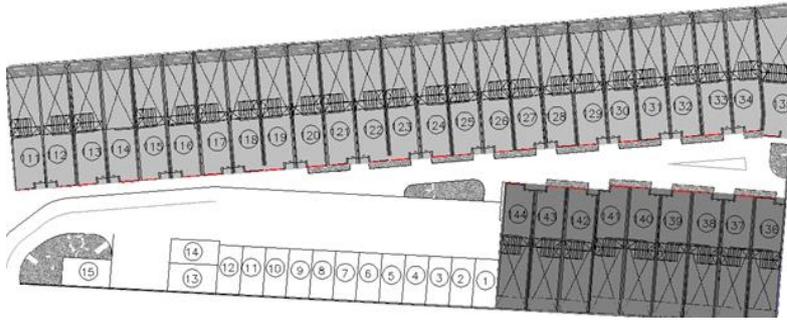


Figura 08 - Sector 01 y 02.

El segundo sector estaba formado por 09, el traslado de los materiales y herramientas a esta fue la parte más complicada del proyecto debido a que el corredor por donde se llegaba a la caseta de ventas se encontraba en aquel lugar, tuvo q ser movilizada por el alto riesgo que existía de que las familias llegaran con niños a ver las casas modelo.

En el tercer y cuarto sector, ya se disponía de espacio para el habilitado de materiales y la construcción de estas 06 casas fue la consecuencia del proceso que se diseñó con las herramientas de PPC. Ver figura 09.

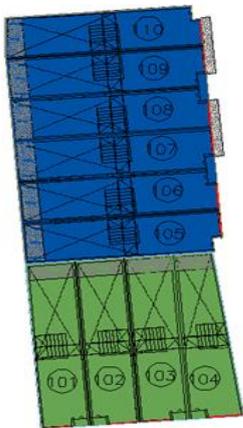


Figura 09 - Sector 03 y 04.

Una herramienta fundamental para realizar nuestro tren de actividades fue el balanceo de cargas realizado por un grupo de trabajo conformado por el personal técnico (Ing. Residente, Gerente de Proyectos y Capataz) que se encargó de identificar y emplear los ratios por cuadrillas de experiencias anteriores para el diseño del plan semanal del presente proyecto.

El siguiente punto fue Listar las actividades para el balanceo de cargas, presentamos las siguientes:

Movimiento de Tierras

Acero

Concreto

Albañilería

La etapa de Secuenciar implica la colocación de las actividades en forma progresiva para poder realizar una la programación del plan semanal.

Los metrados de las actividades a realizar por unidad mobiliaria o vivienda forman parte de la etapa de Dimensionar y se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 3.1

ACTIVIDADES POR VIVIENDA

ACTIVIDADES		CANTIDAD	UND
Mov. de tierras	Zanja	8.8	M ³
Acero	Platea	156.0	Kg
	Columnas *	160.0	Kg
	Losa aligerada *	151.0	Kg
	Escalera	112.0	Kg
Concreto	Cimiento corrido	2.9	M ³
	Sobrecimiento	1.0	M ³
	Platea	3.2	M ³
	Columnas *	1.2	M ³
	Escalera	1.1	M ³
	Losa aligerada *	1.9	M ³
Albañilería	Ladrillos (1er piso)	930.0	Und
	Ladrillos (2do piso)	2250.0	Und
	Ladrillos cerco	530.0	Und

Nota: las actividades que muestran (*) son las que se repiten en el 2do nivel de la vivienda, por lo tanto en el metrado total se deben adicionar.

Con estos datos respecto a las actividades, tenemos una visión clara de lo que se necesita para construir una vivienda en el Condominio Bolognesi.

Otra necesidad que tenemos es la de dimensionar las cuadrillas que ejecutarán los trabajos, eso se muestra en el en la siguiente tabla:

TABLA 3.2

ACTIVIDADES POR CUADRILLA

ACTIVIDADES	CUADRILLA	CANTIDAD	UND
Mov. de tierras	3PE	16	M ³
Acero	2OP + 1OF + 2PE	800	Kg
Concreto	2OP + 3PE	10.2	M ³
Albañilería	4OP + 2PE	2250	Und

Estos datos son tomados del Plan semanal desde la semana 04 del inicio de trabajos.

Gracias a estos datos podemos efectuar las siguientes herramientas de programación de control y medición del trabajo como las que mencionaremos más adelante como parte de la protección del flujo en la optimización de procesos.

Porcentaje de Plan Semanal

Para poder cumplir con nuestro PPC debemos levantar las restricciones detectadas al ver nuestro plan semanal, es importante señalar que no se han considerado las actividades por el avance realizado sino por la efectividad de estas, es decir su finalización.

Tampoco se realizó el conteo de tareas que inicialmente no estaban programadas o las actividades de reserva para no alterar la confiabilidad de la herramienta.

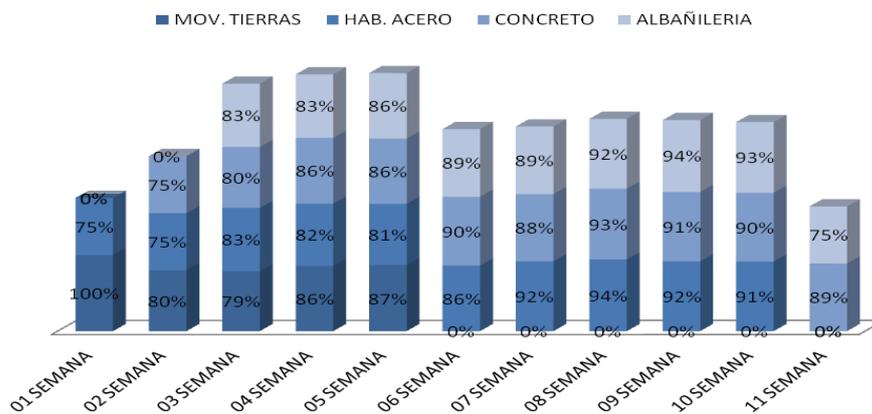
TABLA 3.3

CALCULO DE PPC

MES	SEMANA	HASTA EL DIA	CUMPLIMIENTO				PPC	
			TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		SEMANAL	ACUMULADO
			SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO		
Jun-10	SEM 01	12-Jun	6	6	5	5	83%	83%
	SEM 02	19-Jun	34	40	26	31	76%	78%
	SEM 03	26-Jun	69	109	56	87	81%	80%
	SEM 04	03-Jul	103	212	88	175	85%	83%
Jul-10	SEM 05	10-Jul	113	325	96	271	85%	83%
	SEM 06	17-Jul	96	421	86	357	90%	85%
	SEM 07	24-Jul	97	518	87	444	90%	86%
	SEM 08	31-Jul	63	581	59	503	94%	87%
Ago-10	SEM 09	07-Ago	77	658	71	574	92%	87%
	SEM 10	14-Ago	58	716	55	629	95%	88%
	SEM 11	21-Ago	13	729	11	640	85%	88%

Los responsables que determinan las causas de incumplimiento eran los encargados de medir el flujo de la obra. Dichas causas fueron validadas por el Ingeniero Residente y el Gerente de Proyecto para lograr la protección del plan.

La siguiente tabla, muestra los porcentajes de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), obtenidos en cada una de las semanas que formaron parte de nuestro estudio, disgregando los trabajos más importantes que marcaron el paso de la obra realizados por las 04 cuadrillas en del uso de esta herramienta. Ver cuadro 05.



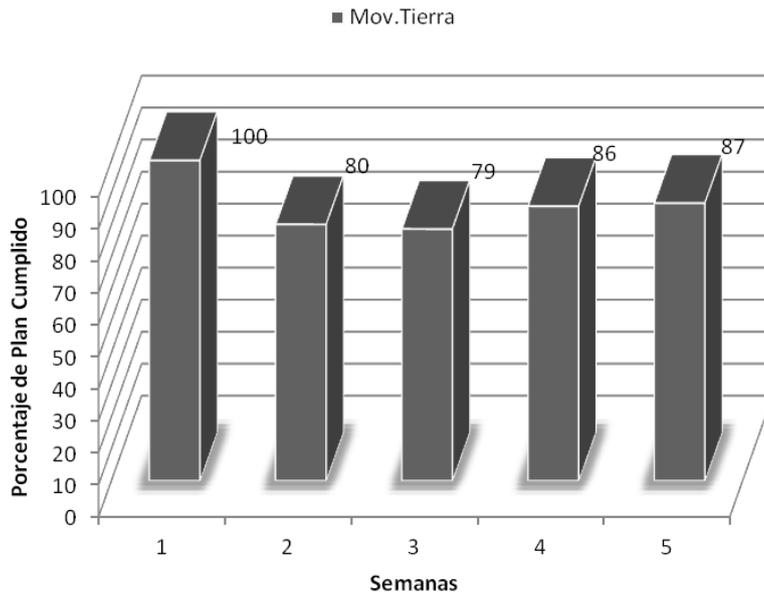
CUADRO 05 – Porcentaje de Plan Cumplido - Proyecto

Como podemos apreciar en la figura anterior, la interacción entre las 04 cuadrillas no fue durante las 11 semanas de casco. Hubo semanas donde solo intervenían 03 y otras como la 1era y la última que solo intervienen 02 cuadrillas.

Esta figura nos muestra que las semanas donde hubo una mayor densidad de trabajo fueron entre las semanas 03 y 05 ya que en aquel periodo de tiempo participaron las 04 actividades dispuestas para el personal.

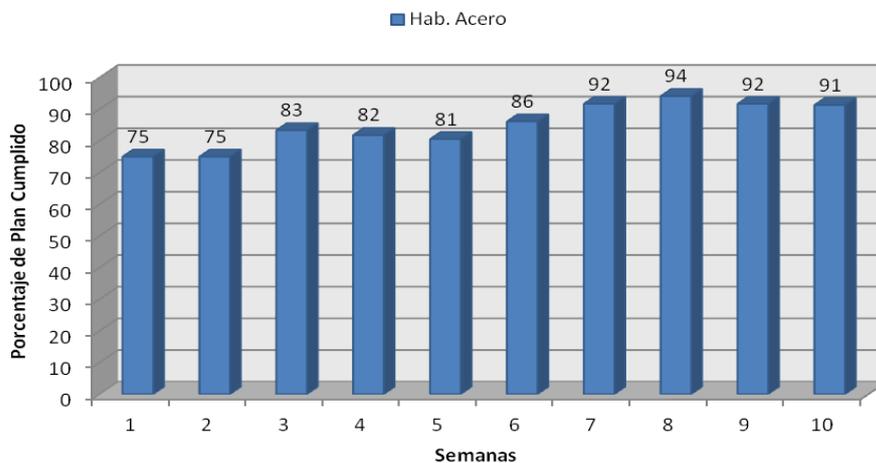
Para una mejor observación de las actividades realizadas por las cuadrillas que marcaron el proceso constructivo.

Inicialmente en el cuadro siguiente podemos ver los porcentajes de PPC de la cuadrilla de movimiento de tierras durante las 05 semanas que duró esta actividad.



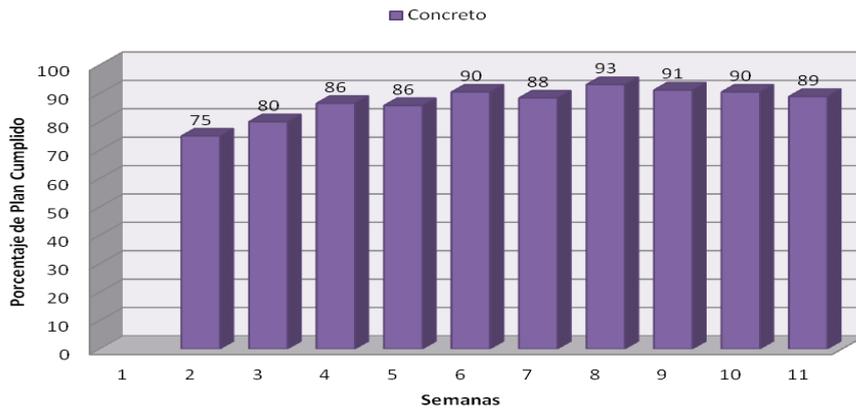
CUADRO 06 – PPC – Movimiento de tierras

La cuadrilla de habilitación de acero fue una de las que realizó trabajo para el habilitado y colocación del material en las estructuras resistentes y de confinamiento en la construcción del Condominio. En el siguiente cuadro podemos ver PPC de dicha actividad.



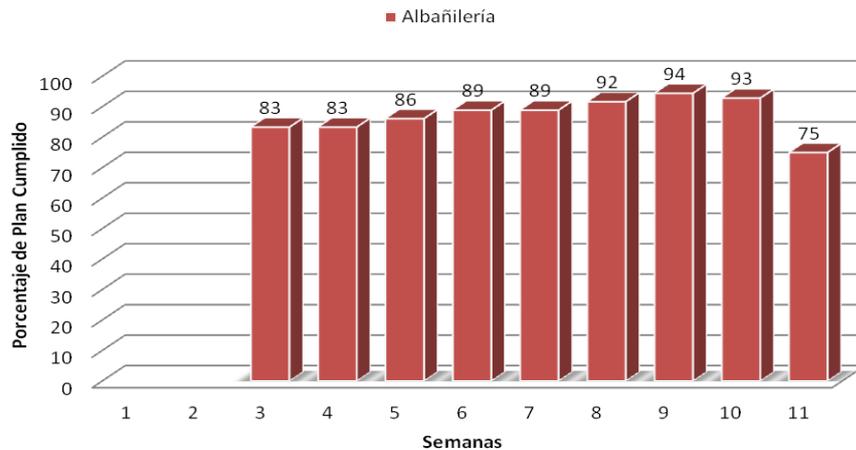
CUADRO 07 – PPC – Habilidadación de acero

Los elementos destinados para la actividad de concreto fueron varios: plateas, columnas, columnetas, vigas de amarre, losas, escaleras, cimientos corridos, sobrecimientos, etc. Estos se reflejan en las 10 semanas de trabajo que duró esta actividad. Ver el cuadro siguiente.



CUADRO 08 – PPC – Vaciado de Concreto

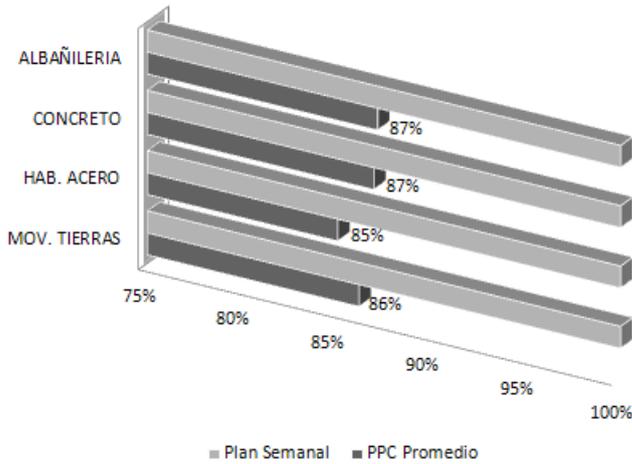
El inicio de la actividad de albañilería fue en la 3era semana de trabajos, ya que en ese momento ya se encontraban las primeras plateas curadas, un detalle importante sobre el asentamiento de ladrillos era que estos debían colocarse de forma caravista ya que las paredes interiores no iban a tener tarrajeo. En el siguiente cuadro observamos el PPC de los trabajos realizados por la cuadrilla de albañilería.



CUADRO 09 – PPC – Albañilería

El objetivo es incrementar el PPC tomando acción sobre las causas de incumplimiento para evitar que se repitan para esto se adoptan medidas correctivas, las cuales fueron establecidas formalmente con la Gerencia de Proyectos y quedaron plasmadas en el Acta de Compromisos de la Reunión semanal, donde se indique el responsable y la acción correctiva.

El resumen comparativo entre el PPC obtenido de la herramienta y la proyección establecida en el Plan Semanal lo podemos observar en el siguiente cuadro.



CUADRO 10 – Plan Semanal vs PPC Promedio

Los datos obtenidos difieren del Plan semanal en porcentajes mayores o iguales a 13 %, lo cual hizo reconfigurar el Plan semanal conforme avanzaba la obra. Ver Anexo 02.

Nivel General de actividades promedio

Los resultados obtenidos del NGA realizados en el proyecto Condominio Bolognesi se dividieron en 03 partes, las cuales representan los 03 meses en que duró la etapa de construcción del casco, en cada gráfico se representa el promedio de la disposición del tiempo por parte del personal de obra.

La siguiente tabla, muestra los porcentajes de tiempos del trabajo, obtenidos en cada una de las actividades analizadas, disgregando los Trabajos Productivos (TP), Contributorias (TC) y No Contributorias (TNC).

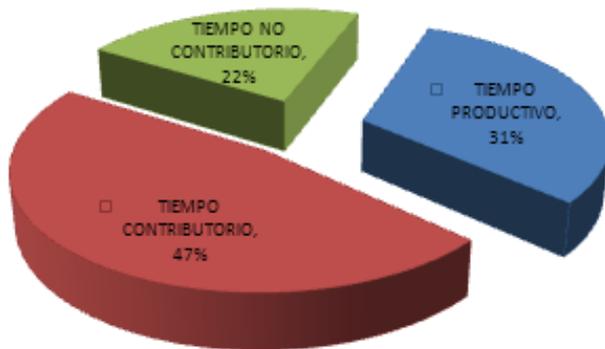
TABLA 3.3

MEDICION DE NGA

ACTIVIDAD		PROMEDIO
TP	A Colocado acero	5%
	E Encofrado	7%
	C Vaciado concreto	5%
	EX Excavado	2%
	L Asentado de ladrillo	13%
	T Trazado	0%
TC	HM Habilitado material	16%
	CM Cargado material	12%
	D Desencofrado	3%
	L Lampeado	3%
	R Regleado	2%
	LI Limpieza	2%
	LP Lectura de planos	2%
	I Dar y recibir instrucciones	3%
	M Mediciones	3%
TNC	N Necesidades Fisiologicas	3%
	V Viajes	7%
	TO Tiempos Ocioso	1%
	ES Esperas	6%
	TR Trabajo Rehecho	2%
	OT Otros	1%

A continuación en el cuadro 11 mostramos los porcentajes a lo largo del periodo q duró la etapa del casco, obtenidos a partir del promedio de las muestras analizadas.

MEDIDA DE ACTIVIDAD PROYECTO JUNIO - JULIO - AGOSTO

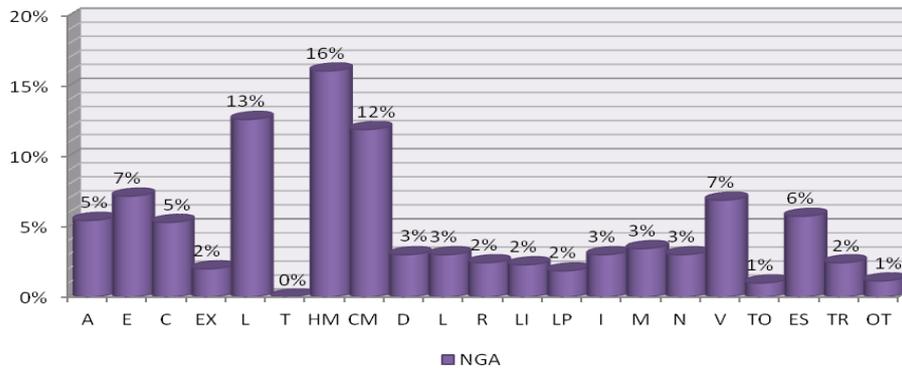


CUADRO 11 – Nivel General de Actividad – Proyecto

Según el presente estudio el Nivel Promedio de Productividad de la mano de obra del proyecto resulta ser de 31%, observándose que la mayor cantidad de tiempo, 47%, es dedicado a actividades contributorias.

En el siguiente cuadro se muestra la incidencia de las actividades a lo largo del Proyecto. Donde podemos notar que las actividades de asentado de ladrillos (L), habilitado de

material (HM) y cargado de material (CM) son las que presentan un mayor porcentaje con 13%, 16% y 12% respectivamente.



CUADRO 12 – Medición de NGA – Proyecto

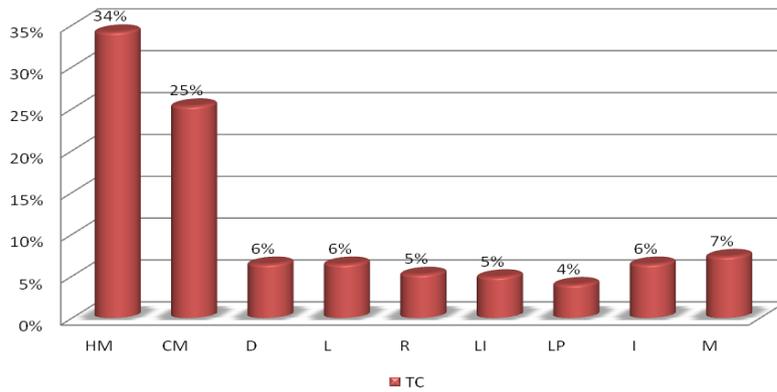
Vemos que la actividad de Viajes (V), también resulta ser significativa, con 7%. En ella se consideraron todos los traslados del personal hacia el almacén, recojo de material, recojo de herramientas, ir a los servicios higiénicos, etc. Por ejemplo en el caso del acero, cuando atortolan, hay un personal que va hacia el lugar seleccionado donde realizan el habilitado a recoger sus herramientas para asegurar la estructura; en el caso del encofrado antes de colocar los paneles proceden hacia el almacén a recoger clavos para la actividad.

Separando los tipos de actividades, preparamos los siguientes 03 cuadros que otorgan una visión a detalle de los eventos y la influencia que tuvieron estos en la partición del tiempo.

Dentro del marco de las actividades productivas podemos observar que en un 39% del total del tiempo se usó para el asentado de ladrillos y tan solo un 6 % sirvió para la excavación. Ver cuadro 13

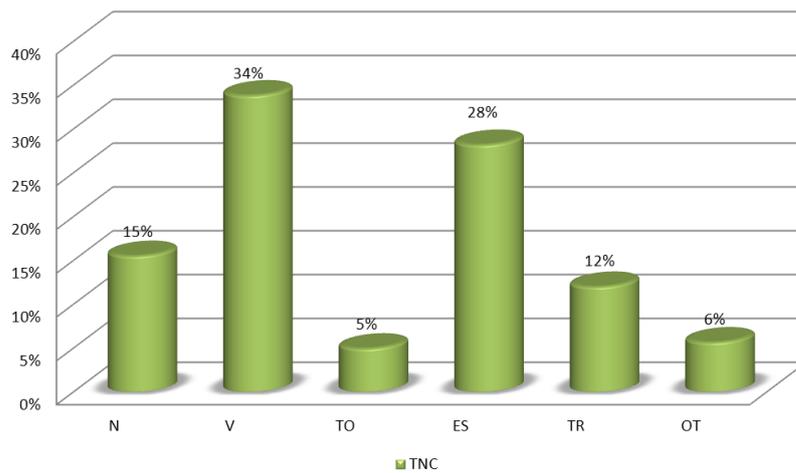
CUADRO 13 – NGA – Actividades productivas

En las actividades contributorias, luego de Habilitado de material (HM) y Cargado de material (CM) con 34% y 25% respectivamente, el resto de las actividades se encuentran en un rango entre 7% y 4% como Mediciones (M) y Lectura de planos (L) respectivamente. Lo cual indica que existió una gran diferencia entre las dos primeras y las demás. Ver cuadro 14.



CUADRO 14 – NGA – Actividades contributorias

Cuando revisamos la información de las actividades no contributorias nos percatamos que el mayor porcentaje se ubica en los Viajes (V) con 34% y Esperas (ES) con 28%, siendo la actividad de menor incidencia la de Trabajos ociosos (TO) con 5%. Ver cuadro 15.



CUADRO 15 – NGA – Actividades no contributorias

Con estos análisis establecidos por las mediciones semanales, intentamos evitar para siguientes proyectos el alto porcentaje de las actividades que no contribuyen en la producción de la obra.

Como parte de nuestro proyecto tuvimos la idea de disgregar por meses el control de las muestras analizadas, este ejercicio sirvió para identificar las razones por las cuales algunas actividades no se cumplían como debían, y a su vez darle la corrección del caso para disminuirlas.

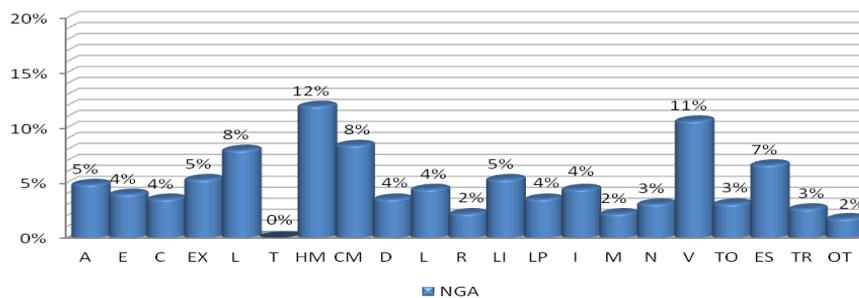
JUNIO

En este primer mes de labores identificamos que tanto el tiempo contributivo (46%) como el no contributivo (28%) son mayores con respecto al tiempo productivo (26%), esto se puede entender por qué recién se empezaba a formar un ritmo de trabajo. Ver cuadro 16



CUADRO 16 NGA – Mes de Junio

En este A continuación mostramos las actividades según su incidencia. Ver cuadro 17.

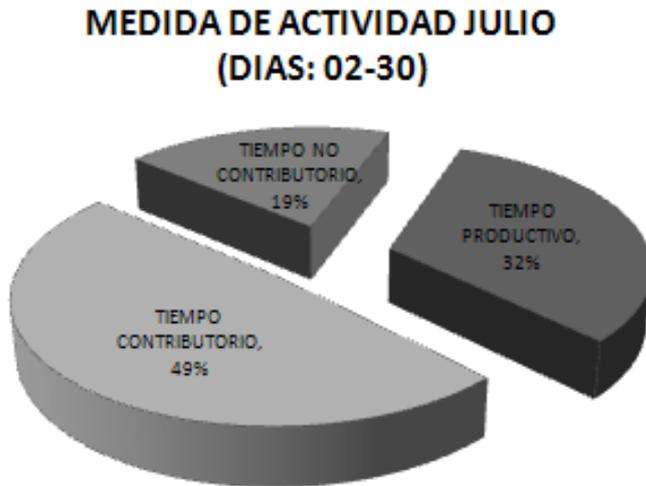


CUADRO 17 NGA – Medición de actividad Junio

Entre las actividades sobresalientes encontramos; asentado de ladrillos (L) , Habilitado de material (HM), Cargado de material (CM), Viajes (V) y Esperas (ES) con 8%, 12%, 8%, 11% y 7% respectivamente, manteniéndose el resto en porcentajes similares.

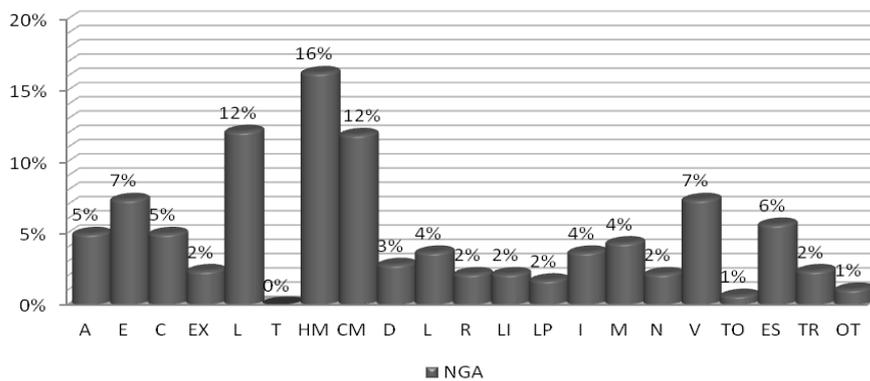
JULIO

En este mes ya podemos observar que gracias a las primeras medidas correctivas llevadas al campo, el tiempo productivo crece en un 6% (ahora 32%), el tiempo contributoria mantiene su crecimiento con un 49% y el tiempo no contributoria disminuye considerablemente en 9% (ahora en 19%). Ver cuadro 18



CUADRO 18 NGA – Mes de Julio

La explicación para el aumento de las actividades positivas (TP y TC) tiene que ver que al ser Julio el mes central de construcción en casco, se intensifican los trabajos y se aumentan las cuadrillas. Por lo que presentamos las actividades desgregadas en el siguiente cuadro.

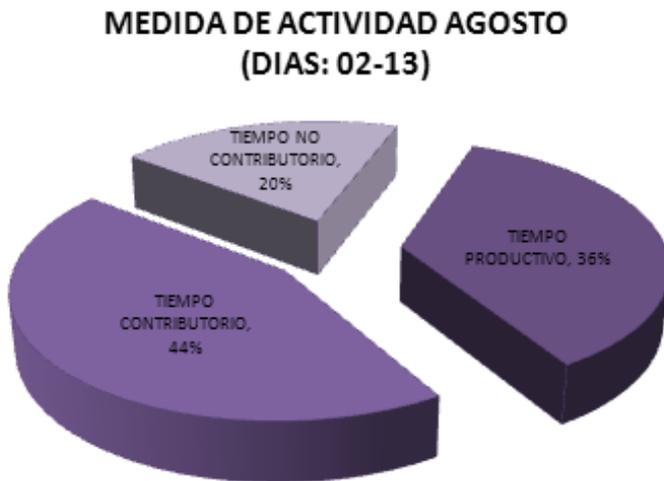


CUADRO 19 NGA – Medición de actividad Julio

Entre las actividades sobresalientes encontramos; encofrado (E), asentado de ladrillos (L), Habilitado de material (HM), Cargado de material (CM) y Viajes (V) con 7%, 12%, 16%, 12% y 7% respectivamente, manteniéndose el resto en menor orden.

AGOSTO

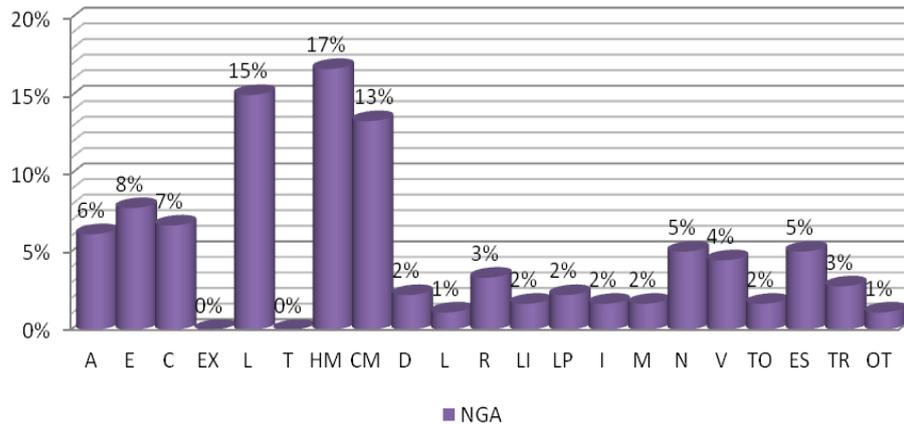
Apreciamos en éstas 02 últimas semanas de trabajo del casco que el tiempo productivo crece en un 4% (ahora 36%), el tiempo contributorio disminuye entendiblemente en 5% (ahora 44%) y el tiempo no contributaria se mantiene constante con un 20%. Ver cuadro 20.



CUADRO 20 NGA – Mes de Agosto

Apreciamos en estas 02 últimas semanas de trabajo del casco que el tiempo productivo crece en un 4% (ahora 36%), el tiempo contributoria disminuye entendiblemente en 5% (ahora 43%) y el tiempo no contributoria se mantiene relativamente constante con un 21%.

Entendiendo que en esta etapa final del proceso constructivo del casco es menor la incidencia en las actividades que se realizan a la contribución del producto, justificamos la disminución en este tiempo. Ver cuadro 21.



CUADRO 21 NGA – Medición de actividad Agosto

Las actividades que se identifican a primera vista son el encofrado (E), asentado de ladrillos (L), Habilitado de material (HM) y Cargado de material (CM) con 8%, 15%, 17% y 13% respectivamente, manteniéndose el resto en un orden constante con respecto a los anteriores cuadros. Ver Anexo 02.

3.4 Apreciaciones Del Proceso

El trabajo productivo oscila entre el 26% al 36% durante los meses de junio, julio y agosto, eso quiere decir que con los ajustes llevados se mejoró en 10 % el trabajo de producción.

El menor tiempo productivo (16%) se obtuvo en la semana 04, lo cual correspondió un problema que se tuvo con el sindicato el día sábado 03 de junio y eso conllevó a parar las actividades.

Sobre el trabajo contributorio, podemos decir que el mayor porcentaje corresponde a la partida de habilitado de material. La actividad asociada directamente con ese porcentaje es el habilitado de acero y ladrillos.

Sobre el trabajo no contributorio, se observa que los porcentajes de viajes y espera son los mayores. En cuanto a los viajes, estos van de la mano con cargado de material porque el ayudante parte con las manos vacías y regresa con los materiales y/o equipos que buscaba.

El manejo de las herramientas de programación para la optimización de nuestro proceso constructivo fue de gran beneficio para la empresa gracias al aumento de productividad en la duración del proyecto.

La evaluación del desarrollo de las herramientas arrojó información importante que sirvió para realizar las medidas correctivas adecuadas:

El listado de situaciones que nombramos a continuación enfoca el beneficio del uso de las herramientas de programación tomando como punto de referencia y objetivo fundamental la mejora en la productividad en la optimización de procesos constructivos.

Situaciones que se pueden mejorar e identificar:

Recurrir a un exceso de horas extras laborales.

Si existen cuellos de botella en el flujo de materiales.

Un excesivo desperdicio de materiales.

Frecuentes averías en la maquinaria.

Trabajos que provocan agotamiento físico.

Un programa atrasado.

Mala calidad en la ejecución de los trabajos.

Retrasos provocados por subcontratistas, o subcontratista afectados por retrasos.

Excesivos fallos y errores.

Escasez de recursos.

Información insuficiente.

Obra congestionada.

Malas condiciones de trabajo.

Costes excesivos.

Alta rotación de personal.

Trabajos temporales mal programados.

Mala distribución de la obra.

Dentro de esta lista de inconvenientes presentados de forma general en un proceso constructivo estándar, nosotros al iniciar el proyecto tuvimos que recurrir de una cantidad de horas extras de la programación inicial por lo que se enfocaron todos los esfuerzos de los encargados de la producción el seguir con el estudio de tiempos.

Parte de las medidas tomadas en el terreno fueron para superar un gran inconveniente propio de la ubicación del proyecto, este era la distribución del trabajo para no contar con una obra congestionada.

El ingreso al proyecto era algo accidentado debido a los problemas mencionados, pero un mejor balanceo de las áreas de trabajo hizo que el problema desapareciera.

Así como encontramos ventajas que obtenemos del uso de los instrumentos para realizar una mejora constante del proyecto, tenemos presente que debemos cumplir con diversas condiciones para proteger nuestro plan.

Una de estas condiciones es identificar los tres tipos de factores.

Factores que afectan la clasificación:

El observador deberá tomar precauciones contra las malas prácticas.

El observador deberá tratar de estimar el nivel de esfuerzo real necesario para ejecutar el trabajo en cuestión.

Factores que influyen en el plazo de observación pero no en la clasificación:

Calidad de las herramientas empleadas.

El tipo y la calidad del material sobre el que se está trabajando.

Condiciones laborales.

El periodo de aprendizaje necesario antes que el trabajador esté familiarizado con la tarea.

Interrupción en el suministro de materiales.

La supervisión.

Las especificaciones de calidad, entre otros.

Factores atribuibles al trabajador:

Nivel de inteligencia y estudios.

Actitud y motivación.

Aptitud y formación.

Disciplina y organización personal.

Salud.

Nivel de fatiga.

Estos últimos factores que contribuyeron directamente en el impacto de la obra fueron la causa del gran número de inasistencias del personal, cosa que llevó a realizar charlas motivacionales y cursos de formación como por ejemplo:

Lectura de Planos,

Mediciones,

Control de herramientas,

Proceso constructivo, etc.

La Identificación y descripción de las pérdidas encontradas se listaron de dos formas:

Respecto a la Productividad

Exceso de movimientos del personal obrero, es decir, cuando el personal aplicó más movimientos físicos en una actividad debido a malas prácticas constructivas o herramientas ineficientes.

Exceso de transportes, cuando se colocó los materiales “donde haya espacio”, en lugar de hacer un estudio del plano de la obra y del lugar óptimo donde se debe colocar los materiales y equipos para que los recorridos del personal sea mínimos.

Exceso de inventarios y logística deficiente, cuando se pudo optimizar la llegada de los materiales necesarios en el momento adecuado mediante la aplicación del justo a tiempo

Presencia de esperas innecesarias, debido a descoordinaciones o a fallas en un eslabón de la cadena de proveedores, lo cual compromete a los siguientes.

Poca supervisión o poco seguimiento de las actividades, lo cual hizo en casos identificados que la subsanación de errores no sea en el momento adecuado y se generen trabajos rehechos, es decir, eliminar el trabajo hecho hasta antes del error y luego hacerlo de la manera correcta.

Este último está enfocado a la obra en general, sin embargo, como la presente investigación se ha centrado en el insumo mano de obra, es lógico que indiquemos los problemas comunes que la aquejan y que son las siguientes:

El personal obrero es rotativo o variable y a menos que se trató de obras de larga duración, no se logra desarrollar habilidades de trabajo de equipo.

Aplicación de métodos tradicionales de construcción. Debido a que la capacitación no es una práctica usual, la mano de obra siempre emplea los mismos métodos, los cuales son los mismos que les enseñan a las generaciones siguientes.

El sistema de gestión en la construcción es, por lo general, una política de control, con una tendencia jerárquica vertical.

El obrero sólo cumple órdenes y no participa en las decisiones. Esto sumado a que no existe un sistema de incentivos usual, genera un sentimiento de poca motivación y poca identificación con los intereses de la empresa.

Respecto al Tipo de estructura

Olvidos o detalles omitidos en las estructuras del proyecto, siendo la rectificación de los mismos, motivo para solicitarlo como un adicional al proyecto inicial.

También se notó que en el proyecto se presentaban plantas con la estructura simétrica, lo cual hubiera facilitó mucho el proceso constructivo y el incremento de la curva de aprendizaje de la mano de obra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente sección resumimos los resultados obtenidos en la etapa predecesora y generamos nuestras conclusiones y recomendaciones para este trabajo de investigación.

Esta tesis tiene como destino ser una guía o manual de buenas prácticas constructivas para la optimización de los procesos similares a los presentados en el documento.

CONCLUSIONES

Este informe sobre optimización de procesos constructivos tiene conclusiones que pueden permitir un mejor análisis para un próximo proyecto.

La definición de responsabilidades y la integración del personal involucraron una variedad de aspectos referentes al estímulo y motivación del personal.

Existen diversos factores en juego que afectan a la productividad, tal como se mencionan en el punto 3.4, por lo tanto es importante que para tomar los resultados de esta investigación, se debe considerar que la obra debe tener características y/o condiciones similares.

El desarrollo del tren de actividades fue la herramienta inicial que se eligió para nuestro proyecto debido al orden y la secuencia que debían seguir los procesos dentro de la obra, lo cual resultó de gran utilidad para iniciar el panorama del proyecto.

El uso del Nivel General de Actividades sirvió para el control y eliminación de inconvenientes en el flujo de construcción como por ejemplo, el traslado de ubicación de los servicios higiénicos para evitar viajes largos.

Se encontró que las obras de albañilería suelen tener mayor tiempo contributaria debido a que cuando se analizaba al personal que habilitaba ladrillos, éste realizaba dicha labor constantemente sin necesidad de realizar en algunos casos muchos viajes ni transportes lo que se veía reflejado en un mayor tiempo contributaria. Además las obras de albañilería representan un alto porcentaje en las obras de las viviendas.

Se apreció la importancia del Mejoramiento continuo del capital humano y de un entorno que fomente la creatividad y la innovación, así como las relaciones laborales entre trabajadores.

El empleo del control de las actividades motivó al personal a desarrollar una mayor competitividad entre cuadrillas. (PPC)

Se incorporan medidas serias para controlar los efectos negativos de imprevistos. La Reducción de espacios de trabajo inutilizados y disminución de la rotación del personal, fueron medidas muy necesarias para ordenar la obra.

La disminución de tiempos y costos, y el cumplimiento de plazos por etapas fueron los más grandes beneficios obtenidos de la práctica de las herramientas.

RECOMENDACIONES

Recordamos que estas herramientas representan un diagnóstico del estado de la obra y que una propuesta de mejora específica demandaría un estudio más exhaustivo de lo que ocurre en obra.

Las recomendaciones descritas a continuación fueron concebidas para fortalecer las conclusiones antes señaladas pues se desarrollan como importantes.

Realizar de forma continua reuniones con el personal idóneo y responsable de cada área del proyecto, gerencia, producción, dirección, logística, etc. Pues el análisis de las opiniones vertidas en estas juntas darán un horizonte de mayor eficiencia a nuestra obra.

La formación de los equipos de trabajo, desde el inicio de la investigación, lograron ordenar adecuadamente el proyecto, evitando intercambio de personal entre equipos (rotación), adición de horas extras, etc., con lo que se obtuvo una mejor confiabilidad en los resultados.

A medida que se amplíe el panorama de la empresa que usa las herramientas de programación, el tren de actividades deberá tomar un rol más importante porque la programación de este es el desarrollo del plan semanal y el look a head.

Para un control más específico de las actividades realizadas por el personal, se recomienda usar la carta balance, una herramienta que sirve para el control de la obra por cuadrillas.

La partida de albañilería al ser la partida que más campo de acción tenía, fue la que más trabajo contributaria desarrolló, por lo que se recomienda, para este tipo de sistemas constructivos, contar con los ayudantes necesarios para que los operarios se encarguen solo de la labor productiva (asentar ladrillos).

Se recomienda que las charlas técnicas que se realicen sean organizadas por los proveedores de la obra en ejecución; de esta manera los obreros se sentirán identificados con los materiales y equipos que trabajan.

Se presentó la situación de que el personal se sentía un poco incómodo por realizar las actividades en horarios de descanso o de salida, por esto se recomienda asignar un horario adecuado, dentro del horario laboral, para llevar con éxito las actividades y lograr la asistencia al 100% del personal involucrado.

El orden en la obra tuvo impacto positivo en la productividad de la misma, por lo tanto se recomienda para futuros proyectos, realizar la disgregación de los elementos que atentan contra la integridad de la obra para así obtener áreas de trabajos, identificación de desperdicios para que el ahorro económico sea mayor.

Para proyectos siguientes, se pueden explotar puntos de desarrollo en los que el control de productividad requiere de mayor detalle al obtener un resultado más real, desde el punto de vista de la productividad de mano de obra; por eso es importante ir incorporando o adicionando algunas herramientas como un plan diario, first run studies, análisis de restricciones, análisis de confiabilidad, look ahead de materiales, etc.

BIBLIOGRAFIA

Ghio Castillo, Virgilio. Productividad en obras de construcción, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica. Lima 2001, 1996 pp. Lima-Peru 2001.

BERTELSEN S. (2002) Towards and understanding of lean construction, Bridging the gaps.

BALLARD H. (2000) The Last Planner System of Production Control. Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Birmingham para el grado de Doctor de Filosofía.

BERTELSEN S., KOSKELA L. (2004) Nature of Construction Technology. Acta de la 12da Conferencia Anual organizada por el IGLC, Elsinore, Dinamarca.

HOWELL G. (1999) What is Lean Construction

EGAN J. (1998) Rethinking Construction

KOSKELA L. (1992) Application of the new production philosophy to construction. CIFE Technical Report №72, Stanford University.

GHIO V. (1997) Guía para la innovación tecnológica en la construcción. Ediciones Universidad Católica de Chile.

NAYDA MORALES & JOHN GALEAS (2006) Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y el tipo de Gestión de la administración con el nivel de productividad en obras de construcción.

Asociación Española de Ingenieros de proyectos, Fundamentos de la dirección de Proyectos, Project Management Institute, Zaragoza-España 1996.

Construction: A Literature Review. Acta de la 10ma Conferencia Anual Organizada por el IGLC, Gramado – Brasil.

BJÖRAFOT A., STERHN L., (2004) Industrialization of construction – A Lean modular approach. 12th annual Lean Construction

ROGERS P. (2005) Improving Construction Logistics

ORIHUELA P., ORIHUELA J. (2004) Constructabilidad en pequeños proyectos inmobiliarios.

<http://www.pucp.edu.pe/secc/civil/pdf/orihuela.pdf>.

Masedi Contratistas Generales, Carpeta Centralizada de Obra Condominio Bolognesi, Lima-Perú diciembre de 2010.

Masedi Contratistas Generales, Formatos de Obra, Lima-Perú diciembre de 2010.

Seminario “Productividad en construcción”, Expositor: Ing. Jorge Luis Izquierdo, Lima-Perú 2011.

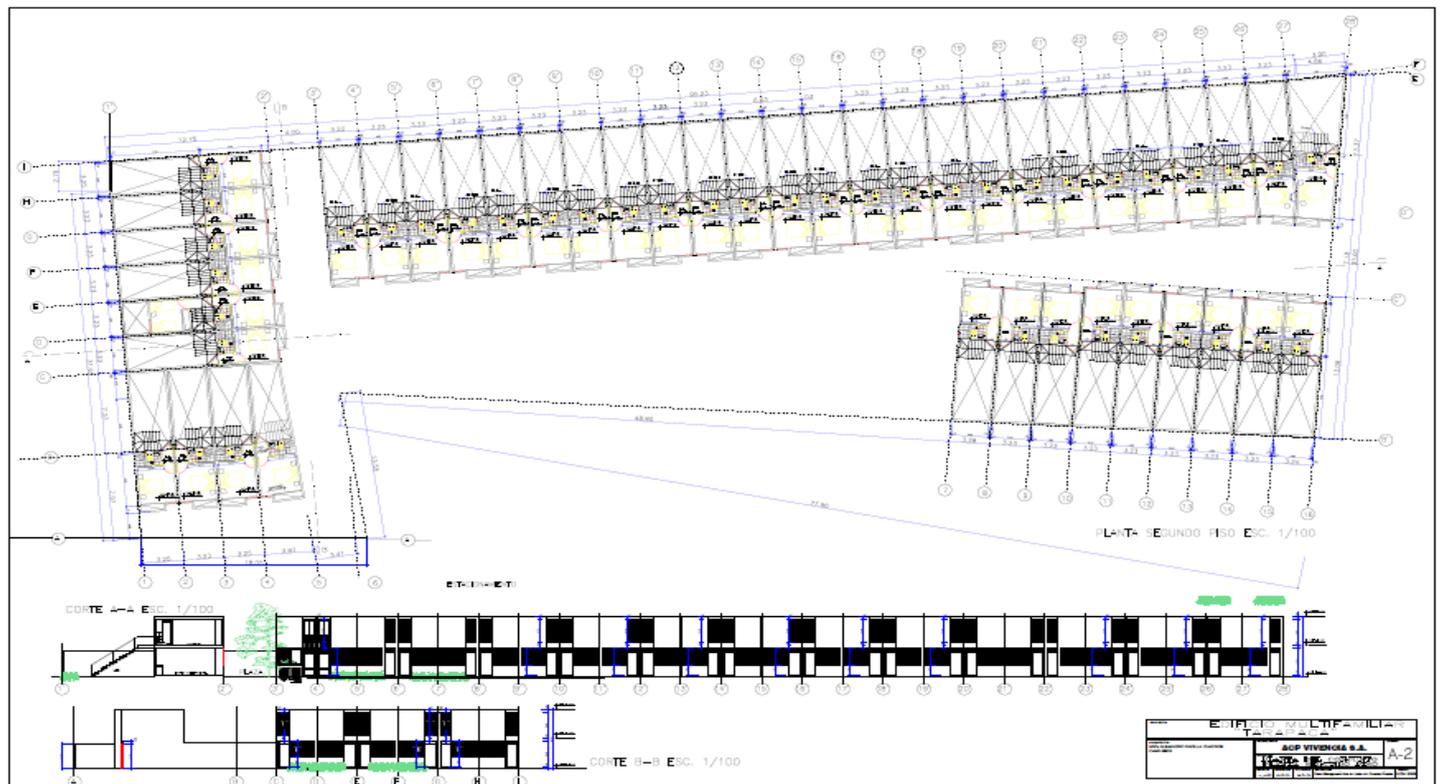
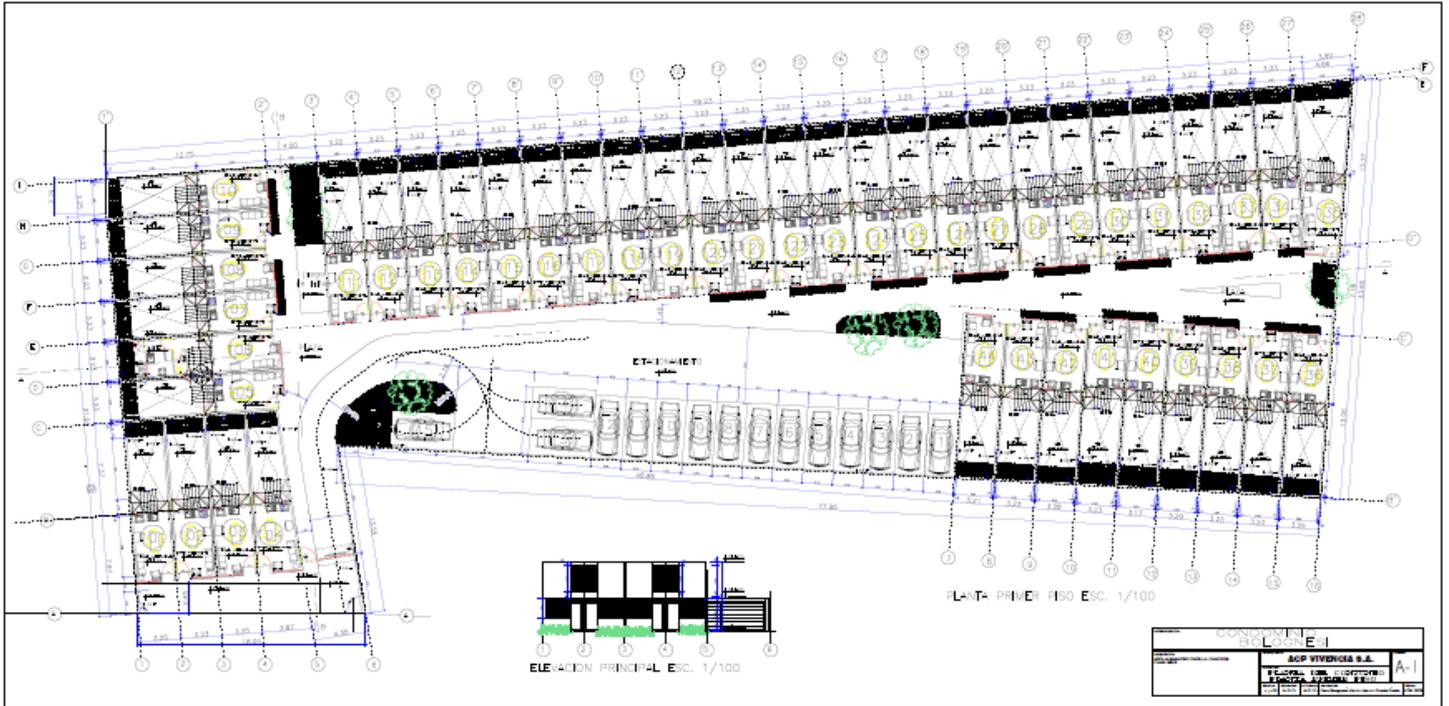
Graña y Montero, Optimización de Procesos. Ediciones GYM S.A. Lima-Perú 2008.

www.portaldeingenieria.com

PERCUL L. (2003) Estudio sectorial: Productividad en la construcción.

ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS GENERALES

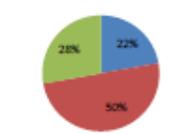


ANEXO 3: ENSAYOS DE PROGRAMACIÓN

PORCENTAJE DE PROGRAMACION CUMPLIDO (PPC)						
DIA	MOV. TIERRAS	PPC	ACERO	PPC	CONCRETO	PPC
LUNES 07						
MARTES 08						
MIERCOLES 09	ETAPA DE PLANEAMIENTO, ELECCION DE SISTEMA DE PRODUCCION PARA EL USO HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION					
JUEVES 10						
VIERNES 11	CUADRILLA 1OP+ 2P		CUADRILLA 1OP+1P (320 KG)			
	TRAZO Y REPLANTEO	1	PLATEA CASA 131 156KG	1		
			COLUMNAS CASA 131 160KG	0		
SABADO 12	CUADRILLA 1OP+ 2P		CUADRILLA 1OP+1P (320 KG)			
	TRAZO Y REPLANTEO	1	PLATEA CASA 129 156KG	1		
			COLUMNAS CASA 129 160KG	1		
		% 100		% 75		% 0

CONDOMINIO BOLOGNESI PUENTE PIEDRA				21/06/2018	10:15	TIEMPO PRODUCTIVO										TIEMPO CONTRIBUTORIO										TIEMPO NO CONTRIBUTORIO										
Nro	DNI	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES	CATEGORIA	CUADRILLA	ASISTENTE	Colocando acero	Excavando	Mediando concreto	Escorando	Montando de hierro	Trazando	Habilitado material	Cargando material	Desmontado	Limpieza	Regado	Limpieza	Acabado de pisos	Trayectoria perforaciones	Mediciones	Recolectación	Psicología	Alfajes	Tramos	Cables	Espejos	Trabajo	Barbido	Chicos					
1	41734958	VILCHEZ	VALVERDE	JOSE WILTON	CA		x																													
2	21884745	CAYANI		SIMON BRUNO	OP	ACERO	x							x																						
3	09535405	HINOSTROSA	MARREROS	SANTOS HENRY	OP	ACERO	x													x																
4	80951575	ARIAS	ESCOBEDO	LUIS	PE	ACERO	x																													
5	31810531	MEDINA		ELEUTERIO	PE	ACERO	x																													
6	42833575	CARRANZA	GUEVARA	ELSER	OP	CONCRETO	x		x																											
7	50395960	SOTO	RAMIREZ	CARLOS	PE	CONCRETO	x																													
8	41852787	BERRIOCAL	COOPA	MELTON	PE	CONCRETO																														
9	43969451	GOZME	SILVA	JULIO CHRISTIAN	PE	CONCRETO	x																													
10	41771348	VILCHEZ	VALVERDE	LUIS ALBERTO	PE	EXCAVACION	x				x																									
11	48305323	CARRANZA	GUEVARA	JOEL	PE	EXCAVACION	x																													
12	45311118	PARRONA	CHACON	YERSON	PE	EXCAVACION																														
13	45278740	CASTRO	PARRON	SILVERIO	OP	ENCOFRADO	x		x																											
14	07053340	QUIRPE	VENTURA	TOMAS	OP	ENCOFRADO	x							x																						
15	09118641	PEQUEÑA	AMEZQUITA	FORTUNATO	OP	ENCOFRADO	x																													
16	41131724	JIMENEZ	OLGA	SERGIO	OP	ALBANILERIA	x																													
17	33281091	CUARESMA	MELIA	CESAR NICOLAS	OP	ALBANILERIA	x																													
18	41820339	CHAVEZ	CUARESMA	JHONATAN	PE	ALBANILERIA	x																													
19	45042745	PALOMINO	PONGO	JESUS ALBERTO	PE	ALBANILERIA	x																													
							ASISTENCIA	18	0	1	1	1	1	0	2	2	0	1	1	0	1	2	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0			
							CONTEO	18							4											9									5	5
							PORCENTAJE	%							22.2										50									27.8		

MEDIDA DE ACTIVIDAD



■ TIEMPO PRODUCTIVO
■ TIEMPO CONTRIBUTORIO
■ TIEMPO NO CONTRIBUTORIO

	PORCENTAJE	CANTIDAD
TIEMPO PRODUCTIVO	22	4
TIEMPO CONTRIBUTORIO	50	9
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	28	5

ANEXO 4: REPORTE FOTOGRÁFICO

**REGISTRO FOTOGRÁFICO
CONDOMINIO BOLOGNESI**

PROYECTO: OPTIMIZACION DE PROCESOS
CONSTRUCTIVOS

LUGAR: CARABAYLLO – LIMA – PERU

JUNIO 2012



Foto 1 – Vista de la fachada de las viviendas del sector 03.



Foto 2 – Vista de la actividad de asentamiento de ladrillos.



Foto 3 – Vista de la etapa de casco finalizado del sector 03.



Foto 4 – Vista del área común entre los sectores del Proyecto.



Foto 5 – Vista de la parte trasera de las viviendas.



Foto 6 – Vista del Condominio en previa entrega.



Foto 7 – Vista de la futura área de estacionamientos del Condominio.