

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE UN CONDOMINIO APLICANDO CONCEPTOS DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCCION

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

**Kenny Ernesto Buleje Revilla**

**Asesor: Xavier Max Brioso Lescano**

Lima, noviembre del 2012

## RESUMEN DE TESIS

El objetivo principal de la presente tesis es mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de un condominio aplicando algunos conceptos de lean construction. En los primeros capítulos se presenta la teoría acerca de lean construction, definiciones y marco teórico, para después mostrar la aplicación a la construcción de un condominio, el proyecto sobre el cual se basa la presente tesis es el condominio Villa Santa Clara, construido por la empresa Besco Edificaciones. Además de las herramientas que propone el IGLC (International Group of Lean Construction), se tomara mediciones de rendimiento reales de todas las actividades en un formato llamado ISP (Informe Semanal de Producción). Con lo cual se demostrara la especialización del personal obrero. Finalmente (y únicamente en el capítulo siete) se mostrara un estudio de productividad realizado a una empresa X, donde mediante cartas balance se propone soluciones claras y directas para el aumento de la productividad de dicha obra. Además, en la presente tesis se definen tres maneras de calcular rendimientos, sus diferencias y donde se deberían usar cada uno de estos

Es importante mencionar que la filosofía Lean abarca todo el universo del proyecto, desde la definición del proyecto, hasta su uso. La presente tesis se ha enfocado únicamente a la etapa donde se maneja más dinero, la etapa de construcción (lo que Lean llama ensamblaje sin perdidas) y sobretodo haciendo uso de básicamente cartas balance



## TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Título: Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction

Área: Construcción – Investigación

Asesor: Ing. Xavier Brioso Lescano

Alumno: Kenny Ernesto Buleje Revilla

Código: 20062014

Tema N:

Fecha: Lima, 20 de Agosto del 2012

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el país está gozando de un crecimiento macroeconómico notable a nivel mundial. De la misma manera, el sector de la construcción en el Perú está pasando por un momento importante. Esto no es coincidencia, como se muestra en la presente tesis, ambas curvas tienen el mismo comportamiento en el tiempo

Este fuerte crecimiento, se puede ver reflejado por el gran número de proyectos que hay actualmente. Este número incontrolado de proyectos tienen un principal “defecto” que salta a la luz y es increíblemente costoso, son los desperdicios o pérdidas que se generan en la etapa de construcción de dichos proyectos. Flavio Picchi (1993) en su tesis doctoral calcula los desperdicios generados en construcciones en Sao Paulo y estos llegan a alcanzar el 30% de costo total de la obra. Es decir, si tuviéramos un proyecto de cuatro edificios, podríamos construir el cuarto edificio con el desperdicio generado de los otros tres. Es importante mencionar que desperdicio es toda pérdida que genera costo, pero que no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente y en la presente tesis se hablara sobre desperdicios ocasionados en la parte de la construcción.

Además, el enorme costo generado por el desperdicio se traslada al cliente, haciendo más caro el producto final

La filosofía Lean Construction (tema principal de la presente tesis) es una corriente cuyo principal objetivo es eliminar las pérdidas causadas en un proyecto de construcción

## OBJETIVOS

El objetivo principal es mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de un condominio aplicando algunos conceptos de la filosofía lean construcción. El proyecto sobre el cual se basa la presente tesis es el condominio Villa Santa Clara, construido por la empresa Besco Edificaciones. Además de las herramientas que propone el IGLC (International Group of Lean Construction), se tomará mediciones de rendimientos reales de todas las actividades de la obra en un formato llamado I.S.P. (Informe semanal de producción). Con los rendimientos del I.S.P. se harán una grafica que muestre como se va mejorando los rendimientos día a día (curva de productividad) con lo cual se demostrara la especialización del personal obrero. Finalmente ( y únicamente en el capítulo siete) se mostrara un estudio de producción realizado a una empresa X, donde mediante cartas balance se propondrá soluciones claras y directas para el aumento en la productividad y disminución de desperdicios de dicha obra.

Debido a la importancia del término y a la confusión tan arraigada de confundir avance con rendimiento. En la tesis se define ambos términos y se define también tres tipos de rendimiento: Rendimiento global (RG), rendimiento diario (RD) y rendimiento local (RL). Para así poder calcular estos rendimientos de una manera estándar y compararlos a nivel mundial.

Con el rendimiento se puede calcular varios datos importantes como la cantidad o dimensionamiento de cuadrilla (numero de obreros por actividad), tener el I.S.P. y así calcular las curvas de productividad o realizar un correcto presupuesto

## PLAN DE TRABAJO

La metodología a usar se divide en 5 partes

1. Marco teórico: Se da una pequeña introducción a las problemática actual de la construcción (perdidas), se describen los objetivos principales y se definen varios términos y conceptos utilizados durante la presente tesis.
2. Herramientas: se detallan y describen las principales herramientas a utilizar
3. Aplicación: con las definiciones claras y las herramientas descritas, se aplica la filosofía lean en la construcción de un condominio y se muestran todos los resultados que se consiguen al aplicar las herramientas Lean

4. Estudio de productividad: Haciendo uso básicamente de cartas balance, se hace un estudio de productividad en un obra X, donde se ofrecen soluciones claras y directas de la mejora de productividad y disminución de desperdicios
  
5. Conclusiones, comentarios y recomendaciones: Se resume las principales lecciones aprendidas en la presente tesis, así como la bibliografía utilizada



- INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCION EN LA ECONOMIA DEL PAIS

Actualmente, la construcción es el sector que más contribuye con el crecimiento económico del país, cuando la producción en el sector construcción aumenta, factores económicos como el Producto Bruto Interno y el sector comercio suben. Por otro lado, cuando la construcción sufre una desaceleración, el crecimiento económico también se estanca. Una forma de explicar esto es debido al gran alcance económico y social que tiene la construcción en otros ámbitos. Citando un ejemplo sencillo, cuando un obrero recibe su salario, tiene mayor poder adquisitivo y podrá adquirir mejores productos como ropa, mejores productos alimenticios, tomar taxi para movilizarse, comprarse un celular, inscribir a sus hijos en mejores colegios, etc. Si bien es cierto, esto ocurre en cualquier otra industria, en el sector construcción esto es más rápido debido a la gran cantidad de mano de obra y de materiales utilizados en la etapa de construcción de un proyecto. Es decir, se redistribuye el dinero en muchas formas y mejora las condiciones de muchas otras industrias. Según el ingeniero Carlos Artiach Quintana existen cinco principales factores del crecimiento económico: Capital Humano, Capital Físico, Tecnología, Recursos Naturales y Eficiencia en la administración de todos esos recursos. El sector construcción abarca los cinco factores mencionados

En el siguiente grafico, se muestra la relación entre el sector construcción, el Producto Bruto Interno y el sector comercio mes a mes desde el 2001 hasta el 2011 según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

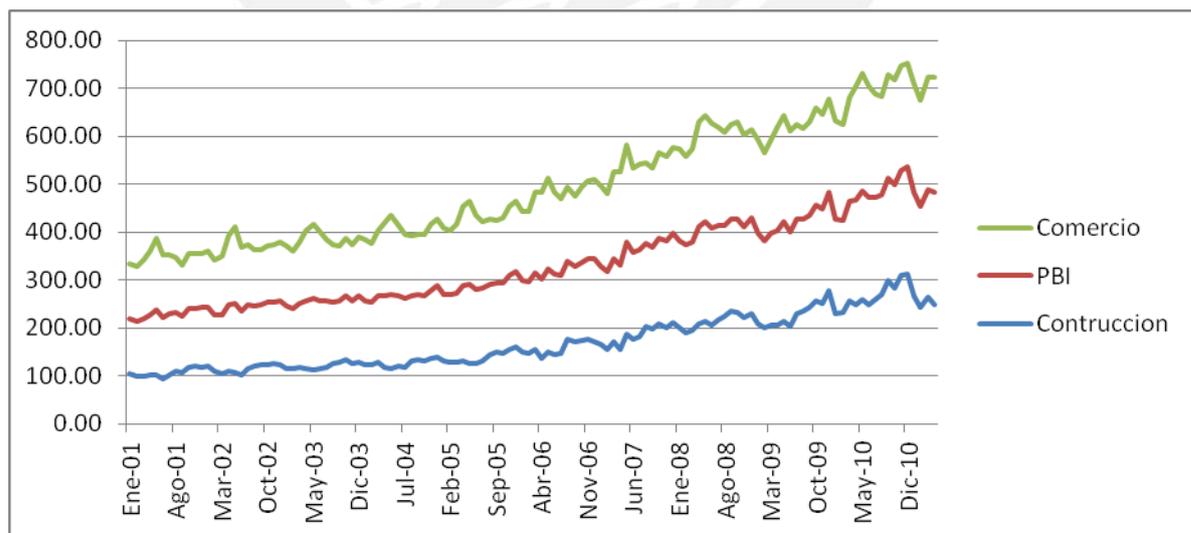


Fig. 01. Relación entre sectores desde 2001 al 2011

Fuente: propia

En primer lugar, se puede apreciar que las tres curvas tienen tendencia a aumentar, Sobre todo en los últimos años. En segundo lugar se puede observar también que las tres curvas tienen una misma tendencia: Cuando crece el sector construcción de manera rápida, pasa lo mismo con el sector comercio y el PBI. Por otro lado, cuando el sector construcción disminuye, disminuye el comercio y el PBI. Para apreciar la tendencia con mayor facilidad, se muestra el mismo grafico para los cuatro últimos años

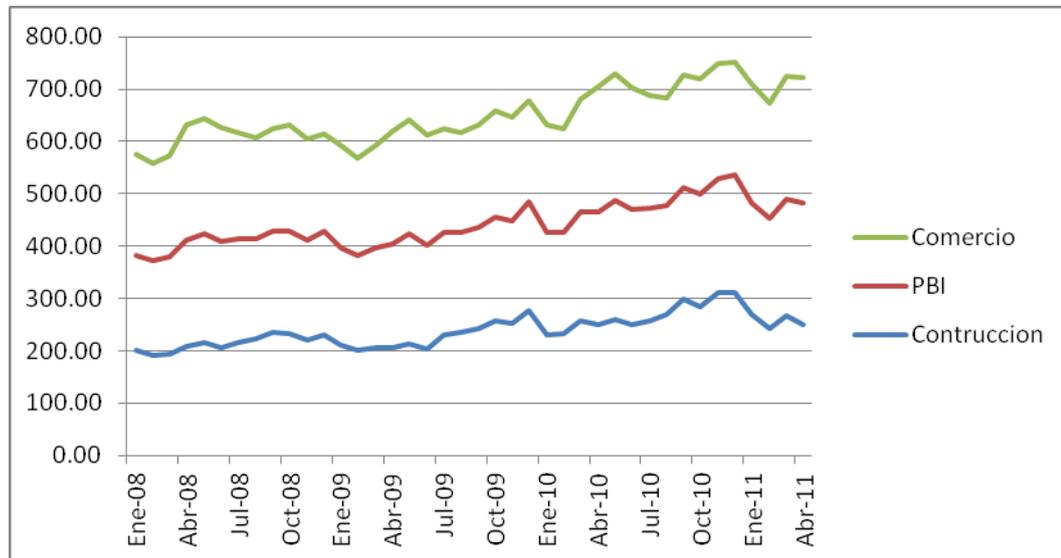


Fig. 02. Relación entre sectores desde 2008 al 2011

Fuente: propia

En el cuadro anterior se muestra de una manera más clara la tendencia que mantienen estos tres factores importantes de la economía.

Es importante mencionar que los valores en el eje Y son calculados considerando como base el valor en el año 2004, Por lo tanto es importante mencionar que los presentes gráficos muestran únicamente tendencias del PBI, sector construcción y sector comercio, no tiene sentido hablar de el valor obtenido en el eje de las abscisas ya que para empezar estos tienen distintas unidades para cada sector (Comercio, PBI y construcción)

## 2. OBJETIVOS PRINCIPALES

- El objetivo principal de la presente tesis es mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de un condominio aplicando conceptos de lean construcción. El proyecto sobre el cual se basa la presente tesis es el condominio Villa Santa Clara, construido por la empresa Besco Edificaciones. Además de las herramientas que propone el IGLC (International Group of Lean Construction), se tomará mediciones de rendimientos reales de todas las actividades de la obra en un formato llamado I.S.P. (Informe semanal de producción). Con los rendimientos del I.S.P. se harán una grafica que muestre como se va mejorando los rendimientos día a día (curva de productividad) con lo cual se demostrara la

especialización del personal obrero. Finalmente ( y únicamente en el capítulo siete) se mostrara un estudio de producción realizado a una empresa X, donde mediante cartas balance se propondrá soluciones claras y directas para el aumento en la productividad de dicha obra.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 DEFINICIONES

- RENDIMIENTO Y VELOCIDAD

Es común escuchar a estudiantes o incluso profesionales confundir los conceptos de rendimiento y velocidad. Por ejemplo cuando se muestra un análisis de precios unitarios se menciona el rendimiento cuando en realidad se está mencionando a la velocidad. Como veremos, estos dos conceptos son inversos

Velocidad:

Cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo

Ejemplos:

- Una pareja de encofradores pueden llegar a encofrar todos los días  $42.5\text{m}^2$ , con lo cual tendrían una velocidad de  $42.5\text{m}^2/\text{día}$
- Una cuadrilla de vaciadores que vacían todos los días el mismo cubicaje de 34 cubos, la cuadrilla tendría una velocidad de  $34\text{m}^3/\text{día}$
- Una máquina retroexcavadora que suele excavar y eliminar 10ml de cimientto corrido tiene una velocidad de 10ml/día. Si esta misma retroexcavadora trabaja cuatro horas al día entonces se puede hablar de una velocidad de 2.5ml/hora

Rendimiento:

Cantidad de recursos usados para realizar una unidad de producción

Ejemplos:

- Una cuadrilla de encofradores de losa que al final de la obra utilizaron una cantidad de recursos de 6980 horas hombre, llegando a encofrar  $14,540\text{m}^2$ , con eso se tendría un rendimiento global (en el capítulo 7 se define este término) de  $0.48\text{hh}/\text{m}^2$
- Una pareja de pintores de fachada que terminan de empastar la fachada de un edificio ( $360\text{m}^2$ ) en cinco días (85hh) tienen un rendimiento de  $0.24\text{hh}/\text{m}^2$
- Una pareja de instaladores de piso laminado que avanzan un departamento ( $48\text{m}^2$ ) al día (17hh) tienen un rendimiento de  $0.35\text{hh}/\text{m}^2$

Relación entre Rendimiento y Velocidad

La producción de un trabajador o un grupo de trabajadores puede ser presentado en términos de velocidad o en términos de rendimiento. Y es sencillo pasar de una unidad a otra, a continuación unos ejemplos:

	Cuadrilla	Velocidad	Unidad	Rendimiento	Unidad
Encofrado de muros	1 op + 1 pe	42.5	m2/día	0.4	hh/m2
Encofrado de muros	8 op + 8 pe	340	m2/día	0.4	hh/m2
Encofrado madera en escalera	1 op + 1 pe	4.1	m2/día	4.2	hh/m2
Encofrado y desencofrado de piso	1 op + 1 pe	12.1	ml/día	1.4	hh/ml
Tarrajeo de frisos en terrazas	1 op + 1 pe	51.5	ml/día	0.33	hh/ml
Falso piso f'c=100kg/cm2 concreto en obra	1 cap + 2 of + 5pe	76.4	m2/día	0.89	hh/m2

Por ejemplo, para *vaciado de Falso piso f'c=100kg/cm2 concreto en obra*. Se tiene para la cuadrilla analizada 8 trabajadores, que trabajando 8.5 horas al día, utilizan un recurso de 68hh para completar 76.4 m2. Con lo cual se divide estos dos últimos números para calcular el rendimiento de la partida, es decir, 0.89hh/m2

Nota: Para hablar de velocidad se tiene que hablar de la sub-cuadrilla analizada, por ejemplo la velocidad de una pareja de encofradores de muros es de 42.5m2/día, mientras que la velocidad de toda la cuadrilla (8 parejas) es de 340 m2/día. Sin embargo, si se trata de rendimiento se puede hablar de un rendimiento de 0.4hh/m2 de encofrado para ambos casos

• TIPOS DE TRABAJO

- Trabajo Productivo (TP): Trabajo que aporta en forma directa a la producción
- Trabajo Contributorio (TC): trabajo de apoyo. Debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta valor
- Trabajo no Contributorio (TNC): cualquier actividad que no genere valor y que entre en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor

Ejemplos:

TP	TC	TNC
Vaciar concreto	Tomar medidas	Descanso
Colocar cerámico	Corte de cerámico	Viajes
Pintar fachada	Preparación de mezcla	Trabajo rehecho
Colocar cajas eléctricas	Transportar materiales	Tiempo ocioso

- PRODUCTIVIDAD

Se entiende productividad como una relación entre lo que se gasta y lo que se produce para realizar una acción. Alfredo Serpell (1994) define la productividad en la construcción como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado

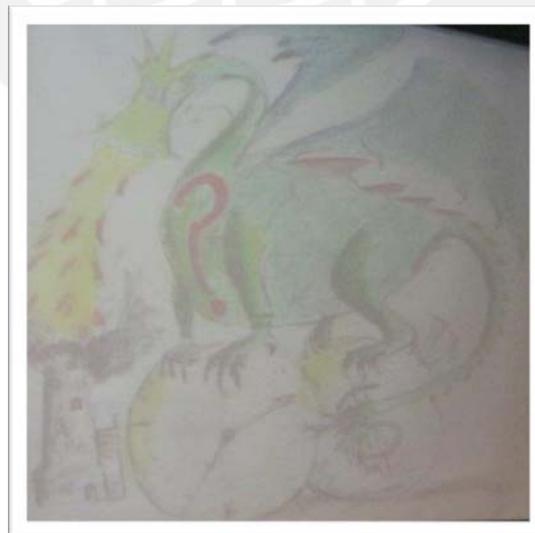
- VARIABILIDAD

El diccionario define variabilidad como la capacidad de variar. Y en la construcción esta capacidad es muy grande, algunas causas que generan variabilidad son:

- Un operario de la cuadrilla de instalación de mayólica faltó el día lunes
- La empresa de concreto premezclado llegó una hora tarde a la obra
- Se malogró la mezcladora de concreto
- Paralización de obra por paro sindical
- Falta de materiales a tiempo para iniciar el trabajo
- Dimensiones distintas de alfeizar
- Edificio con irregularidad en planta

Es importante mencionar que existen variabilidades positivas y negativas, pero en la presente tesis, cuando se mencione el término “variabilidad” se hará mención a la variabilidad negativa

Mientras mayor sea la variabilidad en una obra, mayor será el impacto en la calidad, el presupuesto y en el tiempo de ejecución de la obra, este impacto se muestra de alguna manera en el siguiente gráfico



*Fig. 03. Impacto de variabilidad en obra*

*Fuente: 19mo conferencia del IGLC*

- DESPERDICIOS

Definición:

Desperdicio se define como “cualquier pérdida producida por actividades que generan, directa o indirectamente, costos pero no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente final” (Formoso, Issato, Hirota. Berkeley, California, Estados Unidos, 1999)

Clasificación:

I. Según su capacidad de ser eliminado

1) Desperdicio Evitable

Es aquel cuyo costo de desperdicio es significativamente mayor que el costo para prevenirlo

2) Desperdicio Inevitable

Conocido como desperdicio natural, es aquel cuya inversión necesaria para su reducción es mayor que el costo que este genera

II. Según su naturaleza (Carlos Formoso. UFRGS, Brasil, 1999)

1) Desperdicio por sobreproducción

2) Desperdicio por sustitución

3) Desperdicio por tiempo de esperas

4) Desperdicio por transporte

5) Desperdicio por procesamiento

6) Desperdicio por movimientos

7) Desperdicio por elaboración de productos defectuosos

III. Según el tipo de desperdicio (Rodrigo Pinto, Brasil 1989)

1) Directo

Es el material que se remueve directamente de la obra (escombros)

2) Indirecto

Es el material incorporado innecesariamente, puede ser mayor que el desperdicio directo

Resultados:

Las pérdidas se pueden generar por un inadecuado diseño, planificación deficiente o fallas de logística. Sin embargo en la presente tesis se hablara sobre desperdicios ocasionados en la parte de la construcción. Algunos estudios previos con respecto a la medición de desperdicios son:

## 1. Jhon Skoyles (1976)

	Núm. obras	Perdida (%)		Índice de pérdidas (%)	
		Min	Max	Prom.	Ppto.
Concreto en infraestructura	12	3	18	8	2.5
Concreto en superestructura	3			2	2.5
Acero	1			5	2.5
Ladrillos corrientes	68	1	20	8	4
Ladrillos caravistas	62	1	22	12	5
Ladrillos estructurales huecos	2			5	2.5
Ladrillos estructurales macizos	3	9	11	10	2.5
Bloques ligeros	22	1	22	9	5
Bloques de concreto	1			7	5
Tejas	1			10	2.5
Madera (tablas)	3	12	22	15	5
Madera (planchas)	2			15	5
Mortero (paredes)	4	2	7	5	5
Mortero (techos)	4	1	4	2	5
Cerámica (paredes)	1			2	2.5
Cerámica (pisos)	1			2	2.5
Tubería de cobre	9			7	2.5
Tubería de PVC	1			3	2.5
Conexiones de cobre	7			3	2.5
Placas de vidrio	3			9	5

Fig. 04. Cuadro cuantitativo de desperdicios - Jhon Skoyles

Fuente: "Waste and the estimator. Chartered Institute of Building" Skoyles 1982.

El estudio de Jhon Skoyles toma en cuenta el porcentaje de pérdida considerado en el presupuesto. Después realiza el estudio en un número de obras y determina el porcentaje de pérdida real. En el gráfico se muestra el porcentaje mínimo, el máximo y el promedio. El cuadro muestra que el 80% de materiales tiene un porcentaje de desperdicio mayor al presupuestado. Más aun, El material que tiene mayor diferencia es el concreto en infraestructura, el cual suele ser el material con mayor incidencia en el presupuesto cualquier obra en el Perú

2. Soibelman (1993)

	Diferencias entre cantidad solicitada y entregada
Concreto premezclado	Uso de equipos en mal estado
	Errores en el cubicaje
	Dimensiones mayores a las proyectadas
Mortero	Uso excesivo del mortero para reparar irregularidades
	Presencia de sobrantes diarios, los cuales debieron ser eliminados
Ladrillos huecos	Malas condiciones en el recibo y almacenamiento de ladrillos
	Modulación nula, lo que trae como consecuencia el corte de unidades
Cemento	Uso excesivo del mortero para reparar irregularidades
	Rotura de bolsas al momento de recibir el material
	Almacenamiento inadecuado del material
Arena	Inexistencia de contenciones laterales para evitar dispersión de material
	Manipulación excesiva antes de su uso final

Fig. 05. Cuadro cualitativo de desperdicios - Soibelman

Fuente: "Material de desperdicio en la industria de la construcción".

Soibleman, Lucio 2000

A diferencia del estudio anterior, el cuadro de Soibelman presenta resultados cualitativos. Presenta las causas más comunes de desperdicios de distintos materiales

3. Flavio Picchi (1993)

ESTIMACION DE DESPERDICIOS EN OBRAS DE EDIFICACION (% del costo total de obra)		
ITEM	DESCRIPCION	%
Desmante	De mortero	5
	De ladrillo	
	Limpieza	
	Transporte	
	Eliminación	
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos	5
	Tarrajeo de paredes internas	
	Tarrajeo de paredes externas	
	Contrapisos	
Dosificación no optimizada	Concreto	2
	Mortero	
Reparaciones y/o retrabajos no computados en el resto de materiales	Repintado	2
	Retosques	
	Corrección de otros servicios	
Proyectos no optimizados	Arquitectura	6
	Estructuras	
	Instalaciones eléctricas	
	Instalaciones sanitarias	

Problemas de calidad que generan pérdidas de productividad	Parada de operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores	3.5
Costos por atrasos	Costos adicionales por atrasos en las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas	1.5
Costos en obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de la obra	5
<b>TOTAL</b>		<b>30 %</b>

Fig. 06. Cuadro cuantitativo de desperdicios - Flavio Picchi

Fuente: "Estimación de desperdicios en obras de edificación" Picchi 1993

Flavio Picchi (1993) en su tesis doctoral muestra una estimación de desperdicios generados en proyectos de edificación en Sao Paulo en la fase de construcción. Como se observa en la figura anterior los desperdicios alcanzan el 30% de costo total de la obra. Incluso Flavio Picchi menciona que si tuviéramos un proyecto de cuatro edificios, podríamos construir el cuarto con los desperdicios de los otros tres. Es por eso la importancia de eliminar dichas pérdidas aplicando conceptos de lean construction

Una vez mostrado estos estudios de cuantificación de desperdicio en la etapa de construcción, se puede afirmar que los desperdicios son exageradamente grandes. Es por eso que la filosofía Lean se centra principalmente en reducir al máximo estos desperdicios, "sacar la grasa y dejar solo la carne"

### 3.2 CONCEPTOS

- FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION

El grupo de Lean Construction Institute (LCI) en su visión general de Lean Project Management (LPM) propone el modelo de Lean Project Delivery System (LPDS) el cual está formado por cinco fases mostradas en la siguiente figura.

# Lean Project Management (LPM)

## Lean Project Delivery System (LPDS)

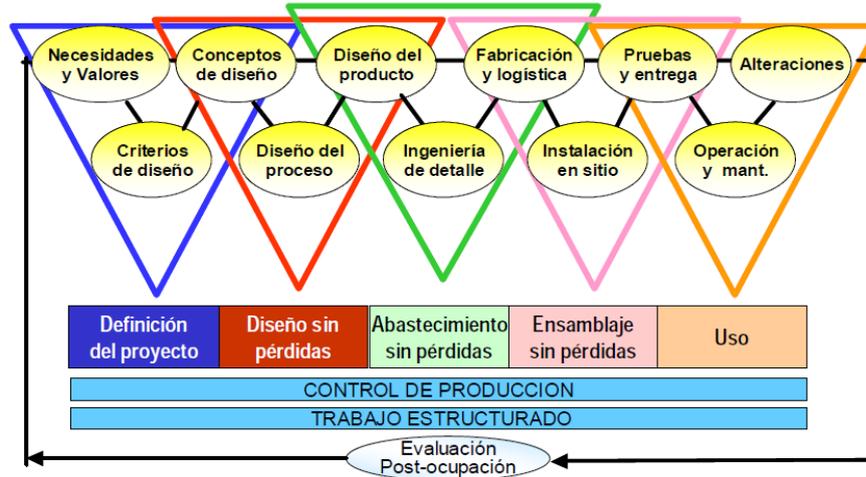


Fig. 07 Lean Project Delivery System (LPM)

Fuente: [www.motiva.com.pe/Articulos](http://www.motiva.com.pe/Articulos)

Dentro de estas cinco fases la parte de construcción o ensamblaje sin pérdidas es la que mueve más dinero y es la fase en estudio en la presente tesis. También es la fase en la que se genera mayor cantidad de desperdicios

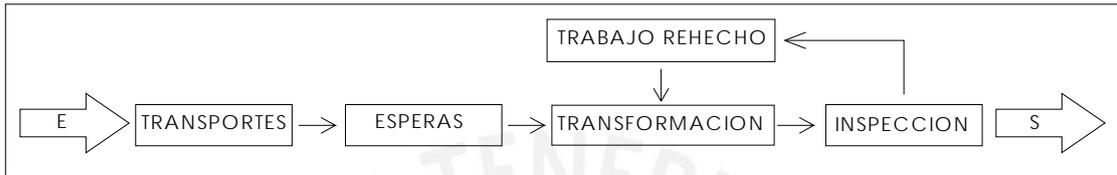
- **MODELO CLASICO vs. MODELO LEAN**

El modelo clásico o de transformación es un modelo de conversión en el cual cada actividad (asentar ladrillo, vaciar concreto, colocar encofrado, etc.) es representado en un modelo de entrada-transformación-salida, en el cual la entrada es la materia prima y la salida es el producto final.



El modelo clásico se centra únicamente en conversiones, y no toma en cuenta los flujos que ocurren dentro del proceso de transformación como son movimientos, esperas e inspecciones. Por lo tanto, el modelo clásico no mide las pérdidas, lo cual hace difícil encontrarlas y eliminarlas. De cierta forma, el modelo clásico muestra una idealización en el cual no existen actividades que no le agregan valor al cliente, pero en la realidad esta idealización nunca ocurre

Por otro lado, el modelo Lean o modelo TFV (transformación-flujo-valor) es un modelo de flujos que considera actividades como inspecciones, transporte y esperas. Su objetivo es cuantificar dichas pérdidas para después eliminarlas. El modelo TFV busca reducir al máximo (si es posible eliminar) los tiempos no contributivos (TNC), disminuir los tiempos contributivos (TC) y así aumentar el tiempo productivo (TP)



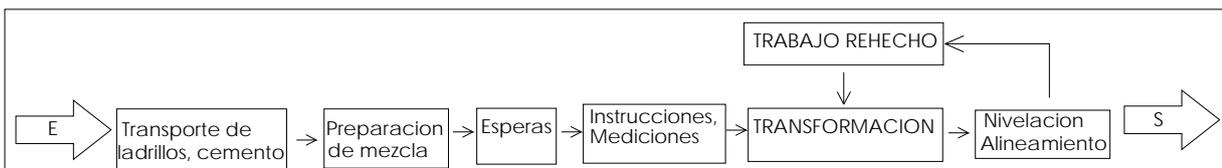
Por

ejemplo, si pensamos en asentar ladrillo tenemos:

1. Modelo clásico:



2. Modelo Lean:



A continuación se presentara las herramientas que se usaron en el proyecto para controlar la producción. En el presente capitulo se presentara la teoría de cada una de las herramientas y en el siguiente capítulo se presentara los resultados de haberse aplicado estas herramientas en la construcción de un condominio en Santa Clara

Las siguientes herramientas son las usadas en el sistema Last Planner:

- PROGRAMACION MAESTRA

Esta programación marca los hitos de la programación de la obra. Por lo cual no debe ser una programación muy detallada. En algunas empresas aun se usa el diagrama de Gant que muestra un cronograma muy detallado de las actividades que se van a realizar día a día desde el día que se empieza las obras provisionales hasta la entrega final del último departamento del proyecto. Pero debido a la gran variabilidad que hay en obra, muchas veces este diagrama al final de la obra termina siendo un papel colgado en la oficina que nadie toma en cuenta para programar. Es por eso que la programación maestra no debe ser muy detallada, sino más bien marcar fechas tentativas como comienzo de excavación, fin del casco, etc. El Dr. Glenn Ballard (co-fundador y director de la investigación del Lean Construction Institute) menciona en la conferencia de IGLC numero 19 llevada a cabo en lima, Perú lo siguiente: “todos los planeamientos son pronósticos, y todos los pronósticos están errados. Mientras más larga la predicción, mas errada estará. Mientras más detallada la predicción, mas errada estará”

- LOOK AHEAD

Es un cronograma de ejecución a mediano plazo (suele estar entre 3 a 6 semanas). Se parte de la programación maestra, haciendo algunos cambios al cronograma debido a que el look ahead es mucho más detallado.

- PROGRAMACION SEMANAL

Es un cronograma tentativo donde se muestra las actividades que se van a realizar en la semana. Se supone que todas las actividades mostradas no deben de tener restricciones para su realización. Para realizar la programación semanal se debe tener en cuenta la programación de las siguientes cuatro semanas (look ahead)

- PROGRAMACION DIARIA (PARTE DIARIO)

Conocido como el tareo, es un documento que se entrega todos los días al responsable de cada cuadrilla. Dicho documento muestra en forma clara las actividades a realizar durante el día, la idea es formalizar el pedido del ingeniero de campo en cuanto a las actividades a

realizar. En algunas empresas el documento entregado al capataz para realizar las labores diarias tiendan mas a confundirlo, por lo tanto se debería tratar de que el documento sea lo más claro posible (con gráficos y colores) para ayudar a reforzar lo dicho por el ingeniero de producción, mas no contradecirlo o confundir mas a la persona que recibe el tareo. La idea de presentar un documento claro y sencillo es basada en una recomendación del L.C.I. (Lean Construcción Institute) que sugiere la minimización de iteraciones negativa. Para realizar la programación diaria se debe tener en cuenta la programación semanal. Es aquí donde pueden ser incluidas actividades de “último minuto” como por ejemplo:

- Apoyo a cuadrilla de excavación por retraso imprevisto ( mayor profundidad de cimentación que la esperada)
- Reparación de cerco perimétrico que fue destruido por camión de cisterna de agua
- Simulacro de sismo en el que participe el total de trabajadores de la obra
- Limpieza y mantenimiento de encofrado

A manera de resumen, hasta ahora se ha mencionado herramientas únicamente de programación de obra. Primero la programación maestra que muestra hitos en la programación. Después el look ahead, que es una programación detallada a mediano plazo y por ultimo programación semanal y diaria que son un fragmento de el look ahead

- ANALISIS DE RESTRICCIONES

Teniendo como base el look ahead, se hace un análisis de todas las partidas que se deberían realizar en las siguientes cuatro semanas según la programación. Hay que pensar en todo lo que se necesita para que la actividad se pueda realizar sin ninguna restricción. En el formato de análisis de restricciones se escribe también la fecha límite en la cual se tiene que levantar la restricción y el responsable o responsables de levantarla. El plazo no es necesariamente cuatro semanas, la idea es tener un tiempo de anticipación al cronograma para levantar las restricciones. El tiempo suele variar entre 3 y 6 semanas

- PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)

Es el número total de tareas programadas completadas entre el número total de tareas programadas expresado en porcentaje. Las tareas programadas se toman del look ahead

$$PPC = \frac{\text{Num. de tareas programadas completadas}}{\text{Num. de tareas programadas}} (\%)$$

El PPC es un análisis de confiabilidad, no busca medir el avance sino la efectividad del sistema de programación

- INFORME SEMANAL DE PRODUCCION (I.S.P.)

Junto con las actividades diarias a realizar se entrega al capataz una relación con todos los integrantes de su cuadrilla, para cada trabajador deberá escribir la actividad que han estado realizando, y las horas que le ha tomado realizar dicha actividad. Cabe mencionar también, que para tener un mayor control de la cuadrilla se entrega el tareo llenado con valores teóricos de avance de actividad, vale decir metrado. El capataz colocara a un costado los valores reales en campo. Estos cambios son normalmente aceptados, debido a la gran variabilidad que siempre hay en actividades de construcción

- CURVAS DE PRODUCTIVIDAD

La curva de productividad es una grafica que permite observar de manera más clara los resultados que arroja el I.S.P. Se realiza una curva de productividad por partida. Por ejemplo, La curva de productividad de encofrado de losa, o curva de productividad de vaciado de muros. En el eje de las abscisas se coloca los días y en el eje de las ordenadas se coloca los rendimientos obtenidos en cada día.

Observaciones:

- La curva de productividad también puede usarse mostrando la velocidad ( en vez del rendimiento) que van teniendo la cuadrilla día a día
- Cuando la actividad en estudio tiene muchos días en la cual está siendo realizada, se recomienda pasar la unidad de tiempo en las abscisas de día a semanas, así el grafico se hace más fácil de mostrar, leer e interpretar

A continuación, se presenta el grafico que debería mostrarse en una obra si la actividad en estudio se encuentra en mejora:

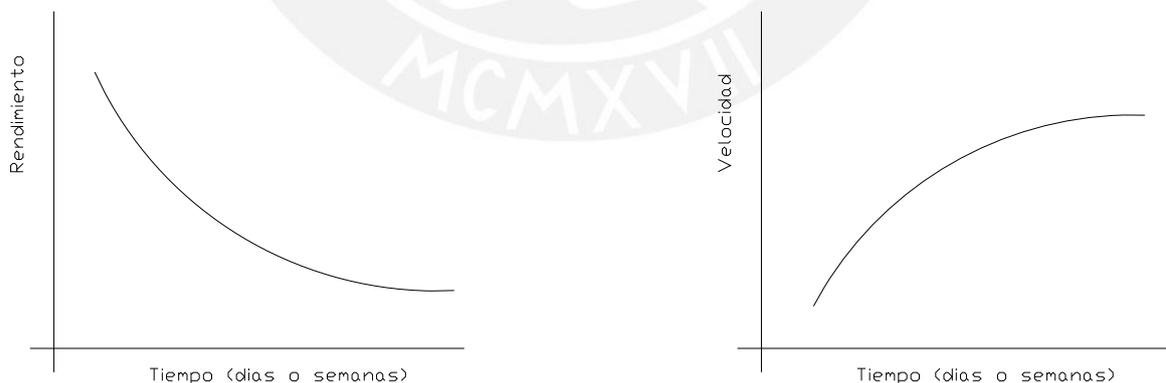


Fig. 08. Curva de productividad en mejora

Fuente: propia

Por el contrario, si se presenta el siguiente gráfico en una actividad quiere decir que la producción está emporando y hay que empezar a realizar un seguimiento riguroso de dicha actividad

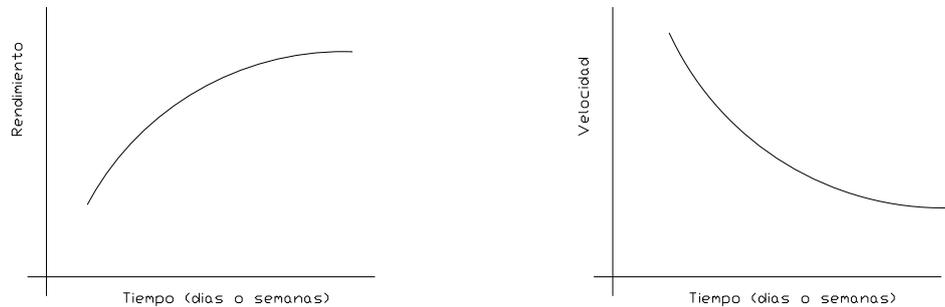


Fig.

### 09. Curva de productividad en retraso

Fuente: propia

- **PRESUPUESTO DE OBRA**

Para poder completar el I.S.P. se debe usar algunos datos obtenidos del presupuesto de obra, haciendo de este una especie de herramienta indirecta. El presupuesto de obra se usa para completar en el I.S.P. las columnas que indican el metrado y las horas hombre requeridas para cada actividad.

- **SECTORIZACION**

Es una división de la zona de trabajo en partes iguales. Aplicando el concepto de “divide y vencerás”, se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina sector o frente y será el avance diario para cada una de las actividades

- **NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD**

El nivel general de actividad mide el porcentaje de los tres tipos de trabajo en el total de la obra. Para realizar un nivel general de actividad se debe recorrer el total de la obra en forma aleatoria; Cada vez que se observe a un obrero, se deberá apuntar si está realizando un TP, TC o TNC y apuntar que actividad específica es la que se encuentra realizando. La muestra se debe obtener de todas las actividades que se encuentran en marcha en la obra y de todos los obreros. Los resultados de las mediciones del nivel general de actividad muestran el nivel que se maneja en la obra y sirven para comparar con los estándares nacionales e internacionales. También sirve para detectar cuáles son las principales pérdidas, cuantificarlas y después eliminarlas

- CARTA BALANCE

La carta Balance es una herramienta que a partir de datos estadísticos, describe de forma detallada el proceso de una actividad para así buscar su optimización

En una carta balance se toma un intervalo de tiempo corto (cada uno o dos minutos) la actividad que está realizando cada obrero. Estas actividades son divididas en los tres tipos de trabajo TP, TC y TNC. A continuación se muestra un formato para llenar una carta balance en el cual el intervalo corto de tiempo corresponde a un minuto

<b>PARTIDA: ENCOFRADO DE MURO - LOSA</b>				
Tiempo (min)	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
....				

<b>TRABAJO PRODUCTIVO - TP</b>	
CPL	colocación de planchas en losa
CAL	Colocación de accesorios en losa
CPM	Colocación de planchas en muros
CAM	Colocación de accesorios n muros
ALIM	Colocación de alineadores
PUNT	Colocación de puntales

<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO - TC</b>	
ACC	Retiro de accesorios en muros
I	Recibir/dar instrucciones
RA	Retiro de alineador
T	Transporte de material
QPM	Retiro de plancha metálica
X	Búsqueda de accesorios
QAL	Retiro de accesorios en losa
QPL	Retiro de planchas en losa

<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO - TNC</b>	
VAJ	Viaje improductivo
E	Esperas
R	Trabajo rehecho
DES	Tomar desayuno
N	Tiempo ocioso

	Cargo	Nombres y apellidos
Obrero 1		
Obrero 2		
Obrero 3		
Obrero 4		

Fig. 10. Formato de una carta balance

En los espacios en blanco se escribe la actividad que se encuentra realizando cada obrero en el minuto respectivo

#### Cantidad de obreros:

El número de obreros que entran en la medición depende del tipo de actividad a medir. Por un lado, no deben ser pocos obreros, ya que los datos arrojados no mostrarían la realidad de toda la cuadrilla. Y por otro lado, intentar medir un número excesivo de obreros (16 encofradores de muros por ejemplo) sería demasiado engorroso, difícil, y seguramente terminara siendo imposible hacer una correcta carta balance o esta carta balance termine arrojando datos incoherentes. Lo ideal es buscar medir la mayor cantidad de personal posible para que sea posible un correcto llenado del total de casillas de la carta balance. En el capítulo de comentarios se incluye algunas recomendaciones para calcular el número de personal que entra en la medición

#### Tiempo de medición:

Para obtener datos estadísticamente validos, se debe de cubrir las actividades la mayor cantidad de tiempo posible. Si bien esto es cierto, hay algunas actividades en las cuales no es necesario cubrir las ocho horas y media de actividad por el carácter repetitivo que estas tienen, hay otras actividades que varía mucho el tipo de actividades que realizan durante el día, por ejemplo la cuadrilla de encofradores, durante las primeras horas de trabajo desencofra y en las últimas horas encofra. Algunas recomendaciones al respecto

- Para actividades de mayor incidencia en el presupuesto (encofrado, acero y vaciado) se debe de cubrir el total de tiempo que realizan la actividad en un mismo día. Es decir, de inicio a fin. Por ejemplo, si la cuadrilla de encofrado trabaja de 4am a 12am, se debe de realizar una carta balance por los 360 minutos de encofrado y desencofrado. Lo mismo para la habilitación y/o colocación de acero y el vaciado de concreto en general. Estas actividades deben ser medidas desde el inicio de su jornada hasta el fin. Si la cuadrilla de vaciado suele empezar a vaciar a las 11am y termina a las 5pm, la carta balance debe ser desde las 7:30 que empieza su jornada hasta las 5pm que termina. La carta balance mostrara que actividades realiza la cuadrilla antes del inicio de vaciado
- Para actividades repetitivas. Por ejemplo si en una obra hay una dosificadora de concreto, la cuadrilla encargada de la fabricación de concreto seguramente estará conformada por un operador de planta, un rigger y un habilitador de cemento (si la dosificadora no cuenta con un silo de cemento) estos suelen hacer la misma actividad cada cuatro minutos en promedio. Por lo tanto se podrá apreciar en la carta balance la repetición de actividades cada cierto tiempo. Otro ejemplo es el solaqueo de muros. En estos casos se recomienda

terminar la carta balance si se ha obtenido un numero de ciclos o repeticiones mayor a cinco o un intervalo de tiempo de tres horas consecutivas (el que tarde más tiempo).

Lógicamente, mientras mayor sea el tiempo de estudio, mayor será la confiabilidad de los resultados. El tiempo de medición depende también de que tan confiable se quiere que sean los resultados

#### Numero de mediciones:

Una misma actividad necesita más de una medición, para ser más confiable. Se recomienda hacer como mínimo dos mediciones por cada actividad, si existe mucha variación entre los porcentajes obtenidos en ambas mediciones, se deberá hacer una tercera medición. Lógicamente, a mayor numero de mediciones, se tendrán resultados más confiables. Es muy importante mencionar que el día en que se realice la medición no debe haber ninguna irregularidad en la cuadrilla, es decir, se debe hacer la medición cuando la cuadrilla trabaje bajo las mismas condiciones con las que trabaja siempre, no sirve de mucho hacer una carta balance un día que ha faltado un obrero, o que trabajan solo medio día. Por lo tanto, todas las mediciones hechas deberán tener las mismas condiciones de trabajo.

El objetivo de la Carta Balance es analizar si la cuadrilla en estudio esta bien balanceada, también se puede analizar la eficiencia del método constructivo empleado. No mide la eficiencia de los obreros ni pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino en forma más inteligente.

## 5. APLICACIÓN

- **Descripción del proyecto**

A continuación se presenta los datos de la obra en estudio de la presente tesis

Nombre del proyecto: Condominio Villa Santa Clara

Empresa ejecutora: Besco Edificaciones

Datos generales:

- Ubicación: La obra se encuentra en la carretera central km 9.5 .Santa Clara – Ate.



Fig. 11. Ubicación de la obra

Fuente: [www.bescoedificaciones.com.pe/departamentos-ate-vitarte/villa-santa-clara/santaclara-ubicacion.html](http://www.bescoedificaciones.com.pe/departamentos-ate-vitarte/villa-santa-clara/santaclara-ubicacion.html)

- Área de terreno: El proyecto cuenta con un área de 17, 279 m<sup>2</sup>, del cual se tuvo que ceder el 12.9%. por concepto de habilitación urbana, contando al final con una área útil de de 15, 053 m<sup>2</sup>.
- Descripción: El proyecto trata de un condominio conformado por 17 edificios de ocho pisos, departamentos de 83m<sup>2</sup> en el primer piso y 66m<sup>2</sup> del segundo al octavo piso, también cuenta con dos casa club, una zona de comercio y una losa multideportiva.

#### Descripción de la empresa:

Besco edificaciones realiza sus proyectos teniendo como base tres pilares: Producción, Calidad y Seguridad. Cada pilar toma mediciones de su especialidad para identificar y solucionar los problemas presentados en obra. Estos problemas (generados básicamente por la variabilidad en la construcción) son identificados, corregidos y transmitidos en reuniones semanales a todo el staff técnico de la obra con la finalidad de integrar a todo el equipo técnico a los principales cambios que suceden durante la obra. De esta manera se logra obtener una mejora continua

#### Producción de la obra:

El frente de producción diario es de dos departamentos, aplicado a la gran mayoría de los procesos constructivos. Los frentes de trabajo se realizan siguiendo una línea de producción, cada cuadrilla tiene una labor que se repite cada día, de forma repetitiva. Debido al gran volumen de la obra, las cuadrillas llegan a especializarse en su labor; Esa especialización se mostrara más adelante en la curva de aprendizaje. Se programan las cuadrillas para que una esté detrás de la otra. Los obreros tienen muy en claro que un día de atraso en su trabajo genera un día de atraso de todos los trabajos que vienen detrás y por lo tanto un día de atraso en la entrega final de obra.

#### Equipos:

Las principales tecnologías aplicadas en la obra son las siguientes:

- Encofrado metálico - HARSCO

- Acero corrugado - ACEROS AREQUIPA
- Concreto premezclado - UNICON
- Retroexcavadora modelo JCB 1CX
- Torre grúa modelo Jaso J52NS

#### Descripción ingenieril

La estructura está conformada por muros íntegramente de concreto, conocido como muros de ductilidad limitada. Los edificios son de ocho pisos. Los dos primeros pisos ( $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>) cuentan con muros de 15cm de espesor y doble malla con estribos en los bordes de la placa, del tercer al octavo piso ( $f'c$  175kg/cm<sup>2</sup>) son muros de 10cm de espesor con una malla y acero vertical de mayor área en los extremos de los muros para ayudar al confinamiento de muros. La losa es maciza con 12cm de espesor y doble malla de acero



*Fig. 12: Simulación de Obra finalizada*

*Fuente: [www.bescoedificaciones.com.pe/departamentos-ate-vitarte/villa-santa-clara/](http://www.bescoedificaciones.com.pe/departamentos-ate-vitarte/villa-santa-clara/)*

## 6. RESULTADOS

A continuación se presenta los resultados de aplicar las herramientas mostradas en el capítulo cuatro

- **SECTORIZACION**

Teniendo en cuenta que cada bloque está conformado por tres edificios, y que el tren de trabajo sería de dos departamentos diarios, hubieron tres propuestas para la Sectorización de los bloques

Limite de propiedad

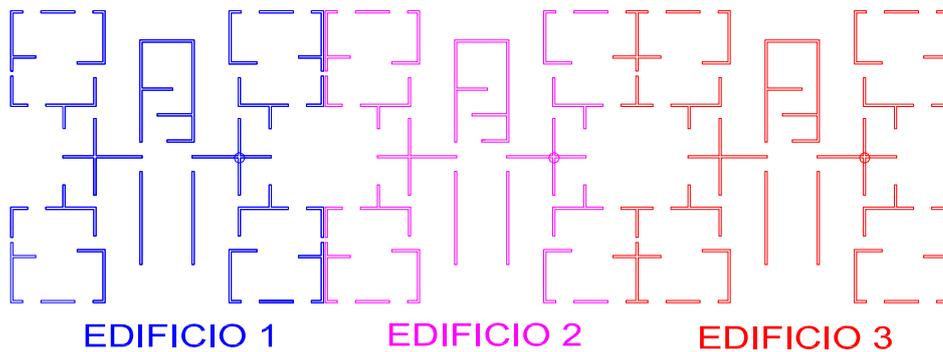


Fig. 13: Bloque típico conformado por tres edificios

Fuente: propia

Primera propuesta

El tren de trabajo será realizado edificio por edificio, el flujo sería de derecha a izquierda (es decir, comenzando por el edificio 3 y terminar en el edificio 1) ya que en la esquina superior derecha se encontraba el límite de la propiedad, de esta manera se podría ir aprovechando los espacios del futuro edificio 1 y 2 para descargar y almacenar materiales. Esta sectorización se hizo pensando en un encofrado tipo forsa (muro y losa juntos) para hacer un vaciado monolítico, entonces La sectorización por edificio sería la mostrada en la siguiente figura

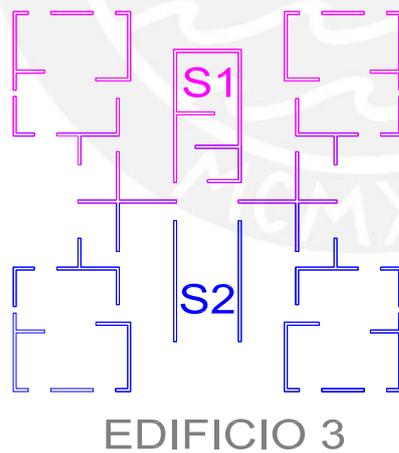


Fig.

14: Primera propuesta

Fuente: propia

Bajo esta sectorización se cuenta con un espacio muy reducido de trabajo ya que cada departamento cuenta con un área de 66m<sup>2</sup>, mas el área común cada sector sería de

150m<sup>2</sup>. El problema aquí es el pequeño espacio que se tiene para pasar de un sector al otro.

Por ejemplo, si pensamos en el casco el primer día después de vaciado la platea de cimentación los encofradores se encontraran en el primer sector (en dicho día se vaciara los muros y losa del sector S1- 1er piso) En el día 2 se encofrará y vaciara los muros y losa del sector S2-1er piso. En el día tres es donde ocurrirán problemas porque los encofradores tendrán que subir al segundo piso (S1-2do piso) donde se encontraran con los fierros que estarán enmallando los muros de S2-2do piso con la cuadrilla de instalaciones eléctricas, y la cuadrilla de instalaciones sanitarias, y si se incluye a los encargados de colocar andamios, con los topógrafos y una pareja que se encargue de “tapar” la probable segregación que ocurre en los muros suman alrededor de 50 personas repartidas en un área de 300m<sup>2</sup> dando un ratio de 6m<sup>2</sup> por persona. Debido a que el edificio es de ocho pisos, el problema se presentara los días 3, 5, 7, 9, 11,13 y 15 (prácticamente inter-diario)

Además, cuando se termina el primer edificio (edificio 3) se tiene que transportar todos los materiales del octavo piso del edificio 3 al primer piso del edificio 2. Lo más probable es que dicho día se use para limpieza de los encofrados perdiendo un día de vaciado, resane, acero, andamio, etc. Este problema ocurriría uno de cada 16 días

Cuadrillas	Núm trabajadores
Encofradores	25
Fierros	6
Ins eléctricas	5
Ins sanitarias	4
Andamios	4
Topógrafos	3
Resane	2
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>

### Segunda propuesta

La segunda propuesta para la sectorización es empezar con la cimentación de todo el bloque. Ir avanzando piso por piso de todo el bloque de la siguiente manera.

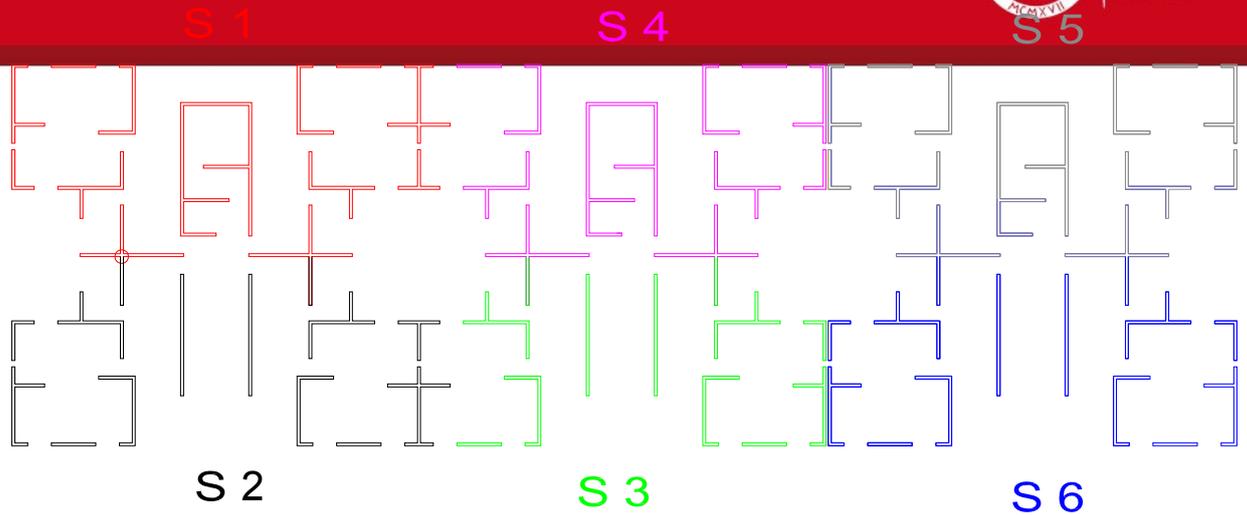


Fig 15: segunda propuesta

Fuente: propia

La sectorización se hizo pensando en encofrados separados de muro y losa con este tren de trabajo tentativo

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Encofradores de losa	S1	S2	S3	S4	S5
Encofradores de muro	S2	S3	S4	S5	S6

Bajo esta sectorización y asumiendo que se trabajarán seis sectores por semana el control del avance de obra se vuelve más sencillo ya que se avanzará un piso por semana. El problema aquí radica en el día 5 (donde se vacía el muro S6 y la losa S5) porque al día siguiente se tendrá que mover el material del sector S6 del primer piso al sector S1 del segundo piso generando un excesivo transporte de material. Debido a que los tres edificios tienen ocho pisos este problema ocurriría aproximadamente uno de cada 7 días

Tercera propuesta

La tercera propuesta para la sectorización es muy parecida a la segunda propuesta, la idea es avanzar con todo el bloque en conjunto

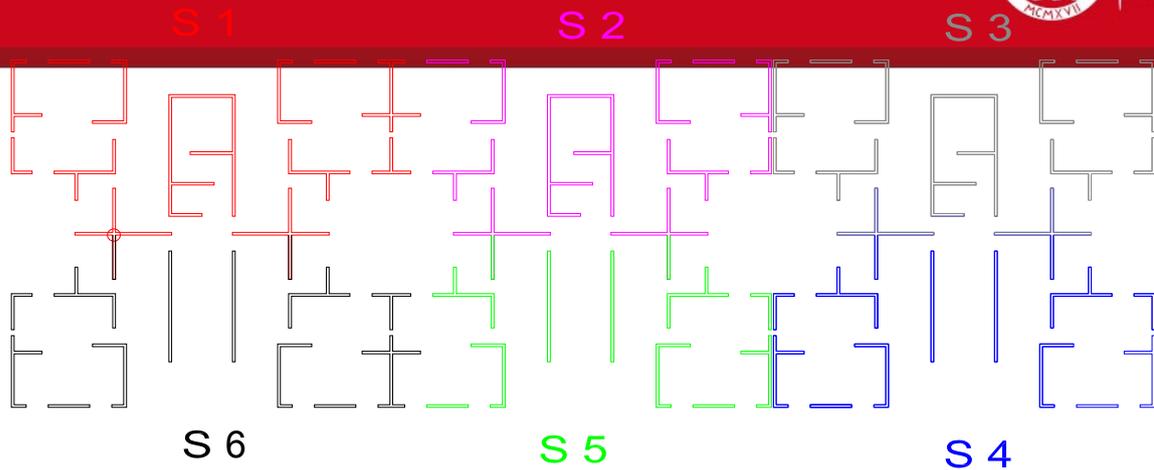


Fig 16: tercera propuesta

Fuente: propia

Bajo esta sectorización la distancia recorrida por piso aumenta en un 30%. Pero si consideramos que se elimina el día de transporte de un extremo del bloque a otro. Se tiene que la distancia recorrida por la tercera sectorización realmente no aumenta, sino disminuye en un 6% el recorrido total del bloque. Además, se elimina el día complicado de transportar material por 42 metros.

Propuesta	Long recorrido por piso(m)	Long recorrido total del bloque (m)
Segunda	70.53	861.04
Tercera	92.42	808.1

*Longitudes promedios tomados al centroide de los sectores*

En conclusión, la mejor propuesta de sectorización es la tercera, por lo cual esta fue la sectorización con la que se trabajó en la construcción del condominio. Se debe de tratar siempre de tener una única sectorización en todo el proyecto, es decir, para la parte de arquitectura, para acabados húmedos y secos, para la parte de venta, post-venta, etc. De esta manera se hablara “en un mismo idioma” y así será más fácil compartir información con otras áreas del proyecto como el área de ventas por ejemplo

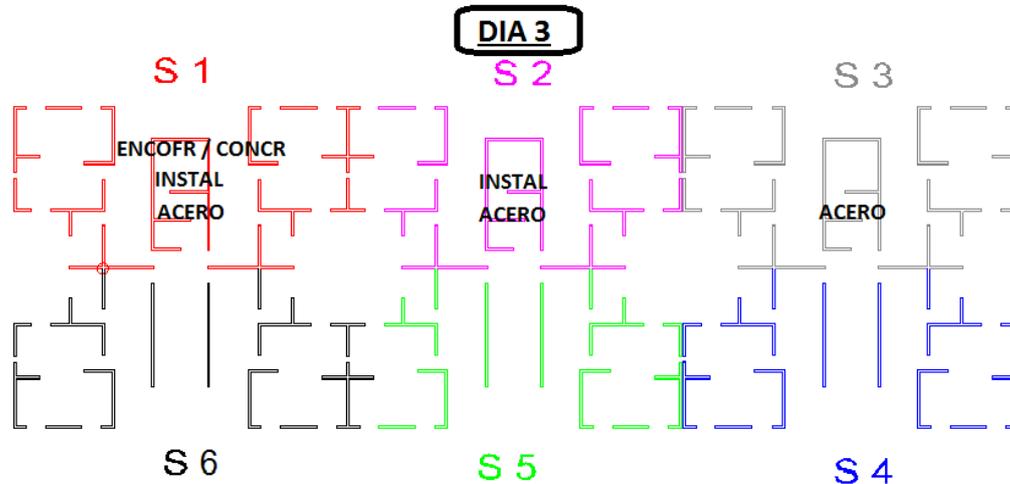
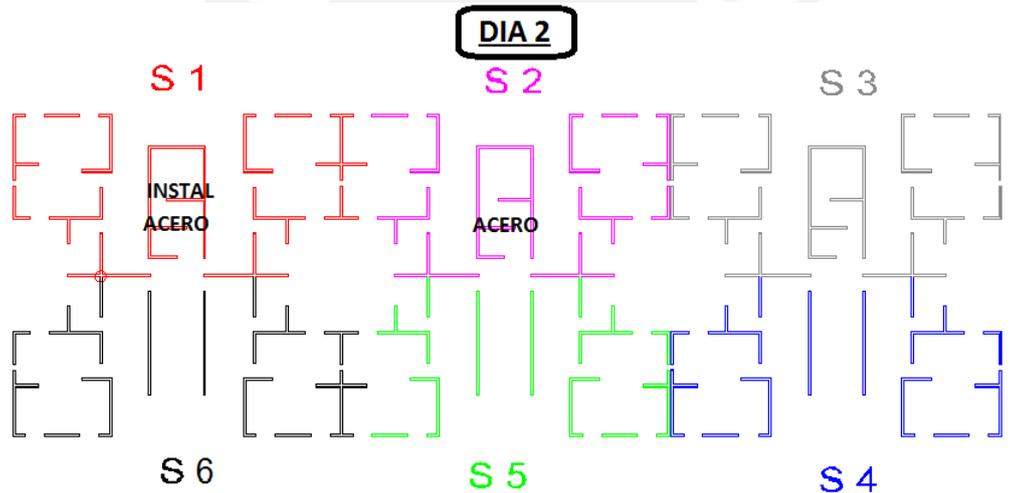
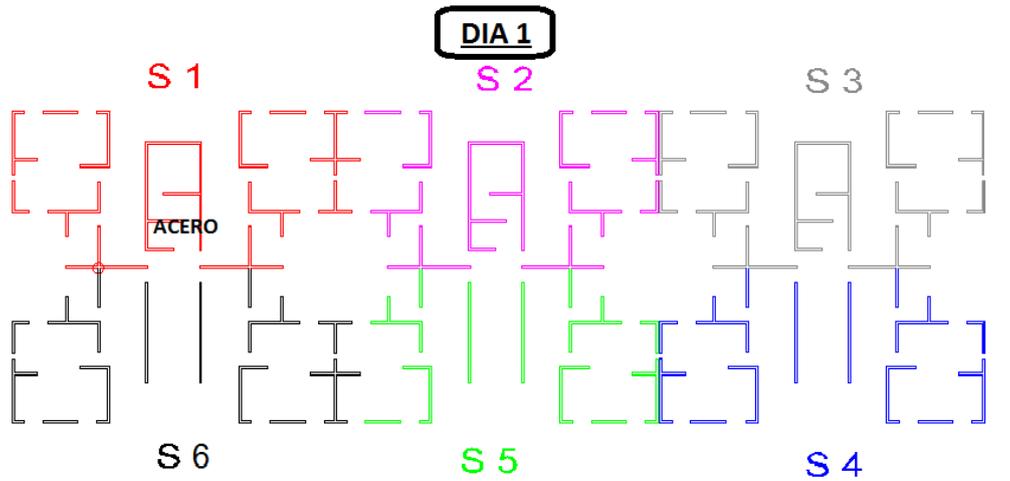
A pesar de lo anterior, este intento de tener una única sectorización no se pudo debido a muchas razones, principalmente porque cada sector corresponde a dos departamentos y esto no es digerible en el área de ventas o levantamiento de observaciones por ejemplo

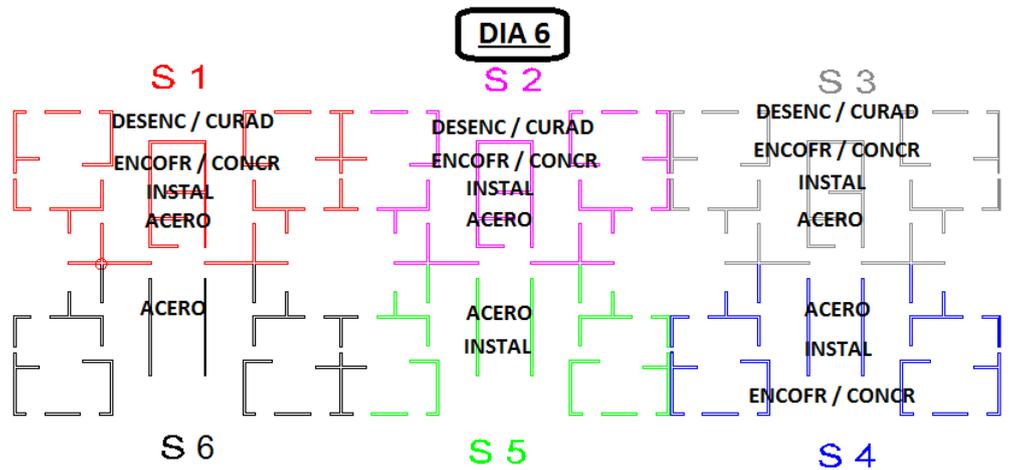
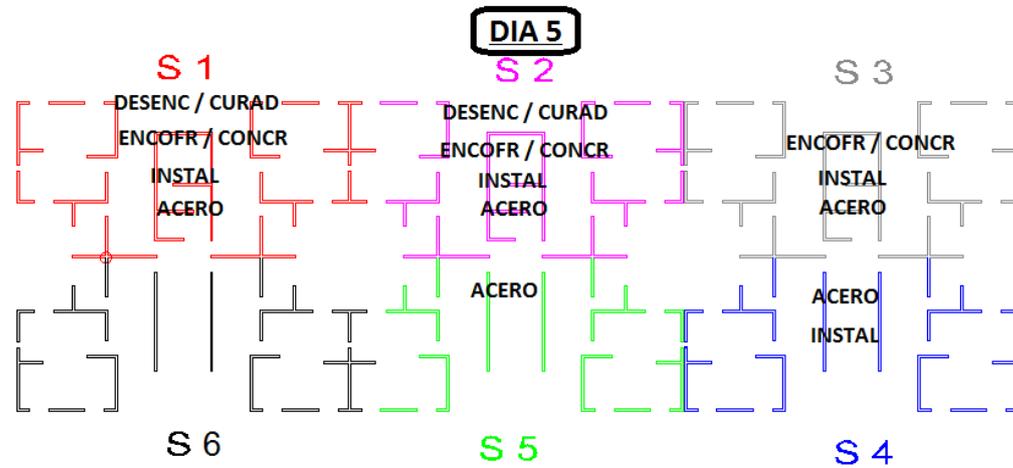
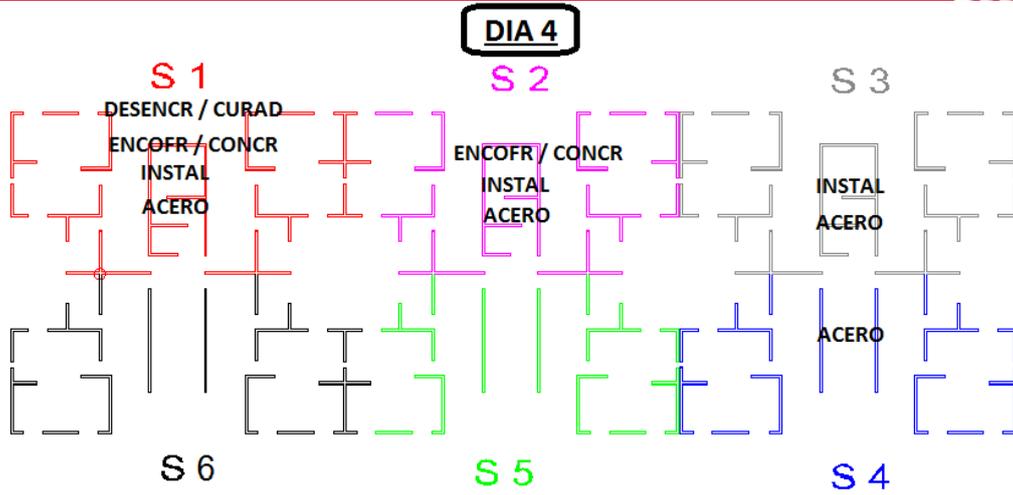
- PROGRAMACION MAESTRA

A continuación, se presentara la programación maestra con su respectiva leyenda



Debido a lo largo de la programación maestra, se ha mostrado solo una parte. El total de la programación maestra se encontrara en el Cd adjunto a la presente tesis. En la programación maestra se puede observar el tren de actividades que se desea tener:



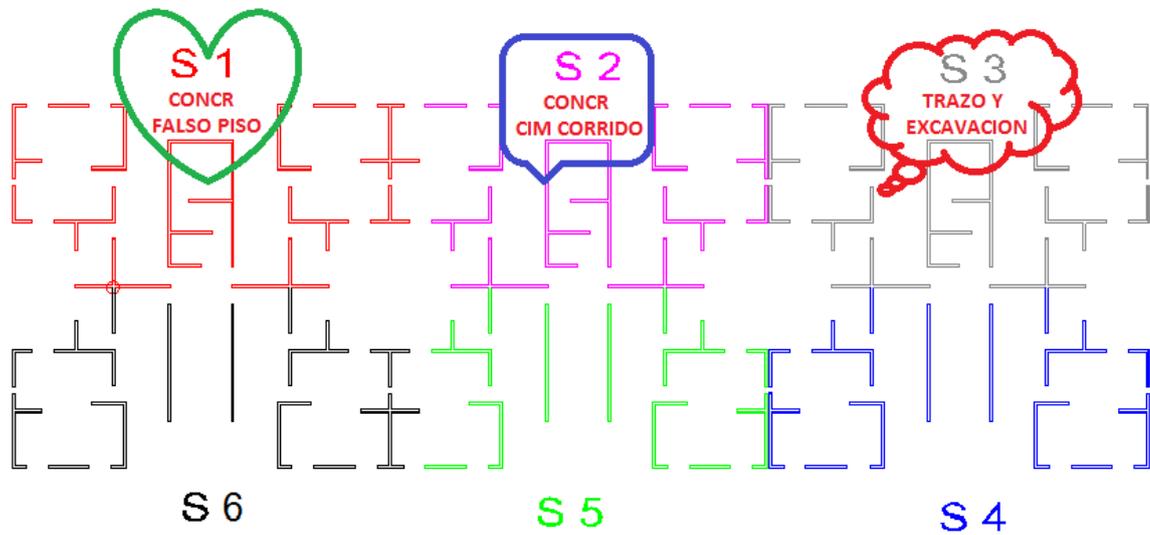


PARTE DIARIO

A continuación se presenta el parte diario que se entrega a las “cabezas” de la obra.



El cuadro presentado, puede llevar a confundir al jefe de cuadrilla. Por lo que este es entregado junto a un grafico. Este debe ser lo más sencillo posible, ya que la única función del parte diario es confirmar lo conversado con el ingeniero de producción un día anterior



En el caso de la obra se entrega el tareo al siguiente personal:

- Topógrafo
- Capataz concreto
- Capataz carpintería
- Capataz albañilería
- Prevencionista de riesgos
- Ingenieros

Además de las cabezas de campo, se les entrega al prevencionista y a los ingenieros para que todos estén al tanto de las actividades diarias. Además, el parte diario se entrega un día antes alrededor de las 5:00pm

- LOOK AHEAD

El look ahead es tan sencillo como hacer un corte en el cronograma y observar las actividades que se van a realizar en las siguiente 3 semanas

- ANALISIS DE RESTRICCIONES

Teniendo en cuenta el look ahead. Se muestra las restricciones que se tienen para dejar de cumplir la programación



En el análisis de restricciones mostrado, ocurre que dentro del look ahead se encuentra el relleno y la compactación del perímetro de la cisterna (esta fue encofrada en dos caras),

entonces, si nos imaginamos que la actividad de relleno y compactación sería el día de hoy, lo que nos faltaría sería alquilar una compactadora manual o rodillo. Por lo tanto se escribe eso en la actividad, así mismo se menciona el responsable de levantar la observación y una fecha máxima del levantamiento de la observación. En este caso los responsables son Alejandro Uriarte y Patrick Moreno (Jefe de administración y jefe de logística respectivamente), la fecha que se planea iniciar la actividad es el 17 de marzo y se espera que para el 12 de febrero se levante esta observación

Otro ejemplo se encuentra dentro de las actividades de arquitectura, En el look ahead se muestra la actividad de tabiquería para muros no portantes de 9cm. Por lo que se coloca dicha actividad con la observación de realizar el pedido de ladrillo blanco para dos plantas de los primeros tres edificios (primera etapa). Los responsables son Rodrigo huari, jefe de producción que se encargara de metrar las unidades de bloquetas (ladrillos) necesarias y Yali barrera, jefe de oficina técnica que se encargara de definir el proveedor y firmar la orden de compra. Se planea comenzar la actividad el 14 de marzo y la fecha final del levantamiento de observación corresponde al 10 de marzo (cuatro días antes)

Dentro de Otras actividades, se encuentra la instalación de la torre grua. Por lo que se menciona definir el plano de estructuras para la zapata de la torre grua, se menciona además que los planos sean aprobados por Prisma, el inicio de actividad sería el 1-marzo y se espera contar con los planos a mas tardar el 28 de febrero, el responsable de levantar la observación es Yali Barrera, jefe de oficina Técnica

- PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)

A continuación se presenta el PPC de la semana numero 11



El porcentaje de plan cumplido es una manera de cuantificar la efectividad de la programación, y a su vez, encontrar las razones por las cuales no se ha podido cumplir la programación al 100%. El PPC se realiza todas las semanas, partiendo del look ahead se

cuantifica cada actividad como una unidad. Si esta actividad fue hecha en el día programado, se coloca a su costado la unidad, si esta actividad no fue realizada se coloca el número cero, y en los comentarios se coloca la razón por la cual no se cumplió la actividad. Al final se puede sumar todas las tareas programadas y las realizadas, teniendo el PPC general de la semana. En este caso es 84%

En el tren de cimentación de la tabla presentada se puede ver que la programación es cumplida al 100 % hasta el día miércoles, cuando debido a una falla logística (demora en la entrega de acero en obra) no se puede colocar los dowells en la cimentación. Este retraso no es únicamente de la partida dowells, porque al ser parte de un mismo tren de trabajo, no se puede completar las actividades sucesivas como instalar las tuberías de desagüe y vaciar el cimiento corrido

Con respecto al tren de estructura, tanto horizontal como vertical la programación es cumplida al 100% hasta el día viernes, el día sábado no se pudo completar lo programado porque el personal obrero todavía no se acostumbraba a tomar el día sábado como un día normal, es decir, el mismo horario de trabajo y el mismo avance diario. A pesar de que se había conversado con toda la cuadrilla de carpinteros y se dejó claro que los sábados se trabajaba igual, algunos de los integrantes de la cuadrilla se retiraron después del mediodía y la meta diaria no se pudo completar

- **PRESUPUESTO DE OBRA**

Debido a la extensión del presupuesto (presupuesto basado en precios unitarios), se mostrara solo una parte del presupuesto y en el Cd adjunto se completara todo el presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Parcial HH
<b>01.02</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>					
<b>01.02.01</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>381,310.23</b>	<b>10,009.1481</b>
01.02.01.01	CIMIENTOS CORRIDOS				291,801.26	6,101.3059
01.02.01.01.01	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 (c:a:p =1:3:3 - 7p3) +30% PG.	m3	985.21	193.27	190,411.54	3,499.4659
01.02.01.01.02	CONCRETO F'C=50 KG/CM2 + 30% DE P.M.	m3	586.00	173.02	101,389.72	2,601.8400
01.02.01.02	SOBRECIMENTOS				6,690.70	210.5999
01.02.01.02.01	CONCRETO F'C= 140 KG/CM2 (c:a:p = 1:3:3 - 7p3)	m3	19.96	211.03	4,212.16	70.8979
01.02.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS H=30CM (MAD TORN)	m2	99.78	24.84	2,478.54	139.7020
01.02.01.03	LOSA DE PISO				82,818.27	3,697.2423
01.02.01.03.01	CONCRETO f'c=100 kgr/cm2 CONCRETO EN OBRA	m2	1,983.00	25.80	51,161.40	1,760.9040
01.02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE FALSO PISO	ml	1,383.00	22.89	31,656.87	1,936.3383
<b>01.02.02</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>2,404,815.31</b>	<b>37,996.8845</b>
01.02.02.01	MUROS DE CONCRETO ARMADO				1,444,802.23	23,818.0227
01.02.02.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS	m2	34,284.2	11.45	3,925.54	16,460.0941
01.02.02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/MUROS DE PATIOS Y ALFEIZAR	m2	2,725.27	13.02	35,483.02	1,526.4237
01.02.02.01.03	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA PARA MUROS (1ER Y 2DO P.)	m3	351.07	240.98	84,600.85	523.4454

01.02.02.01.04	CONCRETO F' C= 210 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA PARA MUROS (1ER Y 2DO P.)	m3	351.07	240.98	84,600.85	523.4454
01.02.02.01.05	CONCRETO F' C= 175 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA PARA MUROS(3er P.)	m3	231.43	233.78	54,103.71	345.0621
01.02.02.01.06	CONCRETO F' C= 175 KG/CM2 PREMEZ. S/BOMBA PARA MUROS (4-8 P.)	m3	1,157.13	233.78	270,513.85	1,725.2808
01.02.02.01.07	CONCRETO F' C=175KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA P/MUROS DE PATIOS	m3	201.70	233.78	47,153.43	300.7347
01.02.02.01.08	CONCRETO F' C=210KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA P/MUROS DE PATIOS	m3	57.55	233.78	13,454.04	85.8071
01.02.02.01.09	CONCRETO F' C=210KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA P/MUROS DE PATIOS	m3	48.06	233.78	11,235.47	71.6575
01.02.02.01.10	ACERO DIMENSIONADO PARA MUROS	kg	116,108.73	3.22	373,870.11	0.0000
01.02.02.01.11	JUNTA DE DILATACION C/TECKNOPOR E=2" (5CM)	m2	489.00	9.99	4,885.11	87.2865
01.02.02.01.12	CURADO QUIMICO	m2	37,009.99	1.51	55,885.08	2,168.7854
01.02.02.02	LOSAS MACIZAS				851,390.24	10,650.4747
01.02.02.02.01	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA EN LOSAS MACIZAS (1-2 P)	m3	206.07	235.00	48,426.45	351.4318
01.02.02.02.02	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA EN LOSAS MACIZAS (1-2 P)	m3	206.07	235.00	48,426.45	351.4318
01.02.02.02.03	CONCRETO F' C=175 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA EN LOSAS MACIZAS (3 ER P)	m3	105.00	227.84	23,923.20	179.0670
01.02.02.02.04	CONCRETO F' C=175 KG/CM2 PREMEZ. C/BOMBA EN LOSAS MACIZAS (3ER P.)	m3	105.00	227.84	23,923.20	179.0670
01.02.02.02.05	CONCRETO F' C=175 KG/CM2 PREMEZ. S/BOMBA EN LOSAS MACIZAS (4-8P.)	m3	1,030.32	227.84	234,748.11	1,757.1077
01.02.02.02.06	ENCOFRADO MULTIFLEX P/LOSA ARMADA (INC. APUNTALAMIENTO) E=12CM	m2	14,539.39	11.85	172,291.77	6,980.3611
01.02.02.02.07	ACERO DIMENSIONADO P/LOSAS MACIZAS	kg	85,708.82	3.24	277,696.58	0.0000
01.02.02.02.08	CURADO QUIMICO	m2	14,539.39	1.51	21,954.48	852.0083
01.02.02.03	ESCALERAS				108,622.84	3,528.3871
01.02.02.03.01	ENCOFRADO MADERA EN DESCANOS Y FONDO DE ESCALERA	m2	759.33	81.22	61,672.78	3,189.1860
01.02.02.03.02	CONCRETO F' C=210KG/CM2 DE ESCALERAS (1ER Y 2DO PISO)	m3	17.26	282.34	4,873.19	47.1768
01.02.02.03.03	CONCRETO F' C=175KG/CM2 DE ESCALERAS (2DO Y 8VO PISO)	m3	90.56	242.13	21,927.29	247.5276
01.02.02.03.04	ACERO DIMENSIONADO P/ESCALERAS FY=4200KG/CM2 GRADO 60	kg	5,865.12	3.24	19,002.99	0.0000
01.02.02.03.05	CURADO QUIMICO	m2	759.33	1.51	1,146.59	44.4967
<b>01.03</b>	<b>ARQUITECTURA</b>					
<b>01.03.01</b>	<b>MUROS</b>				<b>387,008.58</b>	<b>458.5752</b>
01.03.01.01	MUROS DE BLOQUES DE CONCRETO UNICON (e=9cm)	m2	5,754.00	65.00	374,010.00	0.0000
01.03.01.02	MUROS DE ALBAÑILERÍA (Para Bco de medidores)	und	6.00	2,166.43	12,998.58	458.5752
<b>01.03.02</b>	<b>SOLAQUEOS</b>				<b>245,317.26</b>	<b>15,917.2879</b>
01.03.02.01	SOLAQUEO DE MUROS EXTERIORES DE CONCRETO	m2	9,972.83	13.82	137,824.51	9,055.3296
01.03.02.02	SOLAQUEO DE MUROS INTERIORES	m2	33,802.75	3.18	107,492.75	6,861.9583
<b>01.03.03</b>	<b>TARRAJEOS</b>				<b>87,234.82</b>	<b>4,979.5998</b>
01.03.03.01	TARRAJEO DE DERRAMES	mt	14,657.28	5.70	83,546.50	4,791.4648
01.03.03.02	TARRAJEO DE FRISOS EN TERRAZAS	mt	441.60	6.32	2,790.91	144.3590
01.03.03.03	TARRAJEO DE BANCO DE MEDIDORES	m2	68.40	13.12	897.41	43.7760
<b>01.03.04</b>	<b>DRY WALL</b>				<b>59,173.79</b>	<b>0.0000</b>
01.03.04.01	DRYWALL SANITARIO P/CUBRIR MONTANTES IISS Y COCINAS	m2	677.86	65.00	44,060.90	0.0000
01.03.04.02	DRYWALL P/CUBRIR MONTANTE IIEE	m2	258.34	58.50	15,112.89	0.0000
<b>01.03.05</b>	<b>VARIOS</b>				<b>180,024.49</b>	<b>7,346.3144</b>
01.03.05.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO H=50CM (E=1.5CM)	ml	646.93	17.64	11,411.85	733.1658
01.03.05.02	CONTRAZOCALO EN ESCALERAS Y PATIOS H=0.12 (E=1.5CM)	mt	1,620.00	16.69	27,037.80	1,728.0540
01.03.05.03	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO C/TORTA DE BARRO E=2"	m2	1,797.60	45.65	82,060.44	2,167.9056
01.03.05.04	FORJADO Y REVESTIDO DE GRADAS DE ESCALERAS (PASO+CONTRAPASO)	ml	730.00	31.28	22,834.40	1,437.5890
01.03.05.05	RESANE DE CONTRAPISO	m2	7,000.00	5.24	36,680.00	1,279.6000
<b>01.04</b>	<b>ACABADOS</b>					

01.04.01 PISOS LAMINADOS				214,004.09		
01.04.01.01	PISO LAMINADO DE MADERA PARA DORMITORIOS (1,2 Y 3) (e=7mm)	m2	4,743.36	28.31	134,284.52	0.0000
01.04.01.02	PISO LAMINADO DE MADERA PARA SALA COMEDOR Y CORREDOR (e=7mm)	m2	4,243.80	28.31	120,141.98	0.0000
01.04.01.03	JUNTA DE TRANSICION PISO LAMINADO	mt	1,025.00	8.90	9,122.50	0.0000
01.04.01.04	JUNTA DE DILATAACION PISO LAMINADO	mt	465.00	8.57	3,985.05	0.0000
01.04.01.05	TOPE PARA PUERTAS	und	1,368.00	4.73	6,470.64	339.1272
<b>01.04.08 CERRAJERIA</b>				<b>25,812.00</b>		<b>0.0000</b>
01.04.08.01	CERRADURA GEO PARA PUERTA PRINCIPAL	pza	192.00	21.60	4,147.20	0.0000
01.04.08.02	CERRADURA GEO PARA PUERTAS INTERIORES	pza	1,224.00	17.70	21,664.80	0.0000
<b>01.04.09 PINTURAS</b>				<b>348,581.29</b>		<b>0.0000</b>
01.04.09.01	PINTURA EN TECHOS				81,192.33	0.0000
01.04.09.01.01	PINTURA EN LOSA DE TECHO -AREAS COMUNES INCLUYE ESCALERAS	m2	1,358.82	7.10	9,647.62	0.0000
01.04.09.01.02	ESCARCHADO PARA DORMITORIOS, SALA COMEDOR Y CORREDOR	m2	8,987.00	5.30	47,631.10	0.0000
01.04.09.01.03	EMPASTE Y PINTURA OLEOMATE COLOR BLANCO (COCINA)	m2	1,226.04	9.40	11,524.78	0.0000
01.04.09.01.04	EMPASTE Y PINTURA LÁTEX COLOR BLANCO(BAÑOS)	m2	907.27	9.40	8,528.34	0.0000
01.04.09.01.05	EMPASTE Y PINTURA LÁTEX, COLOR BLANCO OSTRA (TERRAZA)	m2	410.69	9.40	3,860.49	0.0000
01.04.09.02	PINTURA EN MUROS				104,763.99	0.0000
01.04.09.02.01	EMPASTE Y PINTURA OLEO MATE (COCINAS Y BAÑOS)	m2	7,722.24	9.40	72,589.06	0.0000
01.04.09.02.02	EMPASTE Y PINTURA LÁTEX, COLOR BLANCO OSTRA (TERRAZA)	m2	953.88	7.10	6,772.55	0.0000
01.04.09.02.03	PINTURA EN MUROS INTERIORES (AREAS INCLUYE ESCALERAS)	m2	3,577.80	7.10	25,402.38	0.0000
01.04.09.03	PINTURA EN FACHADA				162,149.56	0.0000
01.04.09.03.01	PINTURA EN DERRAMES - LATEX	m2	2,143.02	7.10	15,215.44	0.0000
01.04.09.03.02	TEXTURADO EN FACHADAS	m2	12,053.66	12.19	146,934.12	0.0000
01.04.09.04	PINTURA VARIOS				475.41	0.0000
01.04.09.04.01	PINTURA LATEX EN MUROS (CON EMPASTE) - BANCO DE MEDIDORES	m2	39.00	12.19	475.41	0.0000
<b>01.04.10 PAPEL MURAL - COLOMURAL</b>				<b>195,892.66</b>		<b>0.0000</b>
01.04.10.01	PAPEL MURAL - COLOMURAL	m2	22,260.53	8.80	195,892.66	0.0000

Cada partida cuenta con una unidad de medida (m3, kg, etc.), un metrado que se ha medido en planos y un precio unitario, que es desglosado en mano de obra, materiales y equipos o herramientas. En el Cd adjunto se presenta el análisis de precios unitarios, en el cuadro anterior se muestra únicamente el resultado final.

La columna de parcial es la multiplicación del metrado con el precio unitario. La columna de parcial HH se calcula multiplicando la mano de obra (parte del precio unitario) con el metrado. A manera de presentación, se mostrara un ejemplo de la partida Encofrado y desencofrado de muros

### ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS

-

Metrado:

<b>PROYECTO:</b>	<b>VILLA SANTA CLARA</b>
<b>DIRECCIÓN:</b>	<b>KM 9.5 CARRETERA CENTRAL</b>
<b>METRADO:</b>	<b>ENCOFRADO</b>

<b>MES:</b>	<b>ENERO</b>
<b>AÑO:</b>	<b>2011</b>

ESTRUCTURA	ELEMENTO	DETALLE	PARTIDA	DIMENSIONES			VECES	PARCIAL	UND
				ALTURA	ANCHO	LONGITUD			
<b>Muros 1ro Y 2do</b>								<b>8621.1</b>	<b>M2</b>
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	1	ENCOFADO	2.3		36.64	6	1011.26	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	2	ENCOFADO	2.3		12.7	6	350.52	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	3	ENCOFADO	2.3		12.7	6	350.52	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	4	ENCOFADO	2.3		15.61	24	1723.34	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	5	ENCOFADO	2.3		11.42	24	1260.77	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	6	ENCOFADO	2.3		6.14	24	677.86	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	7	ENCOFADO	2.3		12.51	24	1381.10	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	8	ENCOFADO	2.3		4.8	24	529.92	
Muros 1ro Y 2do	F'C 210	9	ENCOFADO	2.3		12.1	24	1335.84	
<b>Muros 3ro AL 8vo</b>								<b>25663.0</b>	<b>M2</b>
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	1	ENCOFADO	2.3		46.1	18	3817.08	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	2	ENCOFADO	2.3		12.6	18	1043.28	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	3	ENCOFADO	2.3		12.6	18	1043.28	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	4	ENCOFADO	2.3		15.61	72	5170.03	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	5	ENCOFADO	2.3		11.35	72	3759.12	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	6	ENCOFADO	2.3		6.14	72	2033.57	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	7	ENCOFADO	2.3		9.56	72	3166.27	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	8	ENCOFADO	2.3		4.7	72	1556.64	
Muros 3ro AL 8vo	F'C 175	9	ENCOFADO	2.3		12.3	72	4073.76	
<b>TOTAL</b>								<b>34284.2</b>	<b>M2</b>

Análisis de precios unitarios

Partida	01.02.02.01.01 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA MUROS					
Rendimi	m2/DIA	MO.	35.0000	EQ.	16.67	Costo unitario directo por : m2 S/. 11.45
<b>Mano de Obra</b>						
7010010	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0229	17.01	0.39
7010015	OPERARIO	hh	1.0000	0.2286	14.33	3.28
7010025	PEON	hh	1.0000	0.2286	11.36	2.60
				.48		6.27
<b>Materiales</b>						
2010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8	kg		0.0500	3.42	0.17
3020004	SEPARADOR PARA MALLAS "R" 10	und		5.0000	0.23	1.15
0200003	ADITIVO DESMOLDANTE	gln		0.0240	30.00	0.72
3070001	TABLON DE MADERA 2"x06"x12"	pza		0.0058	82.50	0.48
3100010	LISTON DE MADERA TORNILLO 3"x3"x7'	pza		0.0001	3.50	0.00
2100056	TUBERIA PVC PARA PASADORES DE ENCOFRADO	mt		0.1380	1.22	0.17
						2.69
<b>Equipos</b>						
0337010 055	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.27	0.31
						0.31
<b>Subcontratos</b>						
0432120 098	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE ENCOFRADO	m2		1.0000	0.56	0.56
0432370 021	SIST. DE ENCOFRADO HARSCO PARA ELEMENTOS VERTICALES	m2		1.0000	1.55	1.55
0452010 004	MOVILIZACION DE ENCOFRADO METALICO PLANTA HARSCO	glb		1.0000	0.07	0.07
						2.18

Entonces, de la información mostrada para el encofrado y desencofrado de muros, obtenemos dos valores:

-  
-  
-

Metrado: 34,284.2 m2

Parcial HH: 16,460 hh.

Rendimiento: 0.48hh/m2

Lo que nos está mostrando el presupuesto es que la partida cuenta con un metrado de 34,284m2 que tiene que ser realizado empleando 16,460hh. Con lo cual tenemos un rendimiento presupuestado de 0.48hh/m2. Esta son las horas hombre que nos debería tomar realizar un metro cuadrado de encofrado y desencofrado, si vamos un poco mas halla y sumamos la cantidad de mano de obra (capataz + operario + peón) llegamos al mismo resultado ya que esta es la definición de un precio unitario

En conclusión, y para todas las partidas, se usaran dos valores: medrado y parcial HH. Con estos dos números se comenzara a realizar el Informe Semanal de Producción (I.S.P.)

• **INFORME SEMANAL DE PRODUCCION I.S.P.**

Debido a la extensión del I.S.P. se dividirá en 4 partes y se tomara solo 9 partidas del presupuesto para explicar como se completa y se lee un I.S.P.

1. **Presupuesto**

CODIGO P.C.	PARTIDA DE CONTROL PRESUPUESTO	UND	PREVISION PPTO META ETAPA (1)		
			METR	HH	REND
<b>2</b>	<b>ENCOFRADO</b>				
2.2	falso piso	ml	1383	1936	<b>1.40</b>
2.3	Muros	m2	34285	16460	<b>0.48</b>
2.4	losas (inc apuntal)	m2	14539	6980	<b>0.48</b>
2.6	sobrecimientos H=30cm	m2	100	140	<b>1.40</b>
<b>TOTAL PARTIDA DE CONTROL</b>					
<b>3</b>	<b>CONCRETO</b>				
3.1	<b>Concreto Simple</b>				
3.1.1	Falso cimientto f'c=50	m3	586	2602	<b>4.44</b>
3.1.2	Cimiento corrido f'c=140	m3	985	3499	<b>3.55</b>
3.1.3	Falso piso f'c=100	m2	1983	1761	<b>0.89</b>
3.2	<b>Concreto Armado</b>				
3.2.1	premezclado bomb-placa	m3	2398	3575	<b>1.49</b>
3.2.2	premezclado bomb-losa	m3	1652	2818	<b>1.71</b>
<b>TOTAL PARTIDA DE CONTROL</b>					

En esta parte se coloca únicamente los datos que uno saca del presupuesto tal cual se explico líneas arriba. Por ejemplo, el encofrado de muros tiene un total de 34,285 m2 de encofrado y en el APU se puede ver un rendimiento de 0.48HH lo que genera un total de 16,460 horas hombre para consumir en esta partida según el presupuesto. Por otro lado, se tiene un total de 1652 m3 para bombear losa maciza con concreto premezclado, en el APU se asume un total de 1.71hh por cada m3 lo que genera un total de 2818 HH que pueden ser usadas en dicha partida

En esta primera parte aun no se estudia el rendimiento del personal, simplemente se ha sacado datos del presupuesto. Se recomienda empezar completando esta primera parte de todas las partidas consideradas en el presupuesto antes de iniciar la obra

2. **Acumulado anterior**

CODIGO P.C.	PARTIDA DE CONTROL PRESUPUESTO	ACUMULADO ANTERIOR (2)			META ANT. HH	VAR ANT. HH	CPI (2/1) %
		METR	HH	REND			

<b>2 ENCOFRADO</b>							
2.2 falso piso		910	415	<b>0.46</b>	1274	859	307%
2.3 muros		4375	2913	<b>0.67</b>	2100	-813	72%
2.4 losas (inc apuntal)		1586	710	<b>0.45</b>	761	52	107%
2.6 sobrecimientos H=30cm							
<b>TOTAL PARTIDA DE CONTROL</b>							
<b>3 CONCRETO</b>							
<b>3.1 Concreto Simple</b>							
3.1.1 Falso cimientto f'c=50		417	1870	<b>4.49</b>	1850	-20	99%
3.1.2 Cimiento corrido f'c=140		618	1948	<b>3.15</b>	2196	248	113%
3.1.3 Falso piso f'c=100		706	1066	<b>1.51</b>	627	-439	59%
<b>3.2 Concreto Armado</b>							
3.2.1 premezclado bomb-placa		332	327	<b>0.98</b>	494	168	151%
3.2.2 premezclado bomb-losa		176	511	<b>2.90</b>	301	-210	59%
<b>TOTAL PARTIDA DE CONTROL</b>							

Para hacer más fácil la explicación, se regresara a esta parte en el punto numero 4. (Acumulado Actual) El acumulado anterior de la semana 16 es simplemente copiar el acumulado actual de la semana 15

3.

Presente semana

CODIGO P.C.	PARTIDA DE CONTROL PRESUPUESTO	UND	LUNES 21-mar-11			MARTES 22-mar-11			MIÉRCOLES 23-mar-11			JUEVES 24-mar-11		
			METR	HH	REND	METR	HH	REND	METR	HH	REND	METR	HH	REND
			<b>2 ENCOFRADO</b>											
2.2 falso piso	ml			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	
2.3 muros	m2	403	158	<b>0.39</b>	395	222	<b>0.56</b>	397	186	<b>0.47</b>	390	185	<b>0.47</b>	
2.4 losas (inc apuntal)	m2	67	42	<b>0.63</b>	144	46	<b>0.32</b>	144	57	<b>0.40</b>	144	68	<b>0.47</b>	
2.6 sobrecimientos H=30cm	m2													
<b>TOTAL</b>														
<b>3 CONCRETO</b>														
<b>3.1 Concreto Simple</b>														
3.1.1 Falso cimientto f'c=50	m3			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	
3.1.2 Cimiento corrido f'c=140	m3	22	77	<b>3.50</b>	41	85	<b>2.10</b>	22	32	<b>1.43</b>			<b>0.00</b>	
3.1.3 Falso piso f'c=100	m2			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	
<b>3.2 Concreto Armado</b>														
3.2.1 premezclado bomb-placa	m3	15	20	<b>1.32</b>	22	30	<b>1.40</b>	21	25	<b>1.17</b>	14	18	<b>1.22</b>	
3.2.2 premezclado bomb-losa	m3	9	19	<b>2.10</b>	7	16	<b>2.21</b>	17	32	<b>1.86</b>	17	33	<b>1.92</b>	
<b>TOTAL</b>														

CODIGO P.C.	PARTIDA DE CONTROL PRESUPUESTO	UND	VIERNES 25-mar-11			SÁBADO 26-mar-11			PRESENTE SEMANA (3)			META	VAR	CPI
			METR	HH	REND	METR	HH	REND	METR	HH	REND	P.S.	P.S.	(3/1)
														HH

<b>2 ENCOFRADO</b>														
2.2	falso piso	ml			0.00			0.00	0	0	0.00	0	0	100%
2.3	muros	m2	350	167	0.48	386	167	0.43	2321	1085	0.47	1114	30	103%
2.4	losas (inc apuntal)	m2	144	56	0.39	144	56	0.39	787	323	0.41	378	55	117%
2.6	sobrecimientos H=30cm	m2				15	23	1.53	15	23	1.53	21	-2	91%
<b>TOTAL</b>														
<b>3 CONCRETO</b>														
<b>3.1 Concreto Simple</b>														
3.1.1	Falso cimiento f'c=50	m3	24	81	3.38			0.00	24	81	3.38	107	26	132%
3.1.2	Cimiento corrido f'c=140	m3			0.00			0.00	85	194	2.29	300	107	155%
3.1.3	Falso piso f'c=100	m2			0.00			0.00			0.00	0	0	100%
<b>3.2 Concreto Armado</b>														
3.2.1	premezclado bomb-placa	m3	12	14	1.09	15	15	0.98	100	121	1.21	149	28	123%
3.2.2	premezclado bomb-losa	m3	17	26	1.51	17	26	1.48	85	151	1.78	144	-6	96%
<b>TOTAL</b>														

Esta es la parte que se completa diariamente. Por ejemplo, si hablamos de encofrado de muros se tiene que el día lunes se realizó el encofrado de 403m2 (sector 1) y se utilizó un total de 167HH, obteniéndose un rendimiento local diario de 0.48HH/m2. Se puede observar que el avance o metrado de todos los días no varía sustancialmente: 403, 395, 397, 390, 350, 386. Esto refleja una sectorización que reparte en partes iguales los recursos. Las horas hombre son más variables debido a la variabilidad que existe en toda obra (obreros suspendidos, o que faltan, suma de tiempos muertos debido a incompatibilidad de planos, horas de chequeo de muros que son trabajos re-hechos, horas de armado de andamios para vaciadores que se prolongan debido a un retraso de la concretera, etc.)

De esta manera se obtiene los rendimientos locales diarios de cada una de las actividades. En la columna de presente semana se suma todo el avance y todas las horas hombre, obteniéndose así el rendimiento promedio semanal. Por ejemplo para encofrado de muros se tiene:

$$Metrado_{\text{presente semana}} = Metrado_{\text{Lunes}} + Metrado_{\text{martes}} + \dots + Metrado_{\text{sabado}}$$

$$Metrado_{\text{presente semana}} = 403 + 395 + 397 + 390 + 350 + 386 = 2321$$

$$HH_{\text{presente semana}} = HH_{\text{lunes}} + HH_{\text{martes}} + \dots + HH_{\text{sabado}}$$

$$HH_{\text{presente semana}} = 158 + 222 + 186 + 185 + 167 + 167 = 1085$$

$$Rend = \frac{HH}{Metrado}$$

Con lo cual se calcula el rendimiento semanal:

Ese rendimiento es comparado con el presupuestado mediante VAR y CPI:

$$Meta_{p.s.} = Metrado_{p.s.} \times Rendimiento_{\text{presupuestado}} = HH_{\text{meta}}$$

Esto muestra (para el metrado o avance realizado) las horas hombre que debieron ser usadas según el presupuesto

$$Var_{p.s.} = HH_{meta} - HH_{reales}$$

El VAR es el resultado de las horas hombre que debieron ser utilizadas menos las horas hombre que realmente se usaron. Si el resultado es un valor positivo quiere decir que estamos ganando HH, si el valor es negativo muestra las HH que se están perdiendo

$$CPI(\%) = \frac{HH_{meta}}{HH_{reales}}$$

El CPI es la división de las horas hombre que debieron ser utilizadas y las horas hombre que realmente se usaron. Si el resultado es mayor a 100% muestra una ganancia, si el resultado es menor a 100% muestra una pérdida, por ejemplo para el encofrado de sobre cimientos se puede decir que estamos al 91%

#### 4.- Acumulado actual

CODIGO P.C.	PARTIDA DE CONTROL PRESUPUESTO	UND	ACUMULADO ACTUAL (4=2+3)			META ACT.	VAR ACT.	CPI (4/1)
			METR	HH	REND.	HH	HH	%
<b>2 ENCOFRADO</b>								
2.2	falso piso	ml	910.0	415.0	0.46	1274.1	859.1	307%
2.3	muros	m2	6696.2	3997.5	0.60	3214.9	-782.6	80%
2.4	losas (inc apuntal)	m2	2373.0	1032.5	0.44	1139.3	106.8	110%
2.6	sobrecimientos H=30cm	m2	15.0	23.0	1.53	21.0	-2.0	91%
<b>TOTAL</b>								
<b>3 CONCRETO</b>								
<b>3.1 Concreto Simple</b>								
3.1.1	Falso cimiento f c=50	m3	440.7	1951.0	4.43	1956.8	5.8	100%
3.1.2	Cimiento corrido f c=140	m3	702.6	2141.5	3.05	2495.7	354.2	117%
3.1.3	Falso piso f c=100	m2	705.8	1065.5	1.51	626.8	-438.7	59%
<b>3.2 Concreto Armado</b>								
3.2.1	premezclado bomb-placa	m3	431.2	447.0	1.04	642.9	195.9	144%
3.2.2	premezclado bomb-losa	m3	260.9	661.0	2.53	444.9	-216.1	67%
<b>TOTAL</b>								

El acumulado actual es simplemente sumar la presente semana mas el acumulado anterior, para la primera semana, el acumulado actual es igual al presente semana (no existe acumulado anterior), por ejemplo, el acumulado actual de la semana 42 debe copiarse en el acumulado anterior de la semana 43.

Por lo tanto, el acumulado actual representa el rendimiento global de la partida desde el primer día que empezó la actividad. Este es un rendimiento mas confiable

Al igual que la presente semana, el acumulado actual es medido con respecto al presupuesto con VAR y CPI













En las curvas de productividad presentadas se tiene un formato establecido. Solo se completa las HH y el avance o metrado (ambos datos se sacan del I.S.P.) y lo demás es formula que tranquilamente puede realizar un Excel. Para mayor información acerca de cómo completar las demás formulas, se sugiere revisar el libro: “productividad en obras de construcción” de Virgilio Ghio. Con respecto al cuadro de “datos del presupuesto” se puede dar los siguientes alcances:

- Rendimiento: se saca del presupuesto o del I.S.P.
- Metrado: se saca del presupuesto o del I.S.P.
- Mano de obra total: es el resultado de multiplicar Total HH por Costo HH promedio. Este número sirve para darse una idea de la cantidad de dinero que se está hablando (incidencia de la partida en cuestión)
- Total HH: se multiplica la cantidad de mano de obra del precio unitario por el metrado. También se puede obtener este dato del S10
- Costo HH promedio: este costo es definido por ley y suele variar año a año. Se sugiere ver cómo está distribuido el jornal de un trabajador obrero
- Avance acumulado: es igual al mayor valor obtenido en la fila de avance acumulado, es decir el ultimo valor
-  metrado: es igual al metrado menos el avance acumulado. En teoría, si la partida ha terminado este valor debería ser igual a cero
- CARTA BALANCE

Se presentara una pequeña parte de una carta balance del vaciado de una losa . En el siguiente capítulo se mostraran mucho mas cartas balance y se explicara cómo usarlas e interpretarlas

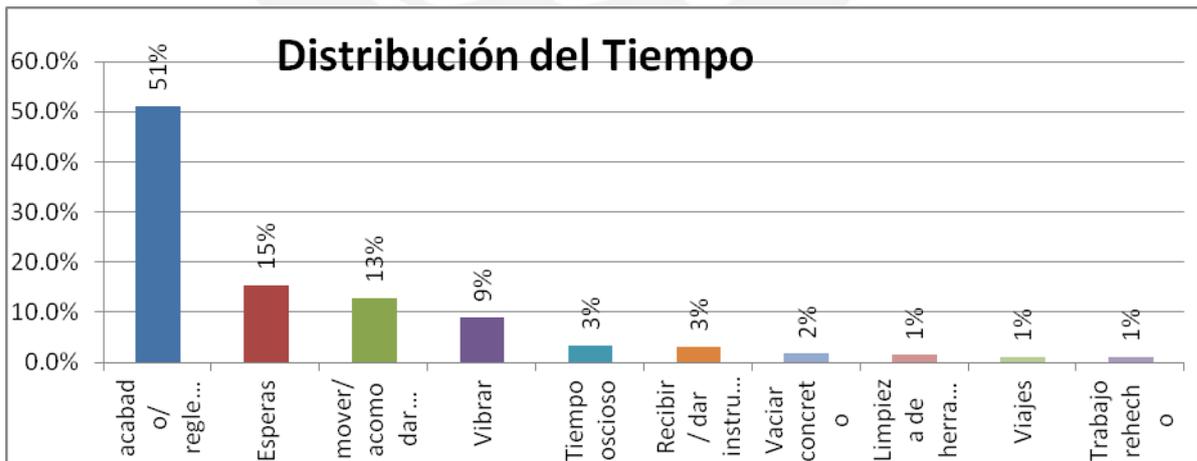
	Ob 1	Ob 2	Ob 3	Ob 4	Ob 5
Numero					
1	M	E	E	E	C
2	E	E	E	E	E
4	M	E	E	VIB	E
5	M	E	E	E	E
6	E	E	E	E	E

TP	
C	Vaciar concreto
REG	acabado/ regleado
TC	
M	mover/acomodar concreto
VIB	Vibrar

7	M	E	I	E	M
8	M	E	REG	VIB	E
9	E	E	REG	E	E
10	C	C	REG	E	C
11	M	M	REG	I	M
12	I	I	I	I	I
13	M	I	REG	VIB	M
.....					
103	REG	REG	REG	I	M
104	REG	REG	REG	M	M
105	REG	REG	REG	VIB	E
106	REG	REG	REG	VIB	M
107	REG	REG	REG	N	N
108	REG	REG	REG	N	M
109	REG	REG	REG	N	M

I	Recibir / dar instrucciones
L	Limpieza de herramientas
TNC	
E	Esperas
N	Tiempo ocioso
VIA	Viajes
R	Trabajo rehecho

Obre 1	Jose Tapuyima
Obre2	Luis Anchaina
Obre 3	Yovani Zeladita
Obre 4	Christian Reicer
Obre 5	Juan Cabellos



## 7. ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD

En el presente capítulo, se presenta un estudio de productividad realizado en una obra ubicada en la ciudad de Lima. La principal herramienta es la carta balance, también se realizan estudios de tiempos y movimientos. Con esos datos se proponen soluciones claras y directas para aumentar la productividad en la obra.

A continuación, se presenta las principales características de la obra en estudio

Aspecto tecnológico:

- Fabrica de concreto

La obra cuenta con su propia fábrica de concreto: *Dosificadora de concreto Piccini MOD RBX-850*



Fig. 21. Dosificadora de concreto

Fuente: propio

- Torre grúa

La torre grúa es de propiedad de la empresa y el modelo es: *Grúa auto montable marca DALBE MOD. HS 380*



Fig. 22. Torre grúa

Fuente: propio

Características generales:

Cada edificio es de cinco pisos, con muros íntegramente de concreto de 10 cm de espesor y una sola malla de acero. Las losas también son de 10cm de espesor con una sola malla de acero. Se usa acero dimensionado y encofrado de aluminio marca aluma. El cual permite encofrar muro y losa como una sola unidad (vaciado monolítico de muro-losa)



Fig. 23. Encofrado para vaciado monolítico

Fuente: propio

## MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD

El estudio se va a hacer por cada actividad, a continuación se presenta el formato que se va a presentar en el estudio de productividad, el formato se divide en dos partes: Desarrollo del análisis y Resultados

### I. DESARROLLO DEL ANALISIS

1. Nombre de la actividad:

Se menciona la actividad en estudio y se muestra cuatro fotos de la actividad

2. Periodo de mediciones

Se indicará los límites que se toman en cuenta para el análisis. Es decir, se describen las condiciones de inicio y fin que se toman en cuenta para empezar y terminar de realizar las mediciones

3. Mano de obra

Se menciona La cantidad de obreros que entraron en el análisis y sus respectivos cargos dentro de la cuadrilla

4. Comentarios

Se realizan comentarios generales respecto a la actividad en estudio. Datos que no muestra una carta balance, pero que se observaron durante todo el tiempo de estudio del proyecto

## 5. Rendimiento

Se indica el rendimiento alcanzado por la cuadrilla, si bien el rendimiento es uno solo, este puede haber sido calculado de distintas formas. Se definen tres formas de calcular el rendimiento

5.1 Rendimiento Local (RL): Se ha medido el avance que ha tenido la cuadrilla en un intervalo pequeño de tiempo. Este control de rendimiento puede haber sido mediante el control de Tiempo o Metrado

Por ejemplo, si pensamos en la colocación de empaste en muros tenemos

### 5.1.1 Rendimiento local en base al tiempo(RL-T):

Si nos acercamos al lugar de trabajo y observamos los muros que van a empastar, regresamos después de cuatro horas y medimos los metros cuadrados empastados por la cuadrilla. Con esa información podemos calcular el rendimiento (HH/m<sup>2</sup>) de la cuadrilla de empastadores de muros y en general de cualquier otra actividad

### 5.1.2 Rendimiento local en base al metrado(RL-M):

Si nos acercamos al lugar de trabajo cuando están a punto de entrar a un sector tomamos el tiempo y regresamos en el momento en que terminaron completamente el sector y calculamos el tiempo en Horas Hombre que le tomo a la cuadrilla terminar los metros cuadrados que contiene un sector. Con esa información podemos calcular el rendimiento (HH/m<sup>2</sup>) de la cuadrilla de empastadores de muros y en general de cualquier otra actividad

Si bien es cierto ambos rendimientos deberían ser iguales, habiendo calculado el rendimiento bajo estas dos modalidades en varias oportunidades se tiene que:

$$RL-T > RL-M$$

5.2 Rendimiento diario (RD): teniendo como base la programación diaria o el look ahead, se puede calcular, por ejemplo, los metros cuadrados que encofra la cuadrilla de encofradores de muros.

Para el caso de cuadrillas que trabajen con tarea, se toma en cuenta las horas trabajadas, más no las horas pagadas.

Por ejemplo, Si la cuadrilla de encofrado de placas “esta con tarea”, quiere decir que tienen que terminar el sector de  $340\text{m}^2$  entre las ocho parejas para poder terminar su jornada diaria. Ellos empiezan a trabajar a las 5am y se retiran del trabajo a las 12am. El cálculo de rendimiento diario toma en cuenta las siete horas trabajadas por hombre

$$\text{HH por obrero} = 7 \quad \text{Num obreros} = 16 \rightarrow \text{total} = 112 \text{ HH}$$

$$\text{Avance} = \text{metrado} = 340\text{m}^2$$

Por lo tanto, tenemos:

$$\text{Rendimiento} = 0.33 \frac{\text{HH}}{\text{M}^2}$$

$$\text{Velocidad} = 340 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}$$

### 5.3 Rendimiento Global (RG)

El rendimiento se calcula tomando en cuenta un intervalo de tiempo mucho mayor, por ejemplo el fin de la primera etapa de un condominio, o termino de un edificio. Aquí se incluye las horas hombre de trabajos rehechos, mal llamados “retoques” o “remates”. A diferencia del rendimiento diario (RD) aquí se hace el cálculo con las horas hombre pagadas, más no las horas trabajadas.

Siguiendo el mismo ejemplo, Si la cuadrilla de encofrado de placas “esta con tarea”, quiere decir que tienen que terminar el sector de  $340\text{m}^2$  entre las ocho parejas para poder terminar su jornada diaria. Ellos empiezan a trabajar a las 5am y se retiran del trabajo a las 12am. El cálculo de rendimiento global toma en cuenta las 8.5 horas pagadas por hombre

$$\text{HH por obrero} = 8.5 \quad \text{Num obreros} = 16 \rightarrow \text{total} = 136 \text{ HH}$$

$$\text{Avance} = \text{metrado} = 340\text{m}^2$$

Por lo tanto, tenemos:

$$\text{Rendimiento} = 0.40 \frac{\text{HH}}{\text{M}^2}$$

$$\text{Velocidad} = 340 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}$$

Teniendo en cuenta estas tres maneras de calcular rendimientos, se mostrara para cada actividad estudiada, de qué forma se hallo el rendimiento mostrado.

## 6. SEGURIDAD

Se detallan los implementos de seguridad usados durante la ejecución del proceso, las responsabilidades que tienen la cuadrilla en estudio y los comentarios de seguridad encontrada en la actividad

## II. RESULTADOS

## 1. Carta balance

Se muestra las mediciones realizadas para la carta balance en un formato constante para todas las partidas. También se muestra el porcentaje de cada sub-actividad con el cual se obtiene el porcentaje total de TP, TC y TNC. Por último se muestra un grafico que muestra el porcentaje global de cada actividad desde la más incidente hasta la menos incidente

## 2. Evaluación de resultados

Se muestran los principales comentarios que se observan a partir de la carta de balance. En este punto se define la clasificación en función a su trabajo productivo de acuerdo a la siguiente tabla:

CLASIFICACION	DESCRIPCION	PORCENTAJE DE TP
NIVEL A	Cero Grasa. Grasa interna y superficial eliminadas	TP > 50%
NIVEL B	Solo grasa interna, grasa superficial eliminada	40% < TP < 50%
NIVEL C	Grasa superficial alta. Grasa interna dentro del proceso evaluado	TP < 40%

## 3. Propuestas de mejora

Se hace las recomendaciones para mejorar la productividad, calidad y seguridad.

No solamente las propuestas de mejora que nacen a partir de la carta balance, sino también las que se recogen a partir de las visitas a la obra

## ACERO EN MUROS

### I. DESARROLLO DEL ANALISIS

#### 1. Nombre de la actividad

Instalación de acero en muros



Fig. 24. Instalación de acero en muros

Fuente: propia

#### 2. Periodo de mediciones

La tarea empieza al día siguiente del vaciado de losa donde se tiene las mechas provenientes de la losa y se comienza a empalmar las varillas verticales. La tarea

termina cuando los separadores (en este caso R10) han terminado de ser colocados en el refuerzo de los muros

### 3. Mano de obra

6 obreros:

0.5 Capataz

1 operario

4 Oficiales

### 4. Comentarios

Se trabaja con acero pre-dimensionado. La cuadrilla de instalación de fierro está separada en dos grupos, el primer grupo (el analizado) tiene como trabajo la instalación de acero en muros y losa. El capataz se divide en ambos grupos, y no fue incluido en la medición. Es importante mencionar que la cuadrilla de instalación de acero trabaja con tarea, es decir, termina de colocar el fierro a dos departamentos (tren diario) y se pueden retirar de la obra

CUADRILLA	
CAPATAZ	0.5
OPERARIO	1
OFICIAL	4
AYUDANTE	0
Acero en losa y muro	

Al inicio de la actividad se tiene las mechas provenientes de la losa, por lo tanto se empieza empalmado las varillas verticales, primero se empalma las varillas maestras (extremos de los muros), después se realizan las mediciones para la correcta posición de las varillas (marcando con tiza las posiciones del acero) y se empieza a colocar el acero horizontal en los lugares marcados con tiza, después se continua con el uso de alambre #16 para amarrar el fierro vertical con el horizontal y finalmente se coloca el separador R10. Aproximadamente uno cada 1.5m<sup>2</sup>

Se realiza el 100% del empalme en una misma sección, lo cual no es recomendable según la norma de concreto armado al menos de que la longitud de empalme sea castigado por un factor

Es importante mencionar que las mediciones se realizaron durante todo el proceso de acero en muros, de inicio a fin

El diámetro predominante del acero es 3/8"

### 5. Rendimiento

→Producción: 705 kg

Núm. de obreros: 5.5

Tiempo de trabajo diario por obrero: 5 horas

→ Recursos usados: 27.5hh

⇒ Rendimiento= 0.039 hh/kg (RENDIMIENTO DIARIO- RD)

6. Seguridad

a. Accesorios de seguridad:

- Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
- Lentes de seguridad
- Guantes flexibles
- Casco
- Uniforme completo

b. Responsabilidades:

- Colocar omegas en el ultimo techo
- Empezar enmallando muros exteriores para prevenir caídas
- Dejar mechas de 0.40 en todo el perímetro del último piso
- Verificar que la cuadrilla de andamios coloquen los capuchones en todas las mechas provenientes de la losa
- Terminar de atortolar correctamente el alambre, es decir, no dejar el alambre con la punta hacia afuera

c. Comentarios:

- La cuadrilla de acero tiene prácticamente todo el equipo de protección personal completo, tal vez faltaría un implemento: barbiquejo (implemento que no usa en la obra y que no es exigido por el ingeniero de seguridad)
- La cuadrilla se encuentra en todo momento usando los guantes flexibles y todo el E.P.P. entregado por la empresa

II. RESULTADOS

1. Carta balance

Tiempo	Ob 1 Oficial	Ob 2 Operario	Ob 3 Oficial	Ob 4 Oficial	Ob 5 Oficial
1	R	R	X	R	
2	R	R	X	R	
3	V	C	X	C	
4	R	M	MOV	R	
5	MOV	M	MOV	E	
6	E	M	A1	A	
7	X	R	C	A	
8	M	H	M	A	
9	H	H	H	C	
10	H	H	H	R	M
11	H	H	H	M	M
12	H	H	H	E	V
13	H	H	H	E	V
14	H	H	H	M	M
15	H	H	H	H	H

TP	
H	Colocación de acero Horizontal
V	Colocación de acero vertical
A1	Amarrado de alambre # 16
TC	
X	Búsqueda de materiales (acero)

16	H	H	H	N	H
17	H	VIAJE	VIAJE	N	H
18	V	X	X	H	H
19	V	X	X	H	H
20	V	A	V	V	V
21	V	X	V	V	V
22	V	A	V	V	V
23	V	BAÑO	V	V	V
24	V	BAÑO	E	I	I
25	V	A	V	V	V
26	A1	X	A1	A1	A1
27	A1	X	A1	A1	A1
28	A1	X	A1	A1	A1
29	A1	A	A1	A1	A1
30	A1	A	A1	E	A1
31	A1	X	A1	A	A1
32	I	A	I	M	R
33	R	A	E	H	H
34	E	A	V	R	R
35	H	A	E	M	M
36	E	C	C	H	H
37	H	R	H	A1	A1
38	H	R	H	I	I
39	H	R	H	H	H
40	H	X	H	H	H
41	A1	X	V	I	I
42	V	X	V	N	N
43	V	X	V	R	R
44	A1	X	A1	R	R
45	X	A	X	V	C
46	A1	A	N	M	M
47	A1	A	R	H	H
48	H	A	M	H	H
49	I	X	I	H	H
50	V	X	V	M	M
51	N	X	N	V	V
52	A1	A	A1	A1	A1
53	A1	A	A1	A1	A1
54	A1	C	A1	A1	A1
55	A1	X	A1	I	I
56	A1	X	A1	R	R
57	A1	VIAJE	A1	A	A
58	MOV	VIAJE	MOV	C	M
59	MOV	C	M	H	H
60	A1	M	A1	H	H
61	H	N	N	H	N
62	H	N	H	H	N
63	H	M	H	E	E
64	X	H	R	MOV	E
66	E	E	M	X	X
67	H	I	E	V	V
68	M	E	C	E	M
69	E	I	C	M	M
70	H	I	H	H	H
71	H	A1	H	H	H
72	H	A1	H	H	H
73	A1	N	X	H	H
74	A1	E	A1	V	A
75	V	R	A1	V	V
76	A1	H	A1	C	V
77	A1	X	A1	A1	A1
78	MOV	A1	M	A1	A1
79	M	I	M	X	R
80	H	I	H	MOV	I
81	A1	A1	A1	E	MOV
82	A1	A1	A1	MOV	MOV
83	VIAJE	VIAJE	I	M	M
84	VIAJE	A1	V	H	H
85	X	A1	V	H	H
86	X	A1	M	H	H
87	I	E	C	X	X
88	VIAJE	MOV	C	A	E
89	VIAJE	MOV	M	VIAJE	V
90	VIAJE	H	M	VIAJE	V

Tope	Colocación de topes de recubrimiento
MOV	Moverse hacia otro punto de colocación
M	Tomar medidas (incluye el marcar con tiza)
C	Abrir los paquetes de fierro con cizalla
A	Acarreo de material (fierro)
I	Recibir /dar instrucciones
TNC	
E	Esperas
R	Trabajo rehecho (volver a enderezar fierro )
N	tiempo ocioso
BAÑO	ir a servicios higiénicos
VIAJE	Viaje improductivo

obrero1	Aparicio Pizarro Huaman (Oficial)
obrero2	Juan Carlos Alarcón Guía (Operario)
obrero3	Marco Grovas Quispe (Oficial)
obrero4	David Guía Vargas (Oficial)
obrero5	Ivan Pérez Ramos (Oficial)

136	A1	A1	X	X
137	MOV	N	A1	N
138	R	R	M	N
139	V	A1	V	A1
140	X	V	MOV	X
141	X	V	MOV	X
142	X	A1	MOV	A1
143	X	H	E	H
144	A	H	H	H
145	M	H	MOV	M
146	E	H	H	H
147	H	H	H	H
148	H	H	E	X
149	MOV	I	E	A
150	H	V	I	I
151	H	V	R	R
152	A1	A1	H	X
153	A1	A1	H	H
154	MOV	A1	R	R
155	H	H	H	H
156	A1	N	N	A1
157	A1	H	MOV	A1
158	A1	A1	M	A1
159	A1	A1	R	R
160	X	X	A1	A1

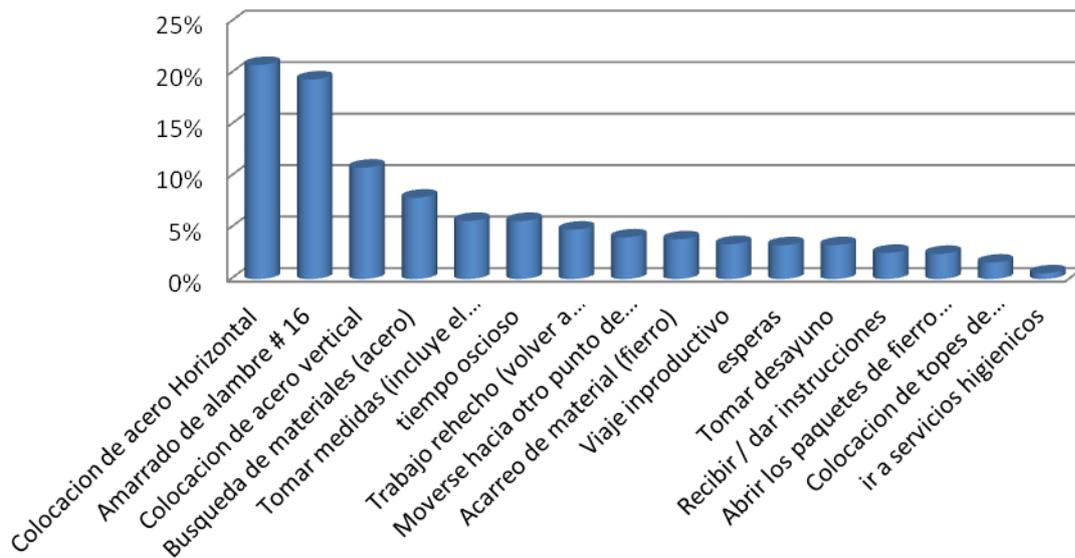
91	VIAJE	H	H	M	V
92	VIAJE	H	H	M	M
93	VIAJE	A1	H	M	M
94	VIAJE	A1	H	H	H
95	VIAJE	A1	H	H	N
96	H	VIAJE	H	H	H
97	V	X	V	H	H
98	V	X	V	V	V
99	V	X	V	V	V
100	H	X	H	V	V
101	MOV	A	MOV	V	V
102	R	A	H	H	H
103	A1	V	N	H	H
104	A1	V	N	A1	N
105	VIAJE	C	N	M	N
106	VIAJE	A1	VIAJE	A1	A1
107	X	A1	VIAJE	A1	A1
108	A	H	VIAJE	H	H
109	A	H	VIAJE	A1	A1
110	V	N	VIAJE	N	R
111	V	H	VIAJE	MOV	MOV
119	C	H	X	X	E
120	C	H	X	X	E
121	H	H	R	X	H
122	H	H	R	X	V
123	H	H	R	V	V
124	X	H	R	H	H
125	X	H	R	H	H
126	C	MOV	R	A1	A1
127	H	V	R	A1	A1
128	A1	VIAJE	A1	A1	A1
129	V	H	A1	E	I
130	A1	A1	A1	MOV	MOV
131	A1	A1	I	H	H
132	N		V	A1	A1
133	MOV		MOV	A1	A1
134	H		H	A1	A1
135	A		N	N	N

161	A		N	A1	A1
162	A1		N	N	A1
163	A1		N	A1	A1
164	A1		VIAJE	VIAJE	VIAJE
165	A1		X	BAÑO	BAÑO
166	A1		A1	VIAJE	BAÑO
167	A1		A1	A1	H
168	A1		A1	X	A1
169	A1		A1	A1	A1
170	A1		A1	A1	A1
171	A1		A1	V	A1
172	N		N	A1	A1
173	X		A1	A1	A1
174	VIAJE		X	A1	A1
175	BAÑ		H	N	H
176	X		H	MOV	H
177	VIAJE		X	A1	A
178	X		N	H	MOV
179	X		M	A1	A
180	X		H	E	A
181	A		N	A1	MOV
189	M		MOV	X	A1
190	C		A1	X	A1
191	H		A1	X	A1
192	H		N	X	A1
193	A1		A1	A1	A1
194	H		H	E	A1
195	H		H	TOPE	A1
196	H		H	TOPE	A1
197	V		V	TOPE	A1
198	V		N	TOPE	N
199	A1		N	TOPE	N
200	VIAJE		TOPE	TOPE	A
201	X		TOPE	TOPE	N
202	C		TOPE	TOPE	TOPE
203	N		MOV	TOPE	TOPE
204	M		N	X	N
205	H		TOPE	TOPE	N

206	N		TOPE	H	X
207	N		I	I	C
208	A1		V	H	H
209	A1		R	R	E
210	MOV		V	H	H
211	M		V	H	H
212	R		M	H	H
213	X		M	H	H
214	A		V	E	X
215	V		A1	H	N
216	V		VIAJE	V	V
217	V		A1	V	V
218	V		C	V	V
219	V		V	A1	A1
220	A1		A1	A1	A1
221	MOV		A1	A1	A1
222	MOV		N	R	E
223	M		M	M	M
224	H		H	H	H
225	H		H	H	H
226	H		H	H	H
227	X		X	C	V
228	A		X	M	R
229	V		C	H	H
230	M		M	N	H
231	H		H	A1	V
232	H		H	V	V
233	MOV		MOV	X	V
234	H		H	V	V
235	V		V	H	H
236	V		V	H	H

Tipo	Leyenda	Descripcion de actividad	Total	l. total	l. por trabajo	%
TP	H	Colocacion de acero Horizontal	223	21.6%	40.9%	53%
	V	Colocacion de acero vertical	115	11.2%	21.1%	
	A1	Amarrado de alambre # 16	207	20.1%	38.0%	
TC	X	Busqueda de materiales (acero)	83	8.1%	27.9%	29%
	Tope	Colocacion de topes de recubrimiento	17	1.6%	5.7%	
	MOV	Moverse hacia otro punto de colocacion	43	4.2%	14.5%	
	M	Tomar medidas (incluye el marcar con tiza)	60	5.8%	20.2%	
	C	Abrir los paquetes de fierro con cizalla	26	2.5%	8.8%	
	A	Acarreo de material (fierro)	41	4.0%	13.8%	
	I	Recibir / dar instrucciones	27	2.6%	9.1%	
TNC	E	esperas	36	3.5%	19.0%	18%
	R	Trabajo rehecho (volver a enderesar fierro )	51	4.9%	27.0%	
	N	tiempo oscioso	60	5.8%	31.7%	
	BAÑO	ir a servicios higienicos	6	0.6%	3.2%	
	VIAJE	Viaje improductivo	36	3.5%	19.0%	

**Incidencia actividades en total  
Acero en muros**



2. Evaluación de resultados

- La actividad analizada se encuentra dentro de la clasificación A con un orden de trabajo productivo de 51%
- La medición de la actividad fue de principio a fin, cubriendo todo el rango de mediciones

- Normalmente la colocación de acero en muros tarda 5 horas (como se indicó en el cálculo de rendimiento). El día de la medición la cuadrilla tardó 4 horas, esto se debió principalmente a que se encontraban en el primer piso y no hay problemas de riesgo de altura
- Las tres actividades de mayor incidencia en la colocación de acero de muros son: “colocación de acero horizontal”, “amarrado de alambre #16” y “colocación de acero vertical” que son las tres sub-tareas que conforman el total del tiempo productivo, lo cual explica porque se tiene una actividad que entra en la clasificación A
- La sub-tarea de trabajo rehecho corresponde al enderezar acero que ha sido previamente grifado. Esto ocurre siempre en la primera hilada de fierro horizontal ya que ha sido utilizada como soporte para los tablones al momento de vaciar la losa.
- En cuanto a los trabajadores, se puede observar que todos cuentan con similares tiempos de trabajo. El resumen se muestra en el siguiente cuadro

	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	TP	TC	TNC
obrero1	APARICIO PIZARRO HUAMAN	Oficial	55%	26%	19%
obrero2	JUAN CARLOS ALARCON GUIA	Operario	34%	44%	23%
obrero3	MARCO GROVAS QUISPE	Oficial	53%	24%	23%
obrero4	DAVID GUIA VARGAS	Oficial	49%	31%	20%
obrero5	IVAN PEREZ RAMOS	Oficial	58%	22%	20%

- Como se observa en el cuadro, todos tienen un TNC muy similar. En relación al TP también se tiene una pequeña variación estándar. A pesar de la pequeña variación, se puede apreciar que el obrero que tiene menor trabajo productivo (Obrero numero 2) es el mismo que cuenta con un mayor tiempo no contributorio y es el único operario de la cuadrilla
- La cuadrilla no esta balanceada
- Es importante resaltar que los tiempos de cada obrero son comparables ya que los cinco realizan el mismo trabajo y prácticamente tienen el mismo cargo. Es por eso que en los resultados que arroja la carta balance sí se puede hablar de que obrero trabajo más y cual trabajo menos

### 3. Propuestas de mejora

- Realizar un seguimiento del vaciado de losas (especialmente en la losa de cimentación) para que luego de fraguada la losa no se encuentre varillas de acero vertical fuera del trazo de los muros. Asi como también no enderezar el acero previamente grifado. De esta manera se reducirá los trabajos rehechos, que junto con el tiempo ocioso suman el 50% del total de trabajo no contributorio

- El tiempo ocioso se puede reducir con una supervisión más estricta de parte del ingeniero de campo y se puede evaluar la reacción ante las llamadas de atención por parte de capataces o ingenieros
- Se sugiere reemplazar el operario de la cuadrilla por un ayudante, ya que de toda la cuadrilla este es el que tiene más tiempo tiene acarreado material

## ACERO EN LOSAS

### I. DESARROLLO DEL ANALISIS

#### 1. Nombre de actividad

Instalación de acero en losas



#### 2. Rango de mediciones

El análisis empieza cuando la cuadrilla de acero (después de haber terminado de colocar los r-10 en los muros) sube a la losa para recibir el acero y empezar a instalarlo

en la losa. El análisis termina cuando son colocados todos los separadores para respetar el recubrimiento mínimo

### 3. Mano de Obra

La misma cuadrilla que realiza la colocación de acero en muros en la mañana, pasa a hacer el acero en losa por la tarde, por lo tanto es la siguiente cuadrilla:

#### 6 obreros

- 0.5 capataz
- 1 operario
- 4 oficiales

### 4. Comentarios

La cuadrilla de instalación de fierro está separada en dos grupos, el primer grupo (el analizado) tiene como trabajo la instalación de acero en muros y losa. El capataz se divide en ambos grupos, y no fue incluido en la medición. Es importante mencionar que la cuadrilla de instalación de acero trabaja con tarea, es decir, termina de colocar el fierro a dos departamentos (tren diario) y se pueden retirar de la obra

CUADRILLA	
CAPATAZ	0.5
OPERARIO	1
OFICIAL	4
AYUDANTE	0
Acero en losa y muro	

Al inicio de la actividad se tiene una losa recién encofrada con desmoldante en las planchas, cuando se empieza con el armado de la malla (la única malla de refuerzo) se encuentra la cuadrilla de concreto vaciando los muros, Para cuando la cuadrilla de concreto termina de vaciar todos los muros, se concluye el armado de la malla de acero, junto con las instalaciones sanitarias y eléctricas, por lo tanto el vaciado continua hacia la losa de manera consecutiva (cambiando por supuesto, la dosificación de concreto debido a que es un concreto con otras especificaciones)

El diámetro predominante del acero es 8mm

### 5. RENDIMIENTO

→ Producción: 149 kg diarios confirmar esta cantidad

Núm. obreros: 5.5

Tiempo de trabajo diario por obrero: 2 horas

→ Recursos usados: 11 hh

⇒ **Rendimiento= 0.074 hh/kg (RENDIMIENTO DIARIO- RD)**

### 6. Seguridad

a. Accesorios de seguridad

- Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero
- Lentes de seguridad
- Guantes flexibles
- Casco
- Uniforme completo

b. Responsabilidades:

- Colocar omegas en el ultimo techo
- Dejar mechas de 0.40 en todo el perímetro del último piso
- Verificar que la cuadrilla de andamios coloquen los capuchones en todas las mechas provenientes de la losa

c. Comentarios

- Al ser una sola malla, las tubería de instalaciones sanitarias y eléctricas están más propensas a las pisadas de todo el personal que sube a la losa antes del vaciado
- La cuadrilla de acero tienen prácticamente todo el equipo de protección personal completo, tal vez faltaría dos implementos: barbiquejo y tapón de oídos (implementos que no usan en la obra y que no es exigido por el ingeniero de seguridad)
- La cuadrilla se encuentra en todo momento usando los guantes flexibles y todo el E.P.P. entregado por la empresa
- El mayor riesgo ocurre en dos tiempos: cuando transportan las varillas hacia la losa para empezar la actividad, en este tiempo un obrero distraído puede golpearse o tropezarse con las varillas transportadas. El segundo riesgo es al momento de trabajar en el perímetro del sector, la cuadrilla no usa arnés de seguridad y por lo tanto cuando llega a trabajar en el borde del departamento la cuadrilla está expuesta a un peligro de alta consecuencia y con una probabilidad alta de ocurrencia

II. RESULTADOS

1. Carta balance

Tiempo	obr 1 Oficial	Obr 2 Oficial	obr 3 Oficial	obr 4 Oficial	obr 5 Operario
1	A	N	C	A	R
2	E	A	A	A	R
3	A	A	F	F	R
4	A	A	F	F	A
5	C	A	F	F	R
6	C	A	F	F	Z
7	C	TOPE	F	F	Z
8	A	M	F	F	Z
9	F	TOPE	F	F	Z
10	F	F	F	F	Z
11	AL	AL	F	F	Z
12	AL	AL	F	F	TOPE

TP	
H	Colocación acero horizontal (parapetos)
V	Colocación acero vertical (parapetos)
F	Colocación de acero en losa
AL	Colocación de alambre
TC	
X	Búsqueda de materiales
M	Tomar medidas (incluye marcar con tiza)
I	Recibir /dar instrucciones
A	Transporte de material

13	AL	AL	A	A	E
14	AL	AL	F	F	TOPE
15	AL	AL	C	C	AL
16	AL	AL	C	C	AL
17	AL	AL	F	F	AL
18	AL	TOPE	F	F	AL
19	AL	AL	F	F	AL
20	AL	AL	A	A	AL
21	AL	AL	C	C	AL
22	AL	AL	F	F	AL
23	AL	TOPE	AL	AL	TOPE
24	AL	R	AL	AL	TOPE
25	AL	AL	AL	AL	AL
26	AL	AL	AL	AL	AL
27	AL	AL	I	I	TOPE
28	AL	AL	AL	AL	AL
29	AL	AL	AL	AL	C
30	AL	AL	AL	AL	C
31	AL	AL	AL	AL	A
32	I	M	I	F	F
33	AL	AL	M	A	F
34	AL	AL	M	M	C
35	VIAJE	AL	M	M	F
36	AL	AL	M	M	F
37	AL	AL	M	M	F
38	A	AL	R	M	C
39	H	AL	M	M	F
40	AL	E	M	M	F
41	A	A	M	M	A
42	V	AL	M	M	F
43	A	AL	A	A	F
44	R	AL	C	A	F

C	Abrir los paquetes de fierro con cizalla
Tope	Colocación de dado de recubrimiento
Z	Limpieza
TNC	
E	esperas
R	trabajo rehecho
N	tiempo ocioso
VIAJE	Viaje improductivo
BAÑO	ir a servicios higiénicos

obrero1	Aparicio Pizarro Huamán (Oficial)
obrero2	Marco Grovas Quispe (Oficial)
obrero3	Ivan Pérez Ramos (Oficial)
obrero4	David Guía Vargas (Oficial)
obrero5	Juan Carlos Alarcón Guía (Operario)

	obr 1	obr 2	obr 3	obr 4	obr 5
45	AL	AL	C	A	F
46	V	AL	A	A	F
47	H	AL	F	F	F
48	V	AL	F	F	F
49	A	E	F	F	TOPE
50	C	AL	F	F	A
51	R	R	F	H	A
52	A	AL	A	A	AL
53	V	AL	A	A	H
54	V	V	C	C	AL
55	AL	AL	A	A	AL
56	V	AL	F	C	AL
57	TOPE	AL	F	F	AL
58	R	VIAJE	F	F	AL
59	R	VIAJE	F	F	AL
60	AL	I	E	E	AL
61	AL	AL	F	F	AL
62	AL	AL	F	F	AL
63	AL	C	C	C	AL
64	F	M	F	F	AL
65	VIAJE	AL	E	E	AL
66	A	AL	F	F	AL
67	AL	AL	E	E	AL
68	AL	AL	AL	AL	AL
69	AL	AL	F	AL	AL

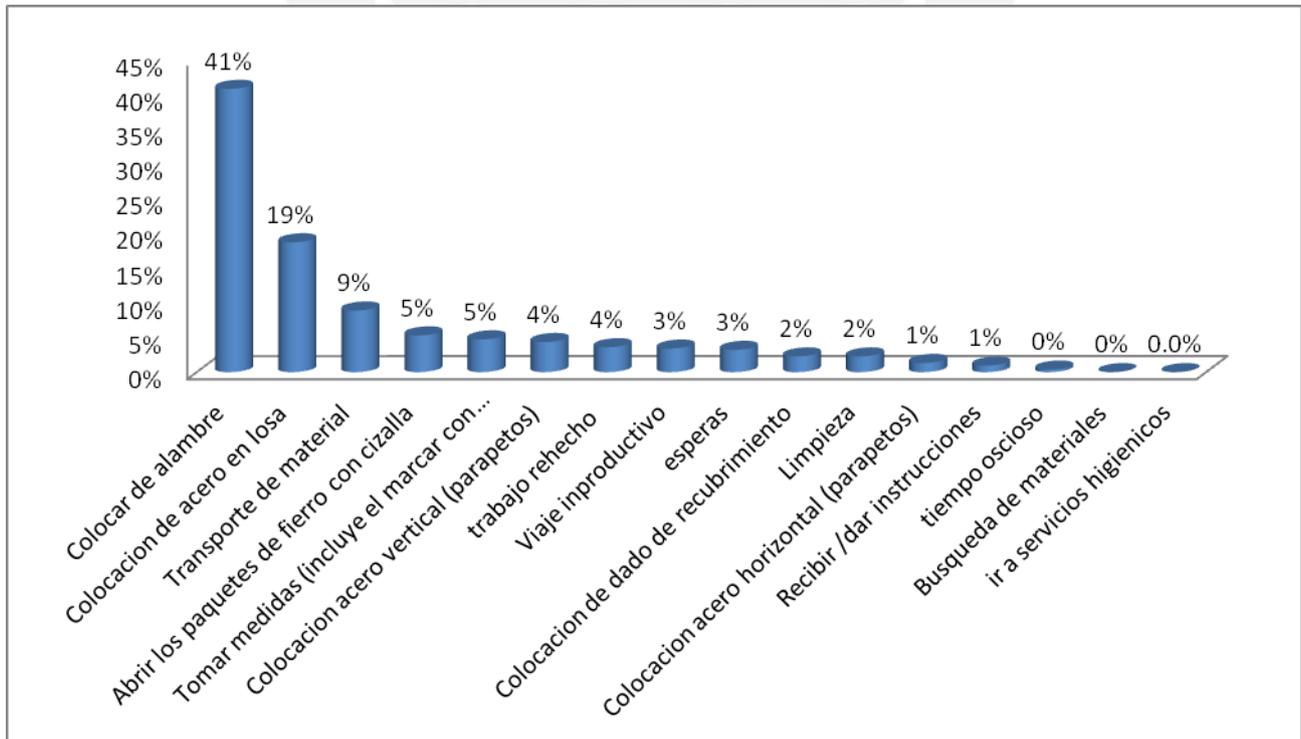
	obr 1	obr 2	obr 3	obr 4	obr 5
76	AL	AL	AL	AL	C
77	TOPE	AL	AL	AL	A
78	AL	N	AL	AL	E
79	AL	AL	AL	AL	AL
80	AL	AL	AL	AL	AL
81	AL	AL	AL	A	C
82	AL	E	A	A	F
83	H	AL	AL	AL	F
84	AL	AL	C	AL	F
85	C	AL	M	M	F
86	V	AL	AL	AL	F
87	V	AL	AL	AL	F
88	F	F	F	F	F
89	F	F	F	F	F
90	F	F	F	F	F
91	VIAJE	AL	V	V	F
92	VIAJE	AL	V	V	F
93	VIAJE	AL	V	V	F
94	VIAJE	AL	H	AL	F
95	VIAJE	E	H	C	V
96	VIAJE	AL	AL	AL	AL
97	VIAJE	V	E	M	V
98	A	E	R	AL	VIAJE
99	A	E	R	V	VIAJE
100	V	AL	R	M	VIAJE

70	AL	AL	AL	AL	AL
71	AL	AL	AL	AL	AL
72	AL	AL	AL	AL	AL
73	AL	AL	AL	AL	AL
74	AL	AL	AL	AL	AL
75	AL	AL	AL	AL	VIAJE

101	VIAJE	AL	AL	AL	VIAJE
102	V	V	AL	V	AL
103	AL	E	R	R	AL
104	AL	VIAJE	R	R	AL
105	AL	Z	AL	Z	AL
106	Z	Z	Z	Z	R

**NIVEL DE ACTIVIDAD:**

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Total	Incid. total	Incid. por trabajo	%
TP	H	Colocación acero horizontal (parapetos)	7	1%	2%	65%
	V	Colocación acero vertical (parapetos)	23	4%	7%	
	F	Colocación de acero en losa	99	19%	29%	
	AL	Colocación de alambre	216	41%	63%	
TC	X	Búsqueda de materiales	0	0%	0%	24%
	M	Tomar medidas (incluye el marcar con tiza)	25	5%	19%	
	I	Recibir /dar instrucciones	5	1%	4%	
	A	Transporte de material	47	9%	36%	
	C	Abrir los paquetes de fierro con cizalla	28	5%	22%	
	Tope	Colocación de dado de recubrimiento	12	2%	9%	
	Z	Limpieza	12	2%	9%	
TNC	E	Esperas	17	3%	30%	11%
	R	trabajo rehecho	19	4%	34%	
	N	tiempo ocioso	2	0%	4%	
	VIAJE	Viaje improductivo	18	3%	32%	
	BAÑO	ir a servicios higiénicos	0	0%	0%	



## 2. Evaluación de resultados

- La actividad analizada se encuentra dentro de la clasificación A con un orden de trabajo productivo de 65%
- La medición de la actividad fue de principio a fin, cubriendo todo el rango de mediciones
- Normalmente tardan 120 minutos en realizar esta actividad (como se indico en el cálculo de rendimiento). En el día de la medición les tomo 106 minutos, esta pequeña variación puede deberse a dos factores: la colocación de acero se realizo a una baja altura (segundo piso). ó los trabajadores estaban pendientes de que una persona estaba observando su trabajo
- La actividad de trabajo rehecho se refiere a volver a enderezar un acero previamente grifado. También incluye el tiempo de sacar el acero del parapeto para enderezarlo o cambiarlo por otro acero
- Hay una diferencia bien marcada entre las actividades con mayor incidencia y las de menor incidencia. Las dos actividades de mayor incidencia son “colocación de acero en losa” y “colocación de alambre para amarre” que suman el 61% del total de tiempo de la actividad
- Al analizar el tiempo usado en cada sub-tarea dentro del tiempo contributorio, se observa que la actividad más realizada es transporte que ocupa el 36% del tiempo contributorio
- Dentro del trabajo no contributorio, la sub-tarea que toma el mayor tiempo es el trabajo rehecho que ocupa el 34% del TNC
- El tiempo no contributorio es pequeño, sin embargo este se puede reducir del 11 % al 7% si se elimina el trabajo rehecho
- El tiempo no contributorio para el acero en losa es la mitad del tiempo obtenido para el acero en muros
- En cuanto a las actividades por trabajador, se muestra el siguiente cuadro resumen

	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	TP	TC	TNC
Obrero 1	Aparicio Pizarro Huaman (OF)	OFICIAL	66%	20%	14%
Obrero 2	Marco Grovas Quispe (OF)	OFICIAL	71%	16%	13%
Obrero 3	Ivan Perez Ramos (OF)	OFICIAL	61%	29%	9%
Obrero 4	David Guia Vargas (OF)	OFICIAL	61%	34%	5%
Obrero 5	Juan Carlos Alarcon Guia (OP)	OPERARIO	66%	23%	11%

- Al igual que la colocación de acero en muros, se muestran valores cercanos de tiempos productivos, contributorios y no contributorios. Todos los trabajadores cuentan con un porcentaje de tiempo productivo mayor a 60% (TP > 60%). Así también, todos los trabajadores tienen un tiempo no contributorio menor a 15% (TNC < 15%)

- Es importante resaltar que los tiempos de cada obrero son comparables, ya que los cinco realizan el mismo trabajo y prácticamente tienen el mismo cargo. Es por eso que en los resultados que arroja la carta balance sí se puede hablar de que obrero trabajo más y cual trabajo menos. En este caso podemos decir que los cinco obreros trabajan de manera conjunta
- Esta cuadrilla está trabajando con tarea, por lo que el tiempo no contributorio los afecta directamente a ellos, tal vez esta sea la razón de tener un bajo porcentaje de TNC
- El que tiene mayor tiempo colocando dados de recubrimiento y haciendo limpieza es el operario
- La cuadrilla no esta balanceada

### 3. Propuestas de mejora

- Debido a que el transporte de material ocupa más de la tercera parte del tiempo contributorio, se recomienda usar la torre grúa para el transporte de acero. Para que el personal deje de transportar el material de manera manual. La torre grúa puede utilizar 30 minutos de su tiempo en transportar todo el material necesario para el día de trabajo, sacar el material desde el banco del fierro y dejarlos en el sector que se va a avanzar. De esta forma se elimina el tiempo que usa un trabajador en mover pequeños paquetes de acero desde el banco hacia una zona cerca del trabajo y después moverlo desde la zona cerca de trabajo hacia la zona final de colocación. Se recomienda hacer esto todos los días
- Si la torre grúa se encuentra muy ocupada, se recomienda hacer un horario diario de las actividades que tiene que realizar el operador de la torre grúa, en ese horario se puede incluir un tiempo para movilizar el acero que se va a utilizar ( debe estar separado y listo para cargar el material a transportar un día antes). También se puede incluir un tiempo para mover las escuadras y los tablonos de los andamios. Seguramente se usara la mayor parte del tiempo en el vaciado de muro-losa que se realizara diario
- Se recomienda sustituir los separadores de plástico por separadores de concreto, ya que como se observo durante el vaciado estos son muy fácilmente removidos disminuyendo el recubrimiento del acero de la losa. Los separadores de plástico (como se muestra en las figuras) muchas veces terminan en los muros sin tener ningún propósito, otras veces son pisadas durante el vaciado y terminan triturándose muy fácilmente
- Se sugiere cambiar al operario por un ayudante, que reemplace la limpieza y la colocación de dados de recubrimiento que está realizando el operario

ENCOFRADO DE MURO – LOSA

I. DESARROLLO DEL ANALISIS

1. Nombre de la partida

Encofrado y desencofrado de muro-losa del sistema Aluma



2. Rango de mediciones

La actividad comienza a las 4:00am con el desarmado de alineadores, chavetas, etc.

Para pasar al desencofrado de placas y losa. La actividad termina con la verificación del alineamiento y verticalidad de los muros

### 3. Mano de obra

Se ha dividido a los encofradores en dos grupos, uno por cada departamento. En total son 25 trabajadores, de los cuales se han medido 4 trabajadores

4 obreros

2 Operarios

2 ayudantes

### 4. Comentarios

- En esta actividad, realizar las mediciones de productividad a toda la cuadrilla se hace imposible de realizar por una sola persona. Así que se toma cuatro obreros al azar para hacer las mediciones. Estos obreros no son escogidos tan a la ligera, sino con cierto criterio. Por ejemplo no tomar a dos obreros que trabajen juntos (los encofradores suelen trabajar en parejas) escoger, en la medida de lo posible a dos operarios y dos ayudantes. Todo esto es con la finalidad de obtener un mayor espacio muestral de las mediciones, tener mayor variación y así los resultados sean más confiables
- La cuadrilla de encofradores trabaja en tarea, es decir, suelen empezar sus labores a las 4:00am y cuando terminan su labor diaria (encostrar dos departamentos al día) se retiran de la obra
- Durante el vaciado no se queda una pareja de encofradores para revisar el correcto alineamiento y verticalidad de las planchas. La cuadrilla de vaciadores es la encargada de corregir estos defectos en caso sucedan durante el vaciado

### 5. Rendimiento

→ Producción: 487 m<sup>2</sup>

Núm. de obreros: 25

Horas trabajadas: 6.5

→ Recursos usados: 162.5hh

⇒ **Rendimiento=0.33hh/m<sup>2</sup> (RENDIMIENTO DIARIO - RD)**

### 6. Seguridad

a. Accesorios de seguridad

- Botas de seguridad con punta de acero

- Lentes de seguridad
  - Guantes
  - Casco
  - Uniforme completo
  - Taponos de oídos
  - Arnés de seguridad
- b. Responsabilidades:
- Colocarse el arnés para pasar cerca al perímetro de los departamentos
  - Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado, no tirar los accesorios de las planchas metálicas en el piso
  - Colocar todos los accesorios en el cilindro que corresponda
  - Movilizar las planchas con cuidado
  - No tener contacto directo con el desmoldante
  - Usar guantes en todo momento
- c. Comentarios
- La cuadrilla no tiene el mismo color de casco, hay trabajadores con casco rojo, amarillo y azul, haciéndose difícil diferenciar la cuadrilla de encofradores de otras cuadrillas
  - El 100% de transporte de planchas lo realizan el personal obrero
  - El encofrado es de aluminio y no tiene mucha densidad, por lo tanto su transporte es fácil. Una plancha es transportada por una sola persona
  - Cuando ingresa el personal a trabajar (4:00am) hay únicamente 5 reflectores, de los cuales dos no están en las mejores condiciones (por momentos se apagan)
  - Cuando empiezan a trabajar, el personal no usa el total de los E.P.P. entregados por la empresa. Casi ninguno usa guantes, ninguno usa lentes y al momento de subir el encofrado al piso superior nadie usa arnés de seguridad. Recién a las 7:00am empiezan a usar los equipos de protección personal y colectiva

## II. RESULTADOS

### 1. Carta balance

Numero	Obr 1 Operario	Obr 2 Peon	Obr 3 Peon	Obr 4 Operario
1	ACC	E	I	ACC
2	ACC	E	RA	ACC
3	ACC	ACC	RA	ACC
4	ACC	ACC	RA	ACC
5	ACC	ACC	RA	ACC
6	ACC	I	I	ACC
7	ACC	ACC	ACC	I
8	ACC	I	ACC	I
9	ACC	ACC	ACC	ACC
10	CPM	ACC	ACC	ACC
11	CPM	ACC	ACC	E
12	ACC	ACC	ACC	ACC
13	ACC	ACC	ACC	ACC

TP	
CPL	colocación de planchas en losa
CAL	colocar accesorios en losa
CPM	colocar planchas en muros
CAM	colocar accesorios en muros
ALIM	colocar alineadora
PUNT	colocar puntales

14	ACC	ACC	ACC	ACC
15	CPM	ACC	ACC	ACC
16	CPM	ACC	I	ACC
17	T	ACC	ACC	VIAJE
18	T	ACC	ACC	T
19	T	ACC	ACC	T
20	T	ACC	ACC	T
21	LE	ACC	N	T
22	LE	ACC	ACC	E
23	LE	ACC	ACC	T
24	ACC	ACC	I	T
25	ACC	ACC	ACC	E
26	QPM	CPM	CPM	ACC
27	QPM	QPM	QPM	QPM
28	QPM	QPM	ACC	QPM
29	QPM	ACC	ACC	ACC
30	T	ACC	ACC	T
31	T	ACC	ACC	X
32	QPM	QPM	ACC	ACC
33	T	QPM	QPM	ACC
34	T	QPM	QPM	ACC
35	T	ACC	ACC	ACC
36	T	ACC	ACC	ACC
37	T	ACC	ACC	ACC
38	VIAJE	ACC	ACC	ACC
39	ACC	QPM	ACC	ACC
40	ACC	N	ACC	ACC
41	ACC	QPM	ACC	ACC
42	QPM	QPM	E	ACC
43	ACC	ACC	ACC	T
44	QPM	VIAJE	N	X
45	QPM	VIAJE	I	ACC
46	QPM	ACC	ACC	VIAJE
47	QPM	ACC	ACC	VIAJE
48	T	QPM	ACC	ACC
49	T	QPM	ACC	ACC
50	T	ACC	I	QPM
51	T	ACC	I	QPM
52	T	CPM	ACC	ACC
53	T	LE	VIAJE	T
54	QAL	LE	X	T

TC	
ACC	retiro de accesorios en muros
I	recibir/dar instrucciones
RA	retiro de alineador
T	transporte de material
QPM	retiro de plancha en muros
X	búsqueda de accesorios
QAL	retirar accesorios en losa
QPL	retiro de planchas en losa
CD	Aplicación de desmoldante
LE	Limpieza de encofrado
TNC	
VIAJE	viaje improductivo
E	Esperas
R	trabajo rehecho
N	tiempo ocioso

Obrero 1	Juan Astete Bustamente (Op)
Obrero 2	Gustavo Simeon Sosa (Pe)
Obrero 3	Edgar Nizama Gonzales (Pe)
Obrero 4	Faustino Gallegos Silva(Op)

Núm.	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
55	QAL	I	I	QPM
56	QAL	E	ACC	ACC
57	QAL	I	T	ACC
58	QAL	T	T	QPM
59	QAL	E	I	ACC
60	QPL	E	I	ACC
61	QAL	T	ACC	ACC
62	QAL	T	ACC	T
63	QAL	T	VIAJE	T
64	QAL	T	VIAJE	T
65	T	T	VIAJE	T
66	T	T	VIAJE	QPM
67	T	T	ACC	QPM
68	T	T	ACC	ACC
69	T	QPM	ACC	ACC
70	T	QPM	ACC	ACC
71	T	QPM	ACC	QPM
72	T	QPM	ACC	ACC
73	T	QPM	ACC	ACC
74	E	QPM	QPM	ACC
75	T	QPM	ACC	ACC
76	LE	T	ACC	ACC
77	QPM	T	ACC	ACC
78	QPM	T	QPM	ACC
79	T	T	QPM	ACC
80	T	N	E	ACC

Núm.	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
118	N	CPM	N	T
119	N	CPM	VIAJE	T
120	N	CPM	VIAJE	CPM
121	N	CPM	VIAJE	CPM
122	N	CPM	VIAJE	CD
123	T	CAM	VIAJE	CD
124	N	VIAJE	LE	CPM
125	CAM	VIAJE	LE	CAM
126	CAM	VIAJE	LE	CAM
127	CAM	X	CD	CPM
128	CAM	X	CD	CPM
129	CAM	CD	VIAJE	CPM
130	CAM	N	X	CAM
131	CAM	N	X	CAM
132	I	N	N	CAM
133	I	CAM	N	CAM
134	N	CAM	VIAJE	CAM
135	N	CAM	VIAJE	CAM
136	N	I	I	CPM
137	N	CPM	T	CPM
138	N	CPM	T	CPM
139	T	CPM	T	CPM
140	I	CAM	T	CAM
141	I	CAM	T	CAM
142	I	CAM	T	CAM
143	I	CAM	T	T

81	LE	VIAJE	E	ACC
82	LE	I	R	ACC
83	LE	I	R	ACC
84	LE	T	T	ACC
85	LE	T	T	ACC
86	CPM	I	T	ACC
87	LE	VIAJE	E	ACC
88	LE	CD	T	ACC
89	CPM	CD	E	ACC
90	CPM	CAM	T	ACC
91	T	CAM	T	T
94	T	CPM	VIAJE	T
95	T	CPM	T	T
96	CAM	CPM	T	T
97	CAM	VIAJE	VIAJE	T
98	N	VIAJE	T	T
99	N	T	VIAJE	T
100	N	E	T	E
101	CD	T	N	T
102	N	T	E	T
103	CPM	I	E	E
104	CD	E	VIAJE	E
105	CD	LE	VIAJE	E
106	CPM	LE	T	T
107	CPM	CD	T	T
108	CPM	CD	T	T
109	CAM	CPM	VIAJE	T
110	CAM	T	VIAJE	N
111	CAM	T	N	N
112	X	T	N	VIAJE
113	X	T	CD	VIAJE
114	X	LE	CD	T
115	CD	LE	N	T
116	N	CPM	N	T
117	N	CPM	N	T

Núm.	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
181	QAL	CPL	CPM	CPL
182	QAL	CPL	CPM	CPL
183	QAL	CAL	CPM	CAL
184	QPL	CAL	CAM	CAL
185	QAL	CAL	CAM	CAL
186	QAL	CAL	CAM	CAL
187	QPL	CPL	CAM	CPL
188	QPL	CAL	CAM	CAL
189	QAL	CAL	CAM	CAL
190	QAL	CAL	CAM	CAL
191	VIAJE	VIAJE	CPM	I
192	VIAJE	VIAJE	CAM	I
193	VIAJE	VIAJE	CAM	I
194	QAL	VIAJE	CAM	I
195	QAL	T	E	CPL
196	QAL	T	CD	CPL
197	QAL	LE	CD	N
198	QPM	LE	X	N
199	QPM	CD	T	N
200	QAL	VIAJE	CPL	N
201	QAL	VIAJE	VIAJE	CPL
202	QAL	CAL	VIAJE	CPL
203	QAL	E	CAM	CAL
204	QPM	E	CAM	CD
205	QAL	E	I	CD
206	QPM	E	E	N
207	E	N	CAM	CAL
208	E	N	CAM	CPL
209	QAL	CAL	CAM	CPL
210	QAL	CAL	CAM	CAL
211	QAL	N	VIAJE	CAL
212	QAL	N	E	CAL
213	QPM	N	E	N
214	QAL	CAL	CAL	CAM

144	I	VIAJE	LE	T
145	I	T	LE	T
146	VIAJE	T	CD	VIAJE
147	VIAJE	CPM	CD	VIAJE
148	VIAJE	CAM	CAM	CAM
149	VIAJE	CAM	N	CAM
150	VIAJE	CAM	N	CAM
151	VIAJE	X	CAM	CAM
152	VIAJE	X	T	ACC
153	VIAJE	CPM	T	N
154	VIAJE	CAM	CPM	CAM
157	VIAJE	E	CD	CPM
158	VIAJE	E	CPM	CAM
159	N	T	CPM	CAM
160	N	T	CAM	CPM
161	N	I	CAM	CAM
162	N	T	CAM	CAM
163	N	E	CAM	CAM
164	N	T	CAM	E
165	N	CPM	CAM	T
166	T	CPL	CAM	T
167	T	CAL	E	T
168	T	CAL	E	T
169	QAL	CAL	E	T
170	QAL	CAL	E	E
171	QPL	CAL	E	E
172	QPL	CPL	E	E
173	QAL	CAL	E	T
174	QAL	CAL	E	T
175	QAL	CPL	E	T
176	QPL	CAL	E	T
177	QAL	CAL	E	T
178	QAL	CAL	E	T
179	QPL	CPL	E	T
180	QPL	CPL	E	T

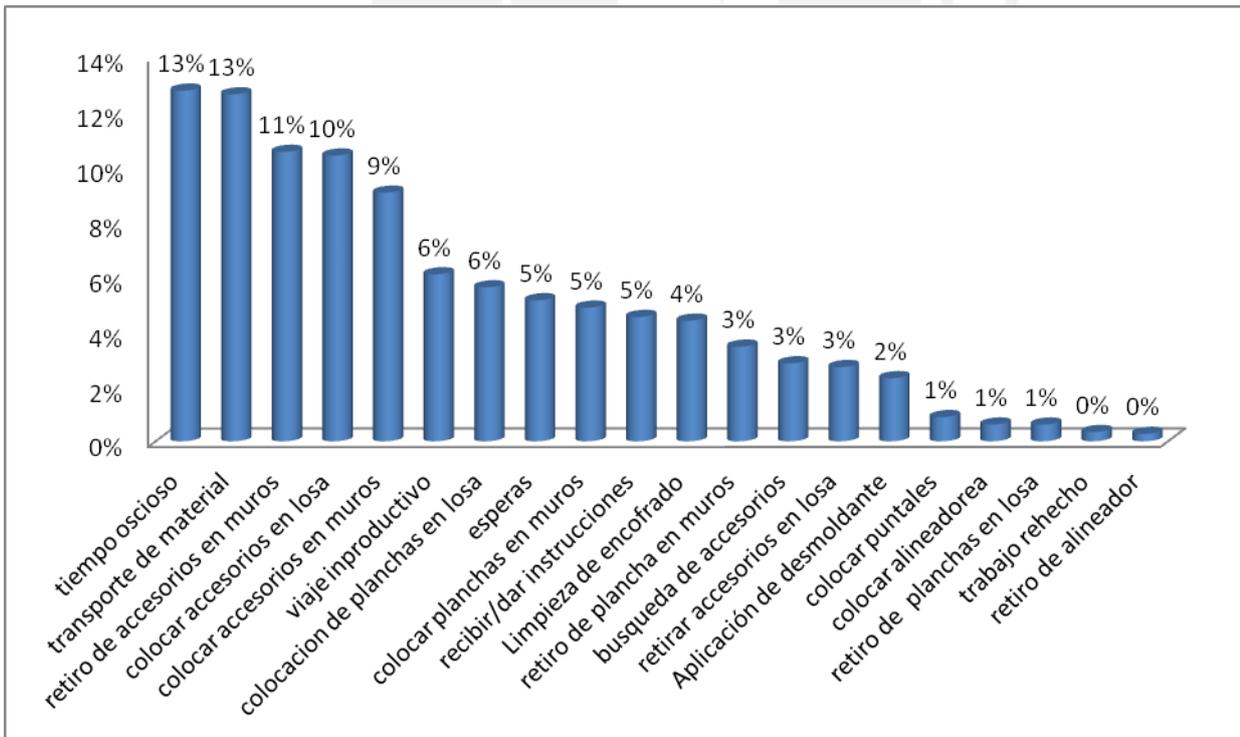
Núm.	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
243	LE	N	I	CAL
244	T	X	CAM	CAL
245	T	CAL	CAM	CAL
246	E	N	CAM	VIAJE
247	N	CAL	CAM	VIAJE
248	N	CAL	CAM	LE
249	CPL	CAL	CAM	LE
250	N	CAL	CAM	CPM
251	CPL	CPL	CPM	CPM
252	CPL	CAL	CAM	LE
253	LE	CAL	VIAJE	LE
254	CPL	CAL	VIAJE	LE
255	CPL	E	VIAJE	LE
256	LE	E	VIAJE	R
257	LE	E	VIAJE	R
258	LE	E	VIAJE	X
259	N	N	T	X
260	N	N	T	X
261	N	N	T	X
262	CPL	CPL	T	N
263	CPL	CAL	T	ALIM
264	N	CPL	E	ALIM
265	N	CPL	T	ALIM
266	CPL	N	T	N
267	CAL	N	T	N
268	CAL	N	T	N
269	CAL	I	T	N
270	CAL	LE	T	N
271	CAL	LE	VIAJE	N
272	CAL	CAL	T	N
273	CAL	CAL	VIAJE	VIAJE
274	CAL	CAL	X	VIAJE
275	X	CPL	X	VIAJE
276	X	CPL	VIAJE	VIAJE

215	QAL	CAL	E	CAM
216	QPM	CAL	X	CAM
217	QAL	CAL	LE	CPL
218	QPM	CAL	LE	X
219	E	CAL	LE	X
220	E	CAL	VIAJE	CPL
221	E	VIAJE	CAM	CPL
222	E	VIAJE	CAM	CPL
223	T	CAL	LE	LE
224	N	CAL	LE	LE
225	N	CAL	CPM	LE
226	T	N	CAM	CAL
227	T	VIAJE	CAM	CPL
228	T	X	CAM	N
229	E	N	CAL	N
230	T	CAL	CAL	CAL
231	E	CAM	CAL	CAL
232	T	CAM	CAL	N
233	T	N	CPM	I
234	N	N	CPM	I
235	T	N	CPM	N
236	N	T	CAM	N
237	N	T	CAM	N
238	N	E	CAM	N
239	N	E	CAM	N
240	LE	X	N	N
241	T	X	N	N
242	LE	N	N	CAL
Núm.	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
305	CAL	T	LE	N
306	CPL	CPM	LE	N
307	CAL	CPM	LE	N
308	CAL	CPM	LE	CAL
309	CAL	CAM	CPL	N
310	PUNT	X	CPL	N
311	N	PUNT	CAL	CAL
312	N	PUNT	CAL	CAL
313	N	CAL	VIAJE	N
314	N	CPM	VIAJE	N
315	N	CPM	N	N
316	N	CPM	N	N
317	N	CPM	N	N
318	N	ALIM	N	N
319	CAL	ALIM	CAL	PUNT
320	LE	ALIM	CPL	R
321	N	ALIM	N	N
322	CAL	ALIM	CPL	N
323	CAL	ALIM	CAL	N
324	CPL	CAL	CPL	N
325	CAL	CAL	CAL	X
326	CAL	CAL	CAL	X
327	CAL	CPL	CPL	X
328	CPM	CAM	CAL	N
329	CAL	CAM	CAL	N
330	CAL	T	CAL	CPM
331	CAL	T	CAL	CPM
332	N	T	CPL	N
333	N	CAM	CPL	CD
334	N	CAM	CPL	N
335	CAL	CAM	CAL	N
336	N	CAM	CAL	N
337	N	CAM	N	LE

277	CAL	CPL	VIAJE	VIAJE
278	CAL	CAL	T	VIAJE
279	CAL	CAL	T	VIAJE
280	CPL	CAL	CPL	LE
281	CAL	X	CAM	LE
282	CAL	N	CAM	LE
283	CAL	N	CAM	LE
284	CD	N	CAM	N
285	CD	X	CAM	N
286	CPL	CPL	CAM	N
287	N	T	CAM	CPL
288	CAL	I	CAM	CPL
289	CPL	CAL	CAM	CAL
290	CAL	X	CAM	N
291	N	X	CAM	N
292	CAL	X	CAM	N
293	CAL	CPL	CAM	CPM
294	N	CAL	CAM	CPM
295	I	CAL	CAM	CPM
296	CAL	I	CAM	CPM
297	N	I	CAM	N
298	N	I	CD	N
299	CPL	CAM	CD	LE
300	CPL	I	CD	N
301	CPL	I	CD	N
302	PUNT	T	CD	N
303	PUNT	T	CD	N
304	PUNT	T	LE	N
Núm.	Obr 1	Obr 2	Obr 3	Obr 4
338	CAL	CAL	X	LE
339	CAL	CAL	CAL	CAL
340	CPL	CAM	CAL	CPL
341	CAL	CAM	CAL	CPL
342	CAL	I	LE	I
343	CAL	I	X	LE
344	CAL	I	CPL	CPL
345	CAL	I	CPL	CPL
346	CAL	I	CPL	N
347	CPL	CAM	CPL	N
348	CPL	CAM	CPL	N
349	CPL	CAM	CPL	I
350	CAL	CAM	N	N
351	CPL	X	I	I
352	CAL	CAM	I	I
353	CAL	CAM	N	N
354	CAL	X	CPL	CPL
355	X	PUNT	CAL	LE
356	CAL	PUNT	N	N
357	CAL	PUNT	T	N
358	CAL	I	T	N
359	CAL	I	PUNT	CAL
360	CAL	I	PUNT	CAL
361	T	I	PUNT	CAL
362	T	I	N	N
363	LE	I	N	N
364	CD	CAL	N	N
365	VIAJE	CAM	E	N
366	I	I	CAM	N
367	LE	I	E	E
368	CPL	E	N	N
369	CPL	E	CPL	E
370	CPL	E	CPL	E

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Total	Incid. total	Incid. por trabajo	%
------	---------	--------------------------	-------	--------------	--------------------	---

TP	CPL	Colocación de planchas en losa	83	6%	18%	31%
	CAL	Colocación accesorios en losa	154	10%	33%	
	CPM	Colocación planchas en muros	72	5%	15%	
	CAM	Colocación accesorios en muros	134	9%	29%	
	ALIM	Colocación alineadora	9	1%	2%	
	PUNT	Colocación puntales	13	1%	3%	
TC	ACC	Retiro de accesorios en muros	156	11%	24%	44%
	I	Recibir/dar instrucciones	67	5%	10%	
	RA	Retiro de alineador	4	0%	1%	
	T	Transporte de material	187	13%	29%	
	QPM	Retiro de plancha en muros	51	3%	8%	
	X	Búsqueda de accesorios	42	3%	6%	
	QAL	Retiro accesorios en losa	40	3%	6%	
	QPL	Retiro de planchas en losa	9	1%	1%	
	CD	Aplicación de desmoldante	34	2%	5%	
	LE	Limpieza de encofrado	65	4%	10%	
TNC	VIAJE	Viaje improductivo	90	6%	25%	24%
	E	Esperas	76	5%	21%	
	R	Trabajo rehecho	5	0%	1%	
	N	Tiempo ocioso	189	13%	53%	



## 2. Evaluación de resultados

- La actividad analizada se encuentra dentro de la clasificación C, respecto al criterio de evaluación establecido, con un trabajo productivo del orden de 31%. Esto quiere decir que la partida en mención tiene un amplio potencial de mejora
- La medición de la actividad fue de principio a fin, cubriendo todo el rango de mediciones
- Normalmente tardan 6.5 horas en realizar esta actividad (como se indico en el cálculo de rendimiento). En el día de la medición les tomo 6.2 horas, entonces se puede decir que la medición se realizo en un día de trabajo normal, sin variaciones y con toda la cuadrilla trabajando
- La actividad de trabajo rehecho se refiere a sacar una plancha de encofrado que ya ha sido colocada, para corregirla y así tener un correcto alineamiento y aplomado. De todas maneras se observa que esta actividad es una de las menos incidentes con un tiempo total de 0.3% ( que corresponde al 1% del TNC)
- Debido a la gran cantidad de actividades que hay en esta partida (20 actividades) la variación del tiempo entre las veinte actividades es pequeña, el máximo tiene 13% del tiempo
- Dentro del trabajo contributorio, la sub-tarea que toma mayor tiempo es transporte de material que ocupa el 29% del TC
- Dentro del trabajo no contributorio, la sub-tarea que toma el mayor tiempo es el tiempo ocioso, que ocupa más de la mitad del TNC con un 53%
- En cuanto a las actividades por trabajador, se muestra el siguiente cuadro resumen

	Nombre y Apellidos	Cargo	TP	TC	TNC
Obrero 1	JUAN ASTETE BUSTAMANTE	Operario	28%	49%	23%
Obrero 2	GUSTAVO SIMEON SOSA	Peón	40%	41%	19%
Obrero 3	EDGAR NIZAMA GONZALES	Peón	32%	42%	26%
Obrero 4	FAUSTINO GALLEGOS SILVA	Operario	26%	44%	29%

Se puede apreciar que los trabajadores con mayor tiempo productivo son los dos peones. También se puede observar que el trabajador con mayor tiempo productivo es el mismo que tiene menos tiempo no contributorio (Gustavo Simeón, peón). Se puede explicar que los peones tengan mayor TP porque dedican mucho más tiempo a la colocación de accesorios en muros. Los operarios realizan mayor metrado pero les toma menos tiempo realizar esa actividad. Por otro lado, los operarios tienen mayor incidencia en el tiempo ocioso. A continuación se presenta el cuadro de actividad por trabajador

			obrero1	obrero2	obrero3	obrero4
			OPERARIO	PEON	PEON	OPERARIO
Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Incid. total	Incid. total	Incid. total	Incid. total
TP	CPL	colocación de planchas en losa	6%	5%	5%	6%

TP	CAL	colocar accesorios en losa	14%	15%	6%	3%
TP	CPM	colocar planchas en muros	3%	7%	4%	6%
TP	CAM	colocar accesorios en muros	3%	10%	16%	7%
TP	ALIM	colocar alineadora	0%	2%	0%	1%
TP	PUNT	colocar puntales	1%	1%	1%	0%
TC	ACC	retiro de accesorios en muros	5%	9%	13%	16%
TC	I	recibir/dar instrucciones	3%	8%	4%	3%
TC	RA	retiro de alineador	0%	0%	1%	0%
TC	T	transporte de material	14%	11%	12%	14%
TC	QPM	retiro de plancha en muros	5%	5%	2%	2%
TC	X	búsqueda de accesorios	2%	4%	2%	3%
TC	QAL	retirar accesorios en losa	11%	0%	0%	0%
TC	QPL	retiro de planchas en losa	2%	0%	0%	0%
TC	CD	Aplicación de desmoldante	2%	2%	4%	1%
TC	LE	Limpieza de encofrado	6%	3%	4%	5%
TNC	VIAJE	viaje improductivo	5%	5%	10%	4%
TNC	E	Esperas	3%	6%	8%	4%
TNC	R	trabajo rehecho	0%	0%	1%	1%
TNC	N	tiempo ocioso	16%	7%	8%	20%

- Esta cuadrilla está trabajando con tarea, por lo que el tiempo no contributivo los afecta directamente a ellos. A pesar de lo anterior, la cuarta parte del tiempo que están trabajando es no contributivo, esto seguramente obedece a que la cuadrilla está demorando mas la entrega del encofrado para no terminar con demasiada anticipación al vaciado, dicho de una manera más sencilla: “la cuadrilla se está aguantando, para que los ingenieros no piensen que están con demasiado tiempo de sobra”. El primer indicio para llegar a esta conclusión es que más de la mitad de su TNC corresponde a tiempo ocioso
- Normalmente, la cuadrilla encofra hasta las 10:30 am, si se eliminara el tiempo ocioso y las esperas entregarían el encofrado a las 9:20am.
- Es importante mencionar que se ha hecho las mediciones a cuatro de los veinticinco trabajadores de la cuadrilla, Es decir, el espacio muestral es muy pequeño y no se puede generalizar hacia toda la cuadrilla sin tener un porcentaje bajo de confiabilidad. Para obtener un estudio mejor de la cuadrilla, debería haber muchas más personas encargadas de realizar las mediciones. Se sugiere que todos los encargados de la toma de datos deberían hacer la medición al mismo tiempo
- La cuadrilla no está balanceada

### 3. Propuestas de mejora

- Si la cuadrilla entrega el encofrado a las 9:20am (eliminando el tiempo ocioso y las esperas), se tiene dos caminos: Uno, empezar el vaciado a esa hora, con lo cual la cuadrilla de vaciadores tendrían mayor tiempo para el vaciado y se podría prescindir de un integrante de la cuadrilla. O dos, si no se necesita que la cuadrilla

de encofradores termine tan temprano, se puede prescindir de ~~dos parejas~~ de encofradores para seguir entregando a la misma hora

- Se recomienda un mayor control por parte de ambos jefes de grupo y del ingeniero de campo para reducir el gran porcentaje de tiempo ocioso
- Tener especial cuidado en el correcto uso de los equipos de protección individual y colectiva, ya que se observó que antes de las 7:30 en personal no utilizó el equipo completo
- Reforzar el trabajo por cuadrillas, ya que se observó personal trabajando de manera individual. Esto origina una pérdida del rendimiento aumentando principalmente el porcentaje de TC. Una forma de exigir el trabajo por parejas es pintar en un plano los muros y losas que deberán ser encofrados por cada pareja de trabajadores. Entonces cada pareja tendrá un color distinto en el plano que indique que parte es tu tarea diaria, esta tarea debe ser la misma todos los días para sacar el mayor provecho a la especialización de la mano de obra. Cada pareja será la responsable de su trabajo. Por ejemplo, si durante el vaciado se abre una placa, se deberá informar al ingeniero de campo cual placa se abrió para encontrar a la pareja directamente responsable de aquella falta
- Para evitar las pérdidas de los accesorios de encofrado, se recomienda darles a cada pareja una misma cantidad de accesorios y pintarlos de un mismo color, darles un cilindro para tener todos sus accesorios en un mismo lugar y hacerlos responsables a cada pareja de sus accesorios
- El transporte de material es la actividad que toma mayor tiempo, por lo que se recomienda el uso de la grúa para el transporte vertical y horizontal de las planchas. Se puede transportar muros semi-armados y paquetes de planchas

## VACIADO DE MURO - LOSA

### I. DESARROLLO DEL ANALISIS

#### 1. Nombre de la partida

Vaciado monolítico de concreto en muro y losa ( $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>)



#### 2. Rango de mediciones

El análisis empieza cuando la cuadrilla de vaciado sube a la losa que acaba de ser encofrada, se empieza vaciando los muros de un primer departamento, mientras que en el segundo departamento se encuentran la cuadrilla de acero en losa e instalaciones (sanitarios-agua y eléctricos), cuando se pasa a vaciar los muros del segundo departamento, las cuadrillas de acero e instalaciones deben pasar al primer departamento libre para terminar de colocar el acero y las tuberías en la losa. Cuando se termina el vaciado de todos los muros del sector diario, se sigue de manera consecutiva el vaciado de la losa (se entiende que para esa hora ya terminaron las cuadrillas previamente mencionadas). El análisis termina cuando se termina de reglear toda la losa, se retiran los burritos, se procede a la limpieza de materiales usados y una limpieza del lugar de encofrado de muros del día siguiente

### 3. Mano de Obra

#### 6 obreros

- 1 capataz
- 2 operarios
- 2 oficiales
- 1 peón

### 4. Comentarios

- Durante el vaciado de muros, el peón se encuentra golpeando los muros con martillo de goma para evitar la segregación del concreto
- Se usa regla de aluminio liviana durante el vaciado de losa
- En algunas obras, para el control del nivel de vaciado (vale decir altura de la losa) se tiene a un topógrafo con su ayudante durante todo el vaciado colocando los puntos que indican la altura del vaciado. En el proyecto en estudio, se usa unas varillas de fierro con patas para apoyarse en la losa llamados burritos. Estos burritos se colocan durante el vaciado para marcar de manera más sencilla los puntos, para de a partir de esos puntos, reglear la losa. Los burritos son sacados al final del regleado para limpiarlo y su volverlo a usar
- Durante el vaciado no se tiene una pareja de encofradores para revisar el correcto alineamiento y verticalidad de las planchas. Por lo que la cuadrilla de vaciadores es la encargada de corregir estos defectos en caso sucedan durante el vaciado

### 5. Rendimiento

→ Producción: 32 m<sup>3</sup>

Núm. de obreros: 6

Horas trabajadas: 8.5

→ Recursos usados: 51hh

⇒ **Rendimiento=1.6 hh/m<sup>3</sup> (RENDIMIENTO DIARIO - RD)**

### 6. Seguridad

a. Accesorios de seguridad

- Botas de seguridad con punta de acero
- Lentes de seguridad
- Guantes
- Casco
- Uniforme completo
- Tapones de oídos
- Arnés de seguridad

b. Responsabilidades:

- Colocarse el arnés para pasar cerca al perímetro de los departamentos
- Cuando se termina el vaciado de losa, pasar al lugar del vaciado del día siguiente y limpiarlo con soplete (especialmente el acero de los muros a vaciar el día siguiente)
- Mantener el lugar de vaciado limpio y ordenado, no dejar ningún material o accesorio dentro de los muros o la losa previo al vaciado
- No tener contacto directo con el concreto, usar siempre herramientas como palas, plancha de batir, badilejo, botas, etc. Para tocar el concreto con la piel
- Usar los lentes de seguridad en todo momento

c. Comentarios

- La cuadrilla no tiene el mismo color de casco, hay trabajadores con casco amarillo, azul y rojo, incluso cambian de casco después del almuerzo. Esto hace difícil diferenciar la cuadrilla de encofradores de otras cuadrillas y aun más, diferenciarlos entre ellos para hacer una correcta carta balance
- Solo el capataz usa los lentes de seguridad, todos los demás lo usan por pequeños momentos o simplemente no lo usan. La respuesta siempre es la misma: “los lentes que me dan, se empañan”
- Al inicio del vaciado, la cuadrilla encargada de colocar los andamios y las líneas de vida aun se encuentra retirando los tablonces de los andamios del día anterior, por lo que la cuadrilla de vaciadores empiezan a trabajar sin una línea de vida donde engancharse
- En casi todo el tiempo, la cuadrilla no usa arnés de seguridad
- Muchas veces la cuadrilla debe subir a la losa y empezar el vaciado de los muros cuando no se ha terminado de encofrar todos los paños de la losa, por lo que se tiene varios grandes huecos en la losa
- Ninguna cuadrilla se encarga de revisar la limpieza de los muros antes del vaciado. Durante el estudio se pudo observar mucha suciedad en la parte inferior de los muros ya encofrados, incluso una vez se encontró un par de lentes y una lata de pegamento PVC en el muro

## II. RESULTADOS

1. Carta balance

	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
	Of	Cap	Of	Op	Op	Pe
1	E	E	E			
2	E	E	E			
3	E	E	E			
4	C	C	C			
5	E	M	M			
6	E	M	M			
7	E	I	E			
8	E	M	M			
9	E	M	M			
10	E	E	E			
11	E	E	E			
12	E	E	E			
13	E	E	E			
14	C	C	C			
15	V	M	M			
16	V	E	M			
17	E	E	E			
18	V	E	M			
19	V	M	M			
20	E	E	E			
21	C	C	M			
22	V	E	M			
23	E	E	E			
24	E	E	C			
25	E	M	M			
26	E	E	E			
27	E	E	E			
28	C	C	C			
29	M	M	M			
30	V	M	M			
31	E	E	M			
32	C	C	C			

TP	
C	Vaciando concreto
U	Reglear
Z	Acomodando el concreto con pala o pie
TC	
V	Vibrando
A	Acarreo de material
F	Colocando frisos en un extremo
I	Dando / recibiendo instrucciones
R	Juntar concreto en un balde para llenar en otro lado
GL	Golpear con martillo la parte superior de el encofrado
B	Poner / sacar burros
Q	Limpieza de herramientas
S	Sopletear la zona de trabajo del día siguiente
G	Sacar materiales de la losa y juntarlos
TNC	
E	Esperando que llegue el chute para vaciar
M	Metiendo ( al muro )el concreto que quedo en la losa
N	Tiempo ocioso
X	Salir / regresar al almuerzo fuera de tiempo
VI	Viajes improductivos
BA	Necesidades fisiológicas

	Nombres y Apellidos (Cargo)
obr 1	Pablo Gallardo Ampudia (Oficial- vibrador)
obr 2	Hugo Rodriguez figueroa (Capataz)
obr 3	Elmer Zenon Rofriguez (Oficial- albañil)
obr 4	Max Arimburgo Cuscano (Operario - albañil)
obr 5	Juan Nakandakari Diaz (Operario - albañil)
obr 6	Julio Viera Camen (Vecker) (peón)

	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
33	V	M	M			
34	V	I	M			
35	E	E	E			
36	C	C	C			
37	V	I	VI			
38	V	I	VI			
39	E	E	VI			
40	C	C	C			
41	E	I	M			
42	E	E	E			
43	E	E	E			
44	C	C	C			
45	V	M	E			
46	E	E	E			
47	E	E	E			
48	C	C	C			
49	V	M	E			
50	E	E	E			
51	E	E	E			
52	C	C	C			
53	V	E	M			
54	E	E	E			
55	E	E	E			
56	C	C	C			
57	V	M	M			
58	V	E	M			
59	E	E	E			
60	C	C	C			
61	V	E	M			
62	V	M	M			
63	E	E	M			
64	N	E	M			
65	E	E	E			
66	V	M	M			
67	E	E	E			
68	E	E	E			

	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
95	C	C	C	E		
96	V	E	M	VI		
97	E	I	M	VI		
98	E	M	R	R		
99	E	I	R	R		
100	V	I	R	R		
101	E	E	E	E		
102	E	I	E	VI		
103	C	C	R	VI		
104	E	E	E	VI		
105	V	E	E	VI		
106	E	E	E	VI		
107	C	C	R	C		
108	E	M	E	M		
109	V	E	M	E		
110	E	E	E	F		
111	C	C	C	F		
112	V	N	M	M		
113	E	E	E	E		
114	E	E	E	E		
115	C	C	C	C		
116	E	E	E	M		
117	V	E	M	M		
118	E	E	E	E		
119	E	C	C	C		
120	E	C	C	C		
121	V	M	M	VI		
122	E	M	M	F		
123	V	M	M	VI		
124	C	C	C	VI		
125	V	M	M	VI		
126	V	M	M	VI		
127	E	E	E	VI		
128	VI	C	C	F		
129	VI	E	E	E		
130	VI	E	E	E		



69	E	E	E			
70	V	E	M	M		
71	V	I	E	I		
72	E	E	E	E		
73	E	C	C	C		
74	A	A	A	A		
75	X	X	X	X		
76	X	X	X	X		
77	X	X	X	X		
78	X	X	X	X		
79	X	X	X	X		
80	X	X	X	X		
81	X	X	X	X		
82	X	X	X	X		
83	X	X	X	X		
84	X	X	X	X		
85	X	E	E	G		
86	X	E	E	E		
87	E	E	E	E		
88	E	E	E	E		
89	E	E	E	E		
90	E	E	E	E		
91	E	E	E	E		
92	E	E	E	E		
93	E	E	E	E		
94	E	E	E	E		
	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
157	E	C	C	VI	GL	
158	V	E	M	VI	GL	
159	V	E	M	VI	GL	
160	E	E	E	VI	GL	
161	E	E	E	VI	GL	
162	C	C	C	VI	GL	
163	V	M	M	VI	VI	
164	V	E	M	VI	GL	
165	E	E	R	VI	GL	
166	E	E	E	VI	GL	
167	V	M	M	VI	N	
168	V	N	E	VI	GL	
169	E	E	E	VI	E	
170	C	C	C	VI	GL	
171	V	M	M	VI	GL	
172	E	E	E	VI	VI	
173	E	E	E	VI	VI	
174	C	C	C	VI	VI	
175	V	VI	M	VI	VI	
176	V	VI	M	VI	VI	
177	E	E	M	E	VI	
178	C	C	C	C	VI	
179	E	E	M	E	VI	
180	V	N	M	N	VI	
181	E	E	N	E	VI	
182	C	C	C	C	VI	
183	E	E	M	M	VI	
184	E	E	E	N	VI	
185	E	E	E	N	VI	
186	E	I	M	N	VI	
187	V	J	E	M	VI	
188	E	E	E	E	VI	
189	E	E	E	E	VI	
190	E	M	M	M	VI	
191	V	I	M	M	VI	
192	E	E	E	E	VI	
193	E	E	VI	VI	VI	
194	E	E	VI	VI	VI	
195	E	E	E	VI	VI	
196	E	E	E	VI	VI	
197	C	C	C	E	VI	
198	E	I	E	E	VI	A
199	V	E	E	M	VI	A
200	E	E	M	A	VI	A
201	E	E	E	A	VI	A
202	C	C	E	F	VI	A
203	A	M	M	E	VI	E
204	V	I	R	F	A	E

131	VI	E	E	E		
132	VI	C	C	VI		
133	V	M	M	VI		
134	V	M	M	VI		
135	E	E	E	VI		
136	C	C	C	VI		
137	V	M	M	VI		
138	E	E	E	VI		
139	E	E	E	VI		
140	C	C	C	VI		
141	V	M	M	VI		
142	E	E	E	VI		
143	E	E	E	VI		
144	C	C	C	VI		
145	V	M	M	N		
146	E	E	E	F		
147	E	E	E	F		
148	C	C	C	F		
149	V	E	E	F		
150	E	E	E	F		
151	E	E	E	N		
152	E	C	C	F		
153	V	I	M	F	GL	
154	V	E	E	F	GL	
155	E	E	E	E	GL	
156	E	E	E	N	GL	
	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
219	E	E	E	E	U	E
220	E	E	E	E	U	E
221	E	E	Z	E	E	Z
222	V	E	E	U	E	E
223	E	E	E	U	E	E
224	E	E	E	E	E	E
225	E	E	E	E	E	E
226	E	C	C	E	E	E
227	V	VI	Z	E	E	Z
228	E	VI	E	U	E	VI
229	E	VI	E	E	E	VI
230	C	VI	C	C	C	VI
231	V	VI	Z	Z	Z	VI
232	E	VI	Z	U	E	VI
233	E	VI	Z	U	E	VI
234	E	VI	E	E	E	VI
235	V	VI	Z	U	Z	VI
236	E	E	E	E	U	E
237	E	I	E	I	I	E
238	E	E	E	U	U	B
239	E	C	E	U	E	Z
240	V	E	Z	U	U	Z
241	E	B	Z	U	B	Z
242	E	E	E	U	E	Z
243	E	E	E	Z	B	E
244	E	Z	Z	U	E	Z
245	V	I	Z	U	E	E
246	N	E	Z	U	Z	A
247	N	C	E	U	C	C
248	V	E	Z	U	E	Z
249	E	E	Z	U	A	Z
250	N	E	Z	U	A	U
251	N	E	E	U	E	U
252	N	E	E	U	E	U
253	N	E	Z	U	Z	Z
254	V	E	E	U	U	B
255	VI	I	B	U	U	E
256	N	E	E	E	U	E
257	N	C	C	C	E	C
258	V	I	Z	U	Z	I
259	N	F	Z	U	E	F
260	E	E	E	U	E	E
261	E	E	E	U	E	E
262	E	C	C	U	C	E
263	V	E	E	U	U	E
264	E	E	Z	U	U	E
265	E	C	E	C	U	B
266	E	E	Z	E	U	E

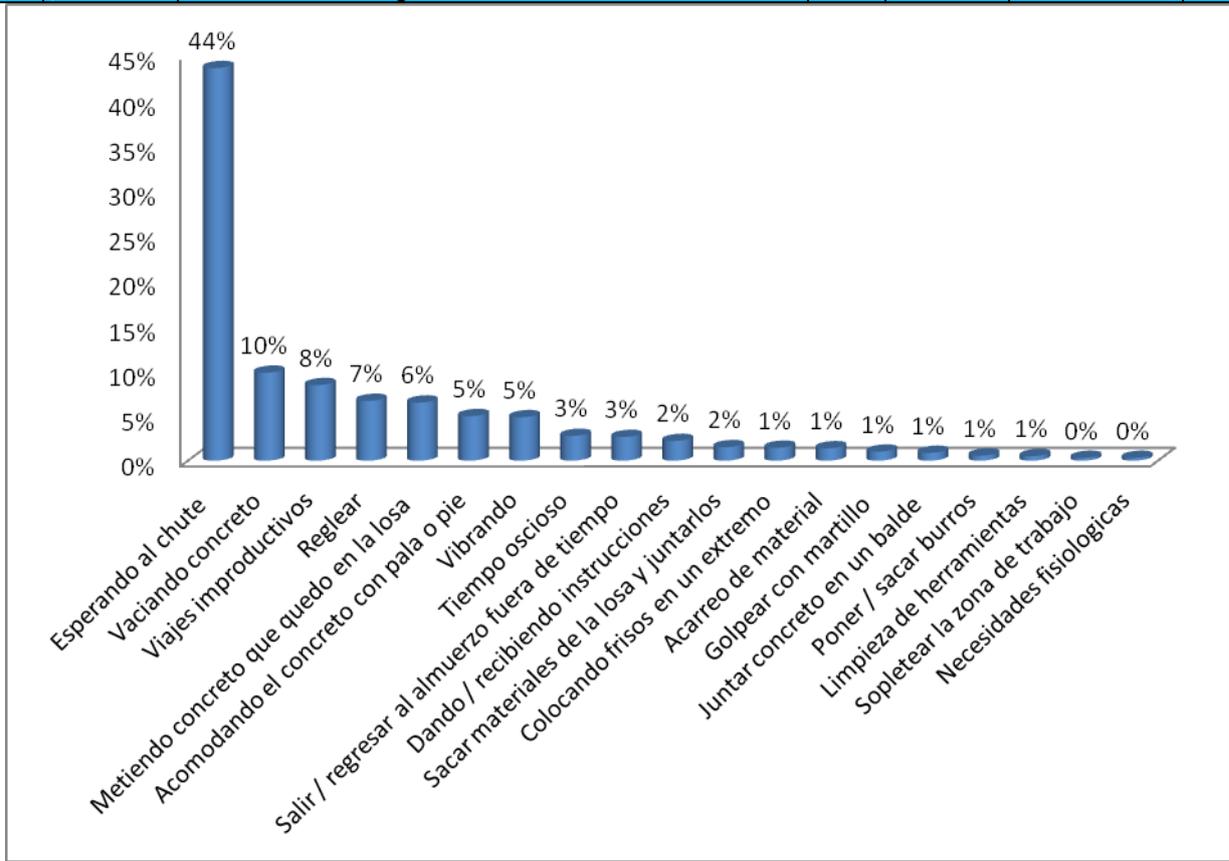
205	E	E	R	F	E	R
206	M	E	R	F	E	R
207	E	E	E	F	E	E
208	E	E	F	F	U	A
209	V	E	E	N	E	Z
210	E	E	E	N	U	E
211	E	E	E	N	Z	E
212	E	E	E	N	E	E
213	C	C	C	F	C	C
214	V	E	Z	N	U	E
215	E	E	E	N	U	B
216	C	C	C	F	C	C
217	V	E	Z	N	U	E
218	E	E	Z	E	U	E
	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
281	E	E	E	E	E	E
282	E	C	C	E	E	C
283	V	E	Z	U	E	Z
284	E	E	E	U	E	E
285	E	E	Z	U	E	E
286	E	E	A	U	E	E
287	V	E	Z	U	E	Z
288	V	E	E	U	E	E
289	E	E	E	E	E	E
290	VI	E	A	U	E	A
291	N	C	U	E	E	E
292	N	E	Z	U	Z	Z
293	V	E	Z	A	U	E
294	E	E	Z	U	U	Z
295	E	E	E	U	E	A
296	E	C	Z	Z	E	C
297	E	E	E	E	E	E
298	E	E	E	E	U	E
299	E	E	E	E	U	E
300	C	C	C	N	U	C
301	V	E	E	E	U	E
302	E	E	E	E	U	E
303	E	E	E	E	E	E
304	E	E	Z	E	E	Z
305	E	E	E	U	E	E
306	E	E	E	U	E	E
307	E	E	Z	U	Z	Z
308	V	I	E	U	U	E

267	V	E	Z	E	U	E
268	E	E	E	E	E	E
269	E	E	E	E	E	E
270	V	E	Z	E	U	Z
271	E	E	Z	E	U	E
272	E	E	E	E	U	U
273	E	I	E	E	U	E
274	N	C	Z	C	U	VI
275	V	E	Z	Z	U	E
276	E	E	E	E	U	E
277	E	E	E	E	U	E
278	E	C	C	C	U	C
279	V	E	Z	Z	U	Z
280	E	E	E	U	E	N
	ob 1	ob 2	ob 3	ob 4	ob 5	ob 6
309	BA	E	B	E	U	VI
310	BA	I	G	E	U	G
311	BA	C	G	C	U	G
312	BA	Z	E	Z	U	G
313	BA	V	Z	E	U	G
314	E	E	E	E	U	N
315	E	E	Z	Z	U	G
316	VI	E	E	Z	U	G
317	VI	E	Z	U	U	G
318	N	E	E	E	U	G
319	N	C	Z	C	U	G
320	N	I	E	Z	U	N
321	VI	VI	E	U	VI	G
322	VI	Q	E	E	E	N
323	VI	Q	E	E	E	E
324	VI	Q	E	E	E	E
325	VI	Q	E	E	E	E
326	VI	Q	E	E	E	E
327	VI	Q	E	C	E	E
328	VI	I	C	E	G	N
329	VI	Q	V	E	G	G
330	E	E	E	E	E	E
331	Q	I	E	U	G	G
332	S	I	E	U	VI	N
333	S	I	E	U	VI	N
334	S	I	G	U	VI	G
335	S	I	G	U	VI	G
336	S	I	G	N	VI	G

**NIVEL DE ACTIVIDAD:**

TIPO	LEYENDA	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	Total	Inc total	In por trabajo	%
TP	C	Vaciando concreto	156	10%	46%	21%
	U	Reglear	106	7%	31%	
	Z	Acomodando el concreto con pala o pie	79	5%	23%	
TC	V	Vibrando	77	5%	33%	15%
	A	Acarreo de material	22	1%	9%	
	F	Colocando frisos en un extremo	23	1%	10%	
	I	Dando / recibiendo instrucciones	35	2%	15%	
	R	Juntar concreto en un balde para llenar en otro lado	14	1%	6%	
	GL	Golpear con martillo la parte superior de el encofrado	16	1%	7%	
	B	Poner / sacar burros	9	1%	4%	
	Q	Limpieza de herramientas	8	1%	3%	
	S	Sopletear la zona de trabajo del día siguiente	5	0%	2%	
G	Sacar materiales de la losa y juntarlos	24	2%	10%		
TNC	E	Esperando que llegue el chute para vaciar	696	44%	68%	64%
	M	Metiendo ( al muro )el concreto que quedo en la losa	103	6%	10%	

N	Tiempo ocioso	44	3%	4%
X	Salir / regresar al almuerzo fuera de tiempo	42	3%	4%
VI	Viajes improductivos	134	8%	13%
BA	Necesidades fisiologicas	5	0%	0%



## 2. Evaluación de resultados

- La actividad analizada se encuentra dentro de la clasificación C, respecto al criterio de evaluación establecido, con un trabajo productivo del orden de 21%. Esto quiere decir que la partida en mención tiene un amplio potencial de mejora
- La medición de la actividad fue de principio a fin, cubriendo todo el rango de mediciones
- Hay una sola actividad que corresponde a trabajo re-hecho, por lo cual se cambio a “Metiendo (al muro) el concreto que quedo en la losa” con leyenda M.
- Lo que más llama la atención es el tiempo que se tiene esperando al chute que transporta concreto. El 44% del tiempo están esperando que el chute vaya primero a la fábrica de concreto, para recibir la descarga, y finalmente viaje de regreso hacia la zona de vaciado
- Debido a la gran cantidad de actividades que hay en esta partida (19 actividades) la variación del tiempo entre las actividades es muy pequeña, a excepción del tiempo de espera del chute, se tiene un mínimo de 0.31% y un máximo de 10%
- Dentro del trabajo contributorio, la sub-tarea que toma mayor tiempo es Vibrado que ocupa un tercio del TC

- Dentro del trabajo no contributivo, la sub-tarea que toma el mayor tiempo es esperar al chute o balde de concreto, que ocupa el 68% del TNC
- El recibir y movilizar el chute durante el vaciado de concreto lo puede hacer dos personas. Pensando en la seguridad (y que no tienen otra actividad que hacer) lo pueden hacer tres personas. Pero, como se muestra en la carta balance y en las fotos, hay varios momentos en los que el chute es agarrado por cuatro o incluso cinco personas. Esto ha sido considerado como que las cinco personas están vaciando, sin embargo, podría haberse considerado que tres están vaciando y los demás están en tiempo ocioso
- En cuanto a las actividades por trabajador, se muestra el siguiente cuadro resumen

	Nombres y apellidos	Cargo	TP	TC	TNC
Obr 1	Pablo Gallardo Ampudia	Oficial-vibrador	10%	25%	65%
Obr 2	Hugo Rodriguez figueroa	Capataz	16%	13%	71%
Obr 3	Elmer Zenon Rofriguez	Oficial-albañil	25%	6%	68%
Obr 4	Max Arimborgo Cuscano	Operario-albañil	28%	11%	60%
Obr 5	Juan Nakandakari Diaz	Operario-albañil	34%	14%	53%
Obr 6	Julio Viera Camen	Peón	22%	23%	55%

Es importante mencionar que los valores obtenidos en el cuadro anterior para los distintos trabajadores no son comparables, por ejemplo, el obr 1 solo tiene que vibrar y esperar a que llegue el siguiente vaciado para volver a vibrar, su única actividad productiva es vaciado de concreto. Por eso tiene el menor TP y el mayor TC.

- En toda actividad de vaciado, bajo la modalidad de concreto preparado en obra con una planta y transportado mediante grúa se tiene un inherente tiempo de espera, el cual tiene como cuello de botella la capacidad del balde donde se transporta el material. Sin embargo, los niveles de productividad y eficiencia, muestran un preocupante desbalance en los tiempos que el personal se encuentra en espera del chute, y el tiempo que dura el vaciado
  - Habría que hacer una ponderación de los tiempos que dura el vaciado bajo las condiciones actuales, y el costo que implica un vaciado con concreto premezclado, alcance no cubierto en la presente tesis
  - La cuadrilla no esta balanceada
3. Propuestas de mejora
- Debido al excesivo tiempo de “espera” se recomienda cualquiera de los siguientes caminos:
    1. Realizar un estudio para un procedimiento alternativo de suministro de concreto
    2. Incrementar la capacidad del balde como medio de transporte para incrementar la producción en los mismos lapsos de tiempo. Actualmente el balde solo pesa 200kg, el concreto que transporta pesa 720kg y la capacidad máxima de la grúa en la

punta es de 1000kg, por lo tanto, aumentar el tamaño del balde no es la solución. La solución sugerida es fabricar un balde de menor peso para así poder transportar más concreto en cada viaje. A continuación se presenta unos cuadros que muestran la mejora en productividad bajo esta nueva modalidad sugerida

SITUACION ACTUAL	
Volumen a vaciar diario(m3)	32
Capacidad de balde (m3)	0.3
Viajes de concreto (und)	107
Tiempo de cada viaje (min)*	4.3
Tiempo de vaciado (hrs)	7.61

PROPUESTA	
Volumen a vaciar diario(m3)	32
Nueva capacidad de balde (m3)**	0.34
Viajes de concreto (und)	94
Tiempo de cada viaje (min)*	4.3
Tiempo de vaciado (hrs)	6.69

\*Se Realizo un estudio de tiempos a el viaje del chute de concreto. A continuación se presenta el cuadro de resumen final

Resumen estudio de tiempos		
	Tiempo	Porcentaje
Tiempo de vaciado	0:44:48	17.4
Tiempo de ida (chute vacio)	1:01:40	24.0
Tiempo en fabrica	1:06:47	26.0
Tiempo de vuelta (chute lleno)	1:24:00	32.7
<b>Tiempo de un ciclo</b>	<b>4:17:15</b>	

\*\* La nueva capacidad del balde se calculo bajo el supuesto que el nuevo balde mas el concreto transportado pesaran lo mismo que la situación actual

SUPUESTO	
peso actual balde (kg)	200
Peso balde nuevo-aluminio (kg)	100

Los resultados de adoptar esta nueva modalidad son los siguientes:

RESULTADOS	
Reducción en número de viajes (und)	13
Reducción en tiempo de vaciado (hr)	0.93
Reducción en tiempo de vaciado (min)	56

En conclusión, bajo la nueva modalidad sugerida de conseguir un balde de concreto liviano, se reducirá el tiempo de vaciado en una hora

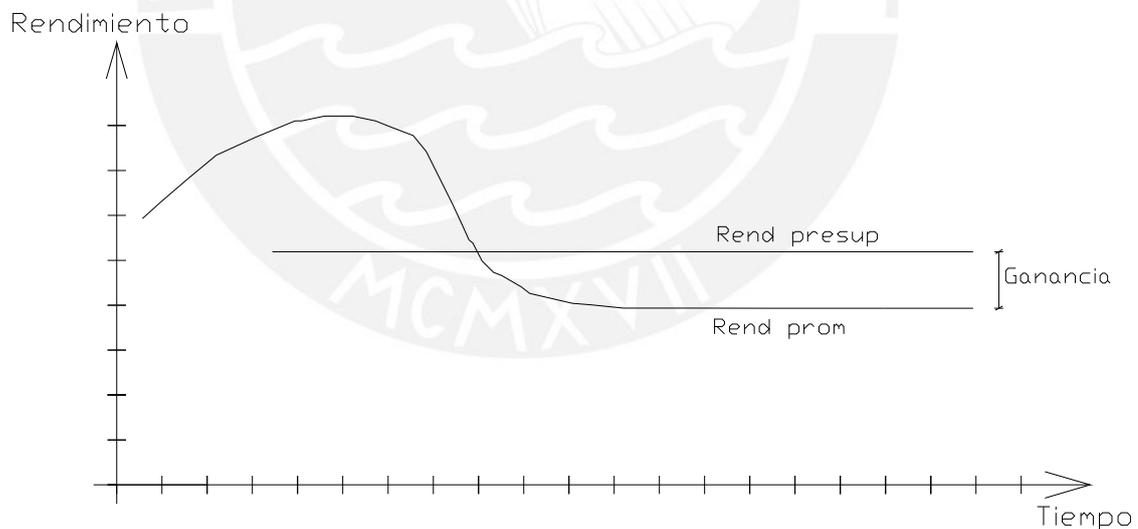
- Se considera posible, prescindir de una persona dentro de la cuadrilla, pues en muchos casos se observo a cuatro o incluso cinco personas dirigiendo el balde, este trabajo puede incluso llegar a hacerlo una persona (como se muestra en las fotos). Se repartirá las labores entre el resto de la cuadrilla

- Se recomienda que el ingeniero de campo revise los muros antes del vaciado, y que el ingeniero sea el encargado de dar el visto bueno y el pase para iniciar el vaciado, si el encuentra que se no hay limpieza en el muro a vaciar, el no deberá dar pase para iniciar el vaciado hasta que se levante la observación. De esta manera el personal obrero en general se preocupara más en la limpieza de su lugar de trabajo. Reducir este impacto es importante para las actividades posteriores como resane, solaqueo y empaste
- Para mejorar la calidad de las losas después del vaciado, se recomienda usar reglas de aluminio pesadas. A diferencia de las reglas livianas, estas no se levantan al momento del vaciado y hacen más fácil y rápida la labor del operario al momento de reglear
- Se recomienda un control exigente de la seguridad en la obra. El vaciado es una actividad de alto riesgo, y la prevención de los accidentes debe ser prioridad para la cuadrilla. Esto inclusive puede tener un impacto directo en la productividad

## 8. CONCLUSIONES

- CURVA DE PRODUCTIVIDAD

En todos los gráficos la curva de productividad (Rendimiento Vs Tiempo) muestra una misma tendencia, a continuación se presenta un grafico que resume la tendencia que ha tenido la curva de aprendizaje de todas las actividades estudiadas



Como se muestra en el grafico, cuando se empieza la actividad el rendimiento presupuestado está por debajo del rendimiento real promedio, lo que genera una pérdida de dinero. Eso es normal y ocurre muchas veces porque la cuadrilla recién está empezando, no se ha formado el tren de trabajo y no se ha definido muy bien el avance diario. Hay partidas como las de encofrado donde la perdida generada en un principio es

mucho mayor debido al acarreo de material que llega por primera vez a obra o a habilitado de los primeros paneles (en caso de encofrar con madera)

- VARIABILIDAD

Mientras mayor sea la variabilidad en una obra, mayor será el impacto en el presupuesto y en el tiempo de ejecución de la obra, este impacto se puede reducir incluyendo Buffers en el proyecto

- ESPECIALIZACION DEL PERSONAL OBRERO

Cuando empieza los trabajos en la obra, no se llega a terminar en el tiempo que se espera, el acero tarda más en ser habilitado e instalado, los encofrados tardan más en ser entregados, y el vaciado tarda más tiempo en culminarse. Seguramente estos trabajos no llegan a tener la calidad que se espera del proyecto. Conforme se va avanzando en la construcción, los obreros se van especializando en sus respectivas tareas, realizan el mismo trabajo en un menor tiempo y su trabajo tiene una mejor calidad. Esta especialización del personal obrero se observa más claramente cuando la obra es más grande, como por ejemplo el condominio en estudio. Para sacar el mayor provecho a esta especialización no solo debe haber una gran obra, sino también hay que buscar la estandarización del proyecto, por ejemplo que los vanos de todas las ventanas sean iguales, todas las puertas tengan las mismas dimensiones, haya un solo tipo de piso laminado en todos los departamentos, etc.

La especialización se muestra de manera más objetiva en la curva de productividad, en esa curva se aprecia cuanto demora la cuadrilla en realizar una unidad de producción desde el primer día hasta el último

- CALCULO DEL RENDIMIENTO

En cuanto a las tres formas de cálculo de rendimientos que se definieron en la pagina 56- mediciones de productividad. Se tiene la siguiente relación:

$$RG > RD > RL$$

Se sugiere para el cálculo de presupuestos de obra por análisis de precios unitarios se use el RG

Para el cálculo de hombres por cuadrilla o dimensionamiento de cuadrillas se puede usar el rendimiento RG, Pero sin embargo se debe seguir midiendo el rendimiento con las horas hombre-trabajadas, es decir RD para usarlo en la siguiente etapa en el nuevo dimensionamiento de cuadrillas

- CARTA BALANCE

En los resultados que arroja una carta balance se puede obtener las actividades por trabajador. Donde se observa para cada trabajador que tiempo ha estado realizando un TP, TC y TNC. A simple vista uno puede dejarse llevar por los números y decir que el trabajador que tiene mayor TP es el “mejor trabajador”. Pero no es así de sencillo. Si nos ponemos a pensar, por ejemplo, en levantar un muro de albañilería con un albañil (operario) y su ayudante (peón) las actividades del operario son netamente productivas: colocar ladrillo, colocar mortero, asentar ladrillo. Mientras que las actividades del peón son netamente contributorias: cargar ladrillo, cargar bolsas de cemento, cargar agregados, realizar la mezcla, acomodar ladrillo, limpieza de la zona de trabajo.

Por lo tanto, el porcentaje de tiempo que utiliza una cuadrilla en TP y TC debe ser comparada con el tiempo que utiliza otra cuadrilla en la misma actividad. De esta forma se puede comparar cuadrillas distintas que realicen una misma actividad o también se puede comparar el trabajo de una misma cuadrilla en días distintos como sábado y lunes. Tal vez lo que si se pueda comparar es el TNC que tiene una personal de cualquier cuadrilla, en cualquier actividad y en cualquier día. Pero de nuevo hay que tomar este número con pinzas, ya que si un trabajador tiene un excesivo TNC esto puede deberse a que simplemente no tiene frente de trabajo y no puede avanzar por más que quiera.

- **SECTORIZACION**

Una vez definida la sectorización, se debe proceder a compartir esa información con todo el personal involucrado en el proyecto. No solamente al personal de campo (maestros, capataces, ingenieros) sino también a los arquitectos, proyectistas, encargados de presupuestar, área de ventas, etc. El motivo es tratar siempre de tener una única sectorización en todo el proyecto, es decir, para la parte de arquitectura, para acabados húmedos y secos, para la parte de venta, post-venta, etc. De esta manera se hablara “en un mismo idioma” y así será más fácil compartir información con otras áreas del proyecto como el área de ventas por ejemplo.

## 9. COMENTARIOS

- **INFORME SEMANAL DE PRODUCCION**

Si se desea comparar los rendimientos mostrados en el I.S.P. con los rendimientos reales en cualquier obra se tiene que tener en cuenta si las condiciones de trabajo son las mismas, a continuación se presenta las condiciones de trabajo de las principales actividades

A. Vaciado de concreto en placas

El rendimiento corresponde a una estructura con muros íntegramente de concreto (muros de ductilidad limitada) y el vaciado en usando concreto premezclado desplazando el concreto en chute (sin bomba). Las horas hombre incluyen:

1. Horas del vaciado de concreto
2. Horas de armado de andamios para el vaciado
3. Horas de curado de muros
4. Horas de limpieza de acero en el primer piso ( impregnación de polvo en acero)
5. Horas de Picado del concreto si este se vació a una mayor altura
6. Horas de espera por retraso de Unicon

#### B. Encofrado y desencofrado de muros

El rendimiento corresponde a una estructura con muros íntegramente de concreto (muros de ductilidad limitada) y el encofrado usado es metálico - HARSCO. El transporte de las planchas es haciendo uso de la torre grúa. Las horas hombre incluyen:

1. Horas del desencofrado y encofrado de placas
2. Horas del desencofrado y encofrado de alfeizar
3. Horas de chequeo del aplomado y nivelación de las planchas durante el vaciado
4. Horas de armado de andamios en fachada
5. Horas de encofrado de Pitt – ascensor
6. Horas de colocación de muertos

#### C. Vaciado de concreto en losas y escalera

El rendimiento corresponde a un vaciado en conjunto de losas y escaleras. La losa contiene doble malla y no tiene ningún desnivel en los baños ni en la cocina. Las horas hombre incluyen:

1. Horas del vaciado de concreto
2. Horas de fabricación de dados de concreto para controlar altura del vaciado
3. Horas del vaciado de limpieza de la losa previa al vaciado
4. Horas de colocación de línea de vida
5. Horas de curado de losa
6. Horas de espera por retraso de Unicon
7. Horas de picado de escalera por un mal vaciado

- CURVAS DE PRODUCCION

Para revisar una correcta presentación de curva de producción, se puede hacer un corte de la curva en cualquier fecha y comparar la columna de HH acumulado y Avance acumulado con el correspondiente a la misma fecha en el I.S.P.

- NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

Para comparar los resultados obtenido en el nivel general de actividad de dos obras distintas hay que tomar en cuenta los siguientes detalles:

1. El día en que se realiza la medición del nivel general de actividad deben encontrarse en marcha todas las actividades. Si bien es muy difícil que ocurran en un mismo momento actividades como instalación de luces de emergencia y excavación manual. Se debe buscar que se encuentren en marcha la mayoría de actividades posibles.
  2. Las actividades en marcha al momento de la medición deben ser similares. No sirve de mucho comparar el nivel de actividad que se tiene en la etapa de movimiento de tierras (actividades en su gran mayoría contributorias) con el que se tiene en la parte de acabados (actividades productivas).
  3. Lo ideal es realizar las mediciones en una obra de grandes dimensiones, donde en un lado pueden estar excavando cimientos y por otro lado realizando los acabados como papel colomural y piso laminado. Es decir, un nivel general de actividad es más confiable cuando en el momento de la medición ha habido un mayor rango de tipo de actividades en marcha
  4. El número mínimo de mediciones puntuales para obtener un resultado estadísticamente confiable es de 384 según Serpell (1993)
- **APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN**  
La filosofía Lean construction puede ser aplicada a cualquier tipo de proyecto, no es necesario una gran inversión o una gran área de terreno para que sea aplicable este concepto, lo que si queda claro es que, para la parte de construcción, a una mayor cantidad de departamentos se observara de manera más clara la especialización de las cuadrillas, lo cual se verá reflejado en la curva de productividad y la curva de aprendizaje. La aplicación de esta filosofía implica un cambio en la manera de pensar, no implica un incremento en los costos, sino todo lo contrario.
  - **CARTA BALANCE**  
Comparación de resultados:  
En los resultados que arroja una carta balance, se tiene el porcentaje de TP, TC y TNC para cada trabajador. Para comparar estos valores hay que tener mucho cuidado. Por ejemplo, si pensamos en la partida de asentado de ladrillo, no se puede comparar el trabajo del operario que es netamente TP (asentado de ladrillo) con el trabajo del peón que es netamente TC (transporte de materiales, recibir instrucciones, preparar la mezcla, limpieza de la zóna de trabajo, etc.) Sin embargo, hay otras actividades que si se puede comparar el trabajo de cada uno de los obreros. Por ejemplo, si pensamos en instalación de acero en losas. Todos los trabajadores realizan la misma actividad. En este caso si se puede comparar estos resultados y llegar a conocer que trabajador es más eficiente  
Confiabilidad de mediciones:

Se puede llegar a pensar que la carta balance no refleja lo que sucede realmente, que los trabajadores saben que están midiendo su trabajo, y actúan de manera distinta. Esto no es cierto, pues se conoce a qué hora entregan su trabajo todos los días, este siempre coincide el día que se realizó la carta balance. Lo que si se aprecia claramente es que cuando se empieza las mediciones los obreros intentan ser más eficientes y no tienen TNC. Después de veinte minutos empiezan a tener tiempo ocioso, o viajes. Por esa razón no sirve de mucho una carta balance de treinta minutos de estudio

## 10. RECOMENDACIONES

- CARTA BALANCE

Para llenar correctamente una carta balance, se recomienda:

- Pre diseñar un formato donde se muestren las actividades que posiblemente ocurran durante la toma de datos y estas actividades deben estar separadas en TP, TC y TNC.
- En el formato se debe dejar espacios en blanco para completar otras actividades que ocurrieron durante el estudio y que no se incluyeron en el pre diseño
- La persona encargada de la toma de datos debe situarse en una posición que no interrumpa el libre tránsito de la cuadrilla en estudio, pero que al mismo tiempo tenga una clara visión de todo lo que puede estar realizando el personal en estudio
- Hacer una carta balance o un nivel general de actividad en un día que el trabajo sea el mismo de siempre, que no haya ninguna anomalía en la obra (para el nivel general de actividad) o en la cuadrilla (para una carta balance). Por ejemplo, no sirve de mucho hacer una carta balance de una cuadrilla el día que faltó un integrante de la misma ya que no se mostraría el normal agrupamiento de la cuadrilla
- Explicar que actividades están incluidas en el trabajo rehecho y tiempo ocioso. Por ejemplo Trabajo rehecho incluye sacar planchas de encofrado y volver a colocarlas, enderezar fierro previamente grifado, picar el vaciado de una columna porque tiene una mayor altura a la que debe tener. El tiempo ocioso generalmente incluye actividades como: tomar desayuno, conversar, hablar por teléfono, contar chistes, pelearse, etc.
- Identificar muy bien al personal a medir para no confundirlos, para reconocerlos mucho más fácilmente, se recomienda darles un casco con un número a cada integrante, o darles un chaleco distinto a cada uno. Esta diferenciación podría ser un motivo para que los obreros no trabajen como normalmente lo hacen, podrían estar pendientes de que los están midiendo o sentirse amenazados. Para que esto no ocurra, se sugiere hacer esta diferenciación dos semanas antes de que empiece la carta balance, de esta manera el personal a ser medido probablemente se ha olvidado de que tienen un distintivo en su uniforme y no prestan mucha intención a la persona que los está midiendo

- A parte del llenado de la carta balance, se recomienda realizar anotaciones de la forma en la que se realiza el trabajo, materiales, herramientas o equipos usados. Porque ocurrieron las interrupciones o los viajes, el metrado de avance para calcular el rendimiento. De esta forma se obtiene mayor información de lo que sucede en la cuadrilla estudiada
- Si no se llegan a observar a todos los trabajadores por lo menos una vez por minuto, se empezaran a tener espacios vacios en la carta balance. Por ejemplo si se miden a cuatro personas de encofrado, y durante la actividad, suben dos persona en el cuarto piso y se quedan dos en el tercero. Resultara difícil subir y bajar las escaleras cada minuto y se empezaran a tener espacios en blanco. Esto nunca debe ocurrir, si se tiene espacios en blanco se debe llenar estos espacios con criterio. Por ejemplo, si se tiene que el minuto 24 está hablando por teléfono (tiempo ocioso) y no se lo llega a ver hasta el minuto 34 que sigue hablando por teléfono, obviamente se debe completar todos el tiempo como tiempo ocioso. No todas las veces va a ser tan obvio como el ejemplo presentado, pero la idea es llenar todos los espacios en blanco con criterio y durante la toma de datos, no completar los datos después porque se pierde la ilación del trabajo.

- CANTIDAD DE OBREROS A MEDIR

A continuación se muestra algunas recomendaciones para determinar el número de obreros a medir en una carta balance

- En actividades de acabados como:
  1. Instalación de piso laminado
  2. Empaste de muros
  3. Pintura en fachadas
  4. Escarchado de techos
  5. Colocación de papel colomural
  6. Enchape de zócalo/contra zócalo
  7. Enchape de pisos

La cantidad de personal usado suele ser reducida, entonces se debe de buscar de medir el total de trabajadores que conforman la cuadrilla

- En actividades de acero:
  1. Instalación de acero en muro
  2. Instalación de acero en losa
  3. Instalación de acero en escalera

El número de trabajadores puede variar entre 4 y 8 dependiendo del tipo de estructura y del control que se tenga del personal. Si bien este puede llegar a ser un número alto, estos trabajan en un espacio reducido, y el realizar una carta balance a ocho obreros fierros puede llegar a ser fácil si se sigue una sola regla: la persona encargada de la toma de datos debe encontrar un punto fijo, en el cual observe al total del personal

- En actividades de vaciado con concreto premezclado:

1. Vaciado de losas
2. Vaciado de muros

3. Vaciado de escalera
4. Vaciado de parapetos

Estos suelen ser realizados por la misma cuadrilla, Si bien el número de trabajadores puede llegar a ser un numero alto, estos trabajan en un espacio reducido, y se puede realizar fácilmente una carta balance siguiendo la misma pauta presentadas para la instalación de acero: la persona encargada de la toma de datos debe encontrar un punto fijo, en el cual observe al total del personal. No se debe extrapolar esta recomendación para vaciado en cimentación (cimiento corrido, falsa zapata, etc.) ya que esta puede ser vaciada con concreto hecho en obra y el número de obreros se eleva demasiado como para realizar una carta balance al total de la cuadrilla

- En actividades de encofrado:

1. Encofrado de losas
2. Encofrado de muros y parapetos

Estas actividades siempre resultan siendo las más difíciles de medir, debido a que todos los trabajadores se mueven de un punto a otro de manera aleatoria muy rápido, muchas veces transportando planchas o accesorios. Necesitan espacio para dejar las planchas, para transportarse libremente y debido a los accesorios que sobresalen de los elementos a encofrarse queda muy poco espacio para estar colocado haciendo las mediciones. Es prácticamente imposible encontrar un solo punto desde el cual se pueda observar a todo el personal medido durante mucho tiempo. Se recomienda tomar un numero de obreros de cuatro como máximo. Se debe buscar tener la mayor variabilidad posible, por lo que se recomienda medir dos peones y dos operarios y que ninguno de los cuatro sea de la misma pareja

- **DIMENSIONAMIENTO DE CUADRILLAS**

El dimensionamiento de cuadrillas es determinar el número total de obreros que va a trabajar es una misma actividad, por ejemplo: cuantos obreros van a conformar la cuadrilla de encofrado de techo o cuantos obreros van a ser los encargados de vaciar concreto Usando el I.S.P. como principal herramienta, se puede hacer un correcto dimensionamiento de cuadrillas.

Por ejemplo: para la partida de excavación manual y retroexcavadora se quiere determinar cuántos obreros van a entrar a formar parte de esa cuadrilla (cuadrilla de excavación) Con ayuda de los planos, se metra el volumen a excavar diario 53 m<sup>3</sup>, luego, en la columna de acumulado actual del I.S.P. se tiene un rendimiento de 1.13 HH/m<sup>3</sup> entonces multiplicando 1.13 con 53 se obtiene un total de horas hombre de 59HH diarios. Si consideramos que al día trabajan 8.5 horas se tiene un total de 7 obreros

I.S.P. (Acumulado Actual)=1.13 HH/m<sup>3</sup>

Metrado de excavación=53 m<sup>3</sup> diario

Total horas hombre por día =  $1.13 \times 53 = 59HH$

Numero de obreros en la cuadrilla =  $\frac{59}{8.5} = 7 \text{ obreros}$

Pero, hay que entender que el numero de 1.13HH/m<sup>3</sup> tiene sus limitaciones, por ejemplo, si se quisiera avanzar a un ritmo más lento, por decir 15m<sup>3</sup> al día se tiene:

I.S.P. (Acumulado Actual)=1.13 HH/m<sup>3</sup>

Metrado de excavación=15 m<sup>3</sup> diario

Total horas hombre por día =  $1.13 \times 15 = 17HH$

Numero de obreros en la cuadrilla =  $\frac{17}{8.5} = 2 \text{ obreros}$

Lo cual no tiene mucho sentido porque en la excavación manual y retroexcavadora se necesita por lo menos el operario de la retroexcavadora, un ayudante que le señalice la profundidad y ancho de excavación, y por lo menos una persona que profile el terreno.

Citando otro ejemplo, el vaciado de cimiento corrido  $f'c=140\text{kg/cm}^2 +30\%$  P.G. que se realizara en la excavación previamente citada, se tiene un volumen de concreto para vaciar diario de 31.8m<sup>3</sup> (60% del volumen excavado es cimiento corrido y 40% del volumen excavado es falsa zapata). Entonces tenemos:

I.S.P. (Acumulado Actual)=3.3 HH/m<sup>3</sup>

Metrado de vaciado=31.8 m<sup>3</sup> diario

Total horas hombre por día =  $3.3 \times 31.8 = 105HH$

Numero de obreros en la cuadrilla =  $\frac{105}{8.5} = 12 \text{ obreros}$

El número total de obreros es de 12. Lo cual puede distribuirse de la siguiente manera:

2 alimentadores de arena

2 alimentadores de piedra ½"

1 alimentador de cemento

1 operador de mezcladora y alimentador de agua

6 vaciadores con boogie

En conclusión, el dimensionamiento de cuadrillas debe hacerse primero, con el cálculo de rendimiento y después verificando si el numero de obreros por cuadrilla tiene sentido o puede ser aplicable en obra

- “Productividad en obras de construcción” Virgilio Ghio
- “Material de Desperdicio en la Industria de la Construcción: Incidencia y Control” Cuadernos FICA. México Soibelman, Lucio. 2000
- “Waste and the estimator. Chartered Institute of Building.” England. Skoyles Edward. 1982.
- <http://www.inei.gob.pe/>
- [http://www.rioja2.com/opinion-219-factores crecimiento economico](http://www.rioja2.com/opinion-219-factores_crecimiento_economico)
- <http://www.inei.gob.pe>
- <http://es.scribd.com/doc/61312114/DETALLES-Y-OPTIMIZACION-DE-ACEROS-PARA-CONSTRUCCIONES-DE-CONCRETO-ARMADO>
- <http://es.scribd.com/doc/46007869/Consejo-Pr-Ictico-22-Cartas-Balance>
- <http://blog.pucp.edu.pe/media/688/20090805-Norma%20E.060-2009.pdf>
- <http://www.construccionyvivienda.com/>
- [www.motiva.com.pe](http://www.motiva.com.pe)
- <http://repositorio.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3784/1/690x635.pdf>
- <http://200.69.103.48/comunidad/estudiantes/desuarezp/Congreso/WalterRCastillejo2.pdf>