

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“PÉRDIDAS OPERACIONALES GENERADAS EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE UNA URBANIZACIÓN: ANÁLISIS DE SUS  
CAUSAS Y SOLUCIONES MEDIANTE LA FILOSOFÍA DE LEAN  
CONSTRUCTION”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

**GILBERT ADRIÁN AÑAZCO CAMPOVERDE**

**JOHNNY CRISTIAN SÁNCHEZ BURI**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2016**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis Padres por su apoyo, su paciencia, sus enseñanzas y por ser mi ejemplo de desarrollo profesional.

Gilbert Adrián Añazco  
Campoverde.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi madre, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas para la vida diaria y profesional. Agradezco a mis tías y tíos por compartir sus conocimientos y ayudarme incondicionalmente.

Agradezco a mis abuelitos, que me han criado como un hijo.

Agradezco a la Arq. Cecilia Jalka, por su apertura para realizar el proyecto a su empresa.

Johnny Cristian Sánchez Buri.

## DEDICATORIA

Dedicado en especial a mis Padres que fueron mi mayor apoyo en todo este camino, por sus consejos, sus valores y por ser mi motivo de superación todos los días.

Gilbert      Adrián      Añazco  
Campoverde.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida, motivándome a dar lo mejor de mí en todos los aspectos de la vida.

Johnny Cristian Sánchez Buri.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

PhD. Miguel Ángel Chávez  
Moncayo

---

M.Sc. Alby del Pilar Aguilar  
Pesantes

# DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Grado nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

Gilbert Adrián Añazco Campoverde

---

Johnny Cristian Sánchez Buri

## RESUMEN

En el presente trabajo se analizan metodologías para mejorar la productividad, basadas en la filosofía de Lean Construction (Construcción sin Pérdidas), la cual es un enfoque moderno para la gestión de construcción, que permite optimizar recursos, reduciendo el tiempo invertido en actividades que no le agregan valor al producto final.

Las metodologías se aplicaron a la construcción de la tercera etapa de la Urbanización Villa España 2, y estas son: la Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra, la cual se realiza a los profesionales del área con el objetivo de identificar las fuentes de pérdidas y las frecuencias con que ocurren las mismas dentro de la obra en construcción; la Encuesta de Detenciones y Demoras, la cual se aplica a los jefes de cuadrilla con el objetivo de identificar las fuentes de interrupciones de mayor ocurrencia y cuantificar sus tiempos durante toda la jornada de trabajo; y finalmente, la Carta de Balance de Recursos, la cual se aplica en campo a las cuadrillas, con el objetivo de analizar la eficiencia del método constructivo utilizado, para posteriormente optimizarlo y así conseguir que se trabaje de una forma inteligente, aumentando el trabajo productivo y disminuyendo los trabajos contributorios y no contributorios. Las actividades escogidas para realizar el análisis de la



tercera metodología son: Mampostería de Paredes, Enlucido de Fachada y Cerámica de Piso; estos rubros afectan directamente a la constructora, ya que estas actividades en conjunto representan aproximadamente el 50% del total de presupuesto destinado para el rubro de acabados; es decir, casi un 20% del presupuesto total de la obra. (Vilca, 2014)

En los resultados del estudio se obtiene que, existen niveles de actividades no contributorias altas para los rubros analizados, además de identificar problemas como la falta de control a los trabajadores, tiempos de espera por material al inicio de la jornada de trabajo, mala planificación, gran desperdicio de material por parte de los trabajadores, entre otros problemas, que ocasionan grandes pérdidas de tiempo y económicas para la empresa.

Finalmente, se plantean soluciones a los problemas encontrados dentro de la obra, teniendo como base los criterios de Lean Construction. Los problemas encontrados y sus posibles soluciones pueden servir de guía para futuros proyectos de obras civiles, los cuales busquen obtener altos niveles de productividad, competitividad y rentabilidad.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VIII
ÍNDICE GENERAL .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
INDICE DE GRÁFICOS.....	XVI
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación del Proyecto .....	2
1.3 Antecedentes .....	5
1.4 Datos generales del Proyecto .....	6
1.5 Descripción del Proyecto.....	8
1.6 Objetivos .....	12
1.6.1. General .....	12
1.6.2. Específicos .....	12
CAPITULO II.....	13
2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN: HISTORIA Y FACTORES DE PRODUCTIVIDAD.....	13
2.1 Historia y Descripción de la Industria de la Construcción en Ecuador	13
2.2 Productividad en la Construcción .....	15
2.2.1. El Trabajo No Contributorio (TNC). .....	18
2.2.2. Factores que afectan la productividad.....	20
2.3 Estrategias para mejorar la productividad .....	25
2.4 Ventajas de una buena productividad .....	26
CAPITULO III.....	28
3. LEAN CONSTRUCTION “CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS” .....	28
3.1 Introducción.....	28
3.2 Comparación entre Construcción Lean y Construcción Típica .....	29
3.3 Principios de Lean Construcción .....	31
3.4 Tipos de desperdicio y su control .....	35
3.5 Programa de Mejoramiento de la Productividad (PMP) .....	37
CAPITULO IV .....	43
4. METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS MEDIANTE LA FILOSOFÍA “LEAN CONSTRUCTIONS” .....	43
4.1 Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra .....	43
4.1.1. Descripción .....	43
4.1.2. Metodología de Aplicación .....	44
4.1.3. Resultados .....	48
4.1.4. Análisis de Resultados y Comentarios .....	62
4.2 Encuesta de Detenciones y Demoras .....	79

4.2.1. Descripción .....	79
4.2.2. Metodología de Aplicación .....	80
4.2.3. Desarrollo de Metodología .....	82
4.3 Carta de Balance de Recursos.....	91
4.3.1. Descripción .....	91
4.3.2. Descripción de los Rubros a Analizar.....	92
4.3.3. Metodología de Aplicación .....	100
4.3.4. Desarrollo de la Metodología .....	106
4.3.5. Resumen de todos los rubros .....	177
4.3.6. Mejoras y Descripción de Carta de Balance Ideal .....	190
CAPITULO V .....	200
5. COMPARATIVA ENTRE METODOLOGÍAS ANALIZADAS .....	200
5.1 Ventajas .....	200
5.1.1. Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra.....	200
5.1.2. Encuesta de Detenciones y Demoras .....	201
5.1.3. Carta de Balance de Recursos .....	202
5.2 Restricciones.....	203
5.2.1. Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra.....	203
5.2.2. Encuesta de Detenciones y Demoras .....	203
5.2.3. Carta de Balance de Recursos .....	204
5.3 Selección de la Metodología más Adecuada .....	206
5.4 Presupuesto .....	206
CONCLUSIONES .....	209
RECOMENDACIONES.....	217
BIBLIOGRAFÍA.....	219

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Ubicación de la Urbanización “Villa España 2” .....	6
<b>Figura 1.2.</b> Implantación de las casas de la 3era Etapa de Villa España2.....	7
<b>Figura 1.3.</b> Casas de Villa España 2 en Construcción.....	8
<b>Figura 2.1.</b> Relación entre Eficiencia, Efectividad y Productividad .....	16
<b>Figura 2.2.</b> Gestión de Productividad .....	16
<b>Figura 2.3.</b> Ejemplos de las tres categorías de niveles de actividad.....	17
<b>Figura 2.4.</b> Principales categorías de pérdidas de productividad.....	21
<b>Figura 2.5.</b> Factores que afectan negativamente la productividad.....	23
<b>Figura 2.6.</b> Diagrama de causa-efecto de baja productividad.....	24
<b>Figura 2.7.</b> Distribución para el tiempo total de operación.....	25
<b>Figura 3.1.</b> Enfoque Tradicional vs Enfoque Lean.....	31
<b>Figura 3.2.</b> Principios de Lean Construction.....	35
<b>Figura 3.3.</b> Etapas del Estudio de Productividad.....	38
<b>Figura 3.4.</b> Sistema del Último Planificador.....	42
<b>Figura 4.1.</b> Metodología de Aplicación Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra .....	46
<b>Figura 4.2</b> Desperdicio de material .....	63
<b>Figura 4.3.</b> Bloques de mampostería rotos.....	64
<b>Figura 4.4.</b> Contaminación de arena .....	65
<b>Figura 4.5.</b> No reutilización de piezas de cerámica .....	65
<b>Figura 4.6.</b> Madera para encofrado desperdiciada. ....	66
<b>Figura 4.7.</b> Descoordinación entre trabajos.....	67
<b>Figura 4.8.</b> Colocación de instalaciones eléctricas olvidadas .....	68
<b>Figura 4.9.</b> Derroche y consumo excesivo de materiales de construcción ...	69
<b>Figura 4.10.</b> Reparaciones en la obra Villa España .....	71
<b>Figura 4.11.</b> Trabajos rehechos en la construcción .....	71
<b>Figura 4.12.</b> Acumulación del material desechado .....	73
<b>Figura 4.13.</b> Limpieza de la obra con maquinaria.....	74
<b>Figura 4.14.</b> Frecuencia de los problemas que se presentan durante el proceso constructivo .....	78
<b>Figura 4.15.</b> Metodología de Aplicación Encuesta de Detenciones y Demoras en Obra .....	80
<b>Figura 4.16.</b> Metodología de Aplicación Carta de Balance de Recursos ....	101
<b>Figura 4.17.</b> Formato de Carta de Balance de Campo. ....	105
<b>Figura 4.18</b> Trabajo Productivo Mampostería .....	107
<b>Figura 4.19</b> Trabajo Contributorio Mampostería .....	107
<b>Figura 4.20.</b> Trabajo No Contributorio Mampostería .....	108
<b>Figura 4.21.</b> Flujo del Proceso de Mampostería .....	109
<b>Figura 4.22.</b> Distribución de Cuadrilla N°1 Mampostería en el área de trabajo .....	110

<b>Figura 4.23.</b> Distribución de Cuadrilla N°2 Mampostería en el área de trabajo .....	118
<b>Figura 4.24.</b> Distribución de Cuadrilla N°3 Mampostería en el área de trabajo .....	124
<b>Figura 4.25.</b> Trabajo Productivo Enlucido .....	131
<b>Figura 4.26.</b> Trabajo Contributorio Enlucido .....	131
<b>Figura 4.27.</b> Trabajo No Contributorio Enlucido .....	132
<b>Figura 4.28.</b> Flujo del Proceso de Enlucido de Fachada .....	133
<b>Figura 4.29.</b> Distribución de Cuadrilla N°1 Enlucido en el área de trabajo..	134
<b>Figura 4.30.</b> Distribución de Cuadrilla N°2 Enlucido en el área .....	142
<b>Figura 4.31.</b> Distribución de Cuadrilla N°3 Enlucido en el área de trabajo..	148
<b>Figura 4.32.</b> Trabajo Productivo Cerámica .....	155
<b>Figura 4.33.</b> Trabajo Contributorio Cerámica .....	155
<b>Figura 4.34.</b> Trabajo No Contributorio Cerámica .....	156
<b>Figura 4.35.</b> Flujo del Proceso de Cerámica .....	157
<b>Figura 4.36.</b> Distribución de Cuadrilla N°1 Cerámica en el área de trabajo	158
<b>Figura 4.37.</b> Distribución de Cuadrilla N°2 Cerámica en el área de trabajo	165
<b>Figura 4.38.</b> Distribución de Cuadrilla N°3 Cerámica en el área de trabajo	171

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Cuadro comparativo entre Construcción Típica y Construcción Lean .....	30
<b>Tabla II.</b> Tabla de frecuencias de las fuentes de pérdidas con mayor ocurrencia .....	51
<b>Tabla III.</b> Resumen Total Horas Hombre perdidas por cuadrilla Enlucido .....	83
<b>Tabla IV.</b> Resumen de resultados diarios para Cuadrilla N°1 .....	86
<b>Tabla V.</b> Resumen de resultados diarios para Cuadrilla N°2 .....	87
<b>Tabla VI.</b> Resumen de resultados diarios para Cuadrilla N°3 .....	88
<b>Tabla VII.</b> Total, Horas Hombre Perdidas al día por todas las cuadrillas .....	90
<b>Tabla VIII.</b> Actividades de mampostería clasificadas por el tipo de trabajo .....	107
<b>Tabla IX.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°1 Mampostería.....	111
<b>Tabla X.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°1 Mampostería.....	116
<b>Tabla XI.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°2 Mampostería.....	119
<b>Tabla XII.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°2 Mampostería .....	122
<b>Tabla XIII.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°3 Mampostería.....	125
<b>Tabla XIV.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°3 Mampostería .....	128
<b>Tabla XV.</b> Actividades de enlucido clasificadas por el tipo de trabajo .....	130
<b>Tabla XVI.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°1 Enlucido.....	136
<b>Tabla XVII.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°1 Enlucido .....	140
<b>Tabla XVIII.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°2 Enlucido.....	144
<b>Tabla XIX.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°2 Enlucido .....	147
<b>Tabla XX.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°3 Enlucido.....	150
<b>Tabla XXI.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°3 Enlucido .....	152
<b>Tabla XXII.</b> Actividades de cerámica clasificadas por el tipo de trabajo .....	155
<b>Tabla XXIII.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°1 Cerámica .....	159

<b>Tabla XXIV.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°1 Cerámica.....	163
<b>Tabla XXV.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°2 Cerámica .....	166
<b>Tabla XXVI.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°2 Cerámica.....	169
<b>Tabla XXVII.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°3 Cerámica .....	172
<b>Tabla XXVIII.</b> Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°3 Cerámica.....	175
<b>Tabla XXIX.</b> Niveles de Actividad Promedio para Mampostería .....	178
<b>Tabla XXX.</b> Niveles de Actividad Real, Relativo y Coeficiente de Participación Promedio para Mampostería .....	179
<b>Tabla XXXI.</b> Resumen de Análisis de Costo Mampostería .....	181
<b>Tabla XXXII.</b> Niveles de Actividad Promedio para Enlucido.....	182
<b>Tabla XXXIII.</b> Niveles de Actividad Real, Relativo y Coeficiente de Participación Promedio para Enlucido .....	184
<b>Tabla XXXIV.</b> Resumen de Análisis de Costo Enlucido.....	185
<b>Tabla XXXV.</b> Niveles de Actividad Promedio para Cerámica.....	186
<b>Tabla XXXVI.</b> Niveles de Actividad Real, Relativo y Coeficiente de Participación Promedio para Cerámica.....	187
<b>Tabla XXXVII.</b> Resumen de Análisis de Costo Cerámica .....	189
<b>Tabla XXXVIII.</b> Dosificaciones recomendadas.....	192
<b>Tabla XXXIX.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla de Mampostería Ideal .....	194
<b>Tabla XL.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla de Enlucido Ideal.....	196
<b>Tabla XLI.</b> Representación por colores de cada actividad Cuadrilla de Cerámica Ideal .....	198
<b>Tabla XLII.</b> Presupuesto para implementación de PMP .....	208

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1.</b> Nivel de actividad de producción promedio .....	18
<b>Gráfico 4.1.</b> Actividades con más pérdidas .....	48
<b>Gráfico 4.2.</b> Fuentes de pérdidas más importantes en la construcción de la obra en estudio.....	52
<b>Gráfico 4.3.</b> Problemas de Planificación .....	53
<b>Gráfico 4.4.</b> Problemas de Control.....	54
<b>Gráfico 4.5.</b> Problemas de Organización .....	54
<b>Gráfico 4.6.</b> Problemas de Burocracia .....	55
<b>Gráfico 4.7.</b> Problemas de Materiales.....	55
<b>Gráfico 4.8.</b> Problemas de Equipos .....	56
<b>Gráfico 4.9.</b> Problemas de Irresponsabilidad de la Mano de Obra .....	56
<b>Gráfico 4.10.</b> Problemas de Motivación de la Mano de Obra .....	57
<b>Gráfico 4.11.</b> Problemas de Capacitación.....	58
<b>Gráfico 4.12.</b> Problemas de Información.....	59
<b>Gráfico 4.13.</b> Problemas de Diseño .....	59
<b>Gráfico 4.14.</b> Problemas del Mercado.....	60
<b>Gráfico 4.15.</b> Problemas del Tipo de Proyecto.....	61
<b>Gráfico 4.16.</b> Problemas de la Naturaleza .....	61
<b>Gráfico 4.17.</b> Horas Hombre Perdidas Cuadrilla N°1 Enlucido.....	83
<b>Gráfico 4.18.</b> Horas Hombre Perdidas Cuadrilla N°2 Enlucido.....	84
<b>Gráfico 4.19.</b> Horas Hombre Perdidas Cuadrilla N°3 Enlucido.....	84
<b>Gráfico 4.20.</b> Total, Horas Hombre Pérdidas acumuladas .....	85
<b>Gráfico 4.21.</b> Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Cuadrilla N°1 Enlucido.....	87
<b>Gráfico 4.22.</b> Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Cuadrilla N°2 Enlucido.....	88
<b>Gráfico 4.23.</b> Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Cuadrilla N°3 Enlucido.....	89
<b>Gráfico 4.24.</b> Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Acumuladas .....	90
<b>Gráfico 4.25.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°1 Mampostería .....	112
<b>Gráfico 4.26.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°1 Mampostería.....	114
<b>Gráfico 4.27.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°1 Mampostería.....	115
<b>Gráfico 4.28.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°2 Mampostería .....	120
<b>Gráfico 4.29.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°2 Mampostería.....	121
<b>Gráfico 4.30.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°2 Mampostería .....	122
<b>Gráfico 4.31.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°3 Mampostería .....	126
<b>Gráfico 4.32.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°3 Mampostería.....	127



<b>Gráfico 4.33.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°3 Mampostería .....	128
<b>Gráfico 4.34.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°1 Enlucido .....	137
<b>Gráfico 4.35.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°1 Enlucido.....	139
<b>Gráfico 4.36.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°1 Enlucido .....	140
<b>Gráfico 4.37.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°2 Enlucido .....	144
<b>Gráfico 4.38.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°2 Enlucido.....	145
<b>Gráfico 4.39.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°2 Enlucido .....	146
<b>Gráfico 4.40.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°3 Enlucido .....	150
<b>Gráfico 4.41.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°3 Enlucido.....	151
<b>Gráfico 4.42.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°3 Enlucido .....	152
<b>Gráfico 4.43.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°1 Cerámica.....	160
<b>Gráfico 4.44.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°1 Cerámica.....	161
<b>Gráfico 4.45.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°1 Cerámica .....	162
<b>Gráfico 4.46.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°2 Cerámica.....	167
<b>Gráfico 4.47.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°2 Cerámica.....	168
<b>Gráfico 4.48.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°2 Cerámica .....	169
<b>Gráfico 4.49.</b> Carta de Balance Cuadrilla N°3 Cerámica.....	173
<b>Gráfico 4.50.</b> Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°3 Cerámica.....	174
<b>Gráfico 4.51.</b> Niveles de Actividad para Cuadrilla N°3 Cerámica .....	175
<b>Gráfico 4.52.</b> Niveles de Actividad Promedio para Mampostería.....	178
<b>Gráfico 4.53.</b> Niveles de Actividad Promedio para Enlucido.....	183
<b>Gráfico 4.54.</b> Niveles de Actividad Promedio para Cerámica .....	186
<b>Gráfico 4.55.</b> Carta de Balance Ideal Cuadrilla de Mampostería.....	194
<b>Gráfico 4.56.</b> Niveles de Actividad Ideal Cuadrilla de Mampostería .....	195
<b>Gráfico 4.57.</b> Carta de Balance Ideal Cuadrilla de Enlucido.....	196
<b>Gráfico 4.58.</b> Niveles de Actividad Ideal Cuadrilla de Enlucido .....	197
<b>Gráfico 4.59.</b> Carta de Balance Ideal Cuadrilla de Cerámica .....	198
<b>Gráfico 4.60.</b> Niveles de Actividad Ideal Cuadrilla de Cerámica.....	199

# **CAPITULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Introducción**

La construcción de proyectos urbanos o edificios en la actualidad han crecido debido a la demanda de viviendas y oficinas que se generan en el país; sin embargo, así como la demanda crece, de igual manera la oferta crece, y es por eso que existen muchas nuevas empresas, las cuales compiten para consolidarse en el mercado.

En la construcción de una obra civil se generan pérdidas operacionales, que pueden ser mínimas o considerables para la empresa que está a cargo de dicha obra. Ninguna empresa realiza un trabajo para perder dinero, por lo contrario, tratan de optimizar todos sus recursos invertidos para obtener una mayor ganancia, para de esta forma poder ser más competitivas y sólidas frente a la competencia.

Sin embargo, existen varias causas que producen pérdidas para una empresa, las cuales pueden ser tiempos improductivos en obra, mala administración de

los recursos, mala ejecución de cronogramas de obra, excesivo desperdicio de materiales, entre muchas causas más que serán explicadas a detalle en este documento.

En el presente estudio se busca detectar pérdidas operacionales a través de la filosofía de “Lean Construction”, así como también cuantificar los tiempos muertos producidos en obra y rendimientos de cuadrillas de trabajo, además de cuantificar la cantidad de material desperdiciado. Una vez detectadas las causas de las pérdidas, se plantean soluciones para alcanzar mejores niveles de eficiencia en la administración general de futuras obras de ingeniería Civil. Para lograr el objetivo planteado, se analizan los resultados obtenidos de una investigación de campo realizada a la construcción de la tercera etapa de la urbanización Villa España 2.

En la investigación de campo se plantean 3 metodologías de trabajo, las cuales permiten medir y mejorar la productividad en obra. Estas metodologías son: a) Entrevista y Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra, b) Encuesta de Detenciones y Demoras, c) Carta de Balance de Recursos.

## **1.2 Justificación del Proyecto**

La construcción es uno de los sectores económicos más importantes en nuestro país, en el cual se invierten grandes cantidades de dinero y generan

muchos puestos de trabajos. Según cifras de la Cámara de la Industria de la Construcción CAMICON, las fuentes de trabajo creadas en este sector de manera directa alcanzan alrededor de 500000 trabajadores; es decir que la construcción aporta con el 8% del empleo total nacional. Es por esto que las empresas constructoras tienen una gran influencia para el crecimiento y desarrollo de la economía nacional.

La medición del Producto Interno Bruto (PIB) realizado por el Banco Central del Ecuador ubica a la construcción como el quinto sector con mayor crecimiento en la última década, en el periodo 2005 y 2015, con un 85,5%. Sin embargo, la tasa de variación porcentual ha tenido un decrecimiento progresivo a partir del año 2011 debido a múltiples causas que han afectado la economía del país a lo largo de estos años, como el bajo precio del petróleo, la destinación de menos recursos por parte del Gobierno a la inversión pública y a que el sector inmobiliario perdió dinamismo.

El escritor estadounidense Charles Bukowski dijo: “El conocimiento si no se sabe aplicar es peor que la ignorancia”, y es la realidad de muchas empresas constructoras. Existen pérdidas operacionales dentro de sus empresas, y muchas veces son debido a la falta de conocimiento que tienen sobre estas pérdidas, que tal vez parecen insignificantes, pero al final son un gran impacto negativo para la empresa.

Las empresas constructoras no han tomado conciencia de varios factores que las perjudican, y Salvador Torres menciona en su libro “La reorganización y el modelo MAC4DV”, factores que afectan a las empresas como falta de liquidez (crédito), baja en las ventas (falta de clientes), robo, fraude, soborno y corrupción; además se puede agregar el excesivo desperdicio de material, los bajos rendimientos de trabajadores, mala administración de recursos, entre muchos factores más.

Debido a las razones antes mencionadas, las empresas constructoras deben optimizar y utilizar los recursos que son invertidos en ella de la manera más eficiente posible para poder afrontar la crisis que el país está afrontando, obtener una mayor ganancia y no tener pérdidas que perjudiquen a la empresa, o tratar de minimizar dichas pérdidas. Es por eso que se plantea este proyecto de “Pérdidas Operacionales generadas en la construcción de una urbanización: análisis de sus causas y soluciones mediante la filosofía de Lean Construction”.

Profesionales que han adaptado los conceptos de Lean Construction en sus proyectos han entregado al cliente un producto final en un menor tiempo, a un menor costo y con una mayor calidad, sin embargo, aún falta inculcar esta nueva filosofía a los encargados de las diferentes etapas de construcción, para que así obtener mejores resultados.

La obra de construcción a la cual se realiza el estudio en cuestión es la construcción de la Urbanización “Villa España 2”, gracias a la apertura por parte de “CJC OBRAS Y PROYECTOS CONSTJALKA S.A.”, la cual dio todas las facilidades para realizar el estudio.

### **1.3 Antecedentes**

La filosofía Lean empezó hace más de dos décadas, siendo el sector automotriz el primero en adoptar esta idea y luego de a poco se fue extendiendo a otras industrias. Este nuevo modelo productivo se está adoptando de manera desigual según sectores y áreas geográficas, pero ya es un hecho a nivel global. En la construcción, los cambios son más lentos, pero se están produciendo grandes avances principalmente en Estados Unidos y su aplicación está creciendo rápidamente por todo el mundo.

En Reino Unido, Dinamarca, Finlandia y otros países europeos han comenzado a utilizar esta filosofía de *Lean Construction*, y en América Latina hay un enorme interés por la aplicación de *Lean Construction*, que se aprecia de manera notable en países como Chile, Colombia, Brasil, Perú o Panamá, en donde han obtenido buenos resultados en productividad, seguridad, calidad, reducciones significativas de tiempo de entrega de proyectos, entre otros. (Pons, 2014).

Existen en el Ecuador, empresas constructoras que están empezando a utilizar esta filosofía desde el año 2001. (Coronel, 2010).

#### 1.4 Datos generales del Proyecto

El estudio se realiza a la construcción de una de las etapas de la urbanización “Villa España 2”, la cual se encuentra ubicada en el km 11 de la Autopista Terminal Terrestre – Pascuales, al norte de la ciudad de Guayaquil.



**Figura 1.1.** Ubicación de la Urbanización “Villa España 2”  
**Fuente:** Google Maps

Parte de la urbanización “Villa España 2” ya ha sido construida; es decir, ya se realizó una primera y segunda etapa. La siguiente etapa de construcción de la urbanización está a cargo de CJC OBRAS Y PROYECTOS CONSTJALKA S.A., quienes ofrecieron todas las facilidades para realizar el presente estudio.

Esta nueva etapa de la urbanización cuenta con 9 diferentes modelos de casas, los cuales son: Sofía, Leonor, Pilar, Margarita, Cristina Medianera Comercio, Cristina Esquinera Comercio, Ana Comercio, Irene y Letizia. Estos modelos son casas pequeñas y grandes, además hay otras que cuenta con un local comercial. En total, en esta tercera etapa se planificaron construir 100 casas.



**Figura 1.2.** Implantación de las casas de la 3era Etapa de Villa España2  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

La obra se empezó a construir el 23 de febrero del 2016 y su plazo de entrega fue para finales del mes de junio del 2016. Cuando se planteó el tema para el proyecto de graduación, la construcción de la tercera etapa de la urbanización estaba empezada. La cimentación y las estructuras de las casas ya estaban



realizadas; es decir, columnas, vigas y losas. Además, recién se empezaba a colocar los bloques de mampostería en algunas casas.



**Figura 1.3.** Casas de Villa España 2 en Construcción  
**Fuente:** Tomada por los autores

## 1.5 Descripción del Proyecto

Este proyecto busca detectar las pérdidas más frecuentes que ocurren en una obra y que muchas veces son ignoradas; además de evaluar el impacto que tendría realizar una buena administración operacional en actividades de construcción como mampostería, albañilería y acabados, que se llevan a cabo en la urbanización “Villa España 2”.

Las actividades antes mencionadas se encuentran dentro de las actividades que presentan mayores porcentajes de pérdidas de acuerdo a las entrevistas

realizadas al personal técnico de la obra. Aunque existen otras actividades como fundición de hormigón en sitio y el movimiento de tierra que tal vez presenten mayores pérdidas, estas actividades ya habían sido realizadas en la construcción, por lo que no se pudo realizar el análisis a estas actividades.

El proyecto también busca hacer conciencia para todas las personas involucradas en la construcción tales como: dueños de constructoras, gerentes, los ingenieros y arquitectos involucrados en la construcción de la obra, los contratistas y sub-contratistas que formen parte del proyecto de construcción, maestros de obra y obreros; ya que todos los antes mencionados forman parte para realizar la obra de construcción y entregar un producto final de buena calidad al cliente dentro de los plazos establecidos.

La información sobre pérdidas en la construcción se obtiene a partir de la revisión de literatura, ya sea en documentos, memorias de título o libros. Las pérdidas se pueden clasificar según su origen, estudiando las relaciones que existen entre sí. Aquellas actividades que no agregan valor son consideradas como pérdidas, ya que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de construcción (Botero y Álvarez, 2003). Debido a que son actividades muy mecanizadas y muchas veces aprendidas de manera empírica; las pérdidas que genera la mampostería, albañilería y acabados han sido muy poco estudiadas.

Muchas veces no se realiza el proceso constructivo de la manera correcta, eficiente y de buena calidad como se espera, sino que se deja ese trabajo en manos de los obreros, que por no tener una adecuada capacitación lo realizan mal. Todo esto genera que el producto final sea de baja calidad, que muchas veces se deba volver a realizar trabajos para corregirlos, ocasionando gastos extras e innecesarios, atrasos en actividades siguientes, multas y al final se atrasa toda la obra, perjudicando a la constructora encargada.

Características comunes en los proyectos de construcción tales como la baja productividad, tiempos de espera, procesos innecesarios, recursos en exceso, malos estándares de calidad, problemas de inseguridad industrial, pobres condiciones de trabajo, entre otras pérdidas que han ocurrido frecuentemente. Es por esto que la filosofía “Lean Construction” trata de minimizar o eliminar las pérdidas descritas anteriormente. Debido a estas razones se debe desarrollar a corto o mediano plazo proyectos bajo el amparo de Lean Construction.

En este proyecto se plantean varias metodologías para detectar las pérdidas operacionales a la obra de construcción descrita anteriormente y a su vez se plantean posibles soluciones para los problemas encontrados para futuras construcciones. Las metodologías que se describen en el documento son: “Encuestas de Detección de Pérdidas”, “Encuestas de Detenciones y Demoras”, y “Carta de Balance de Recursos”.

Una de las metodologías plantea la filosofía Lean Construction, la cual incentiva a reducir al mínimo estas pérdidas identificando los motivos de estas y aumentando la productividad, además de tener una visión general de las pérdidas que ocurren en una empresa, desde la parte administrativa hasta el proceso constructivo.

Las otras dos metodologías se plantean para cuantificar los desperdicios de materiales en la obra, además de cuantificar los tiempos improductivos de los trabajadores que afectan directamente en los costos de las empresas constructoras. Estas dos últimas metodologías son aplicadas directamente a actividades de la construcción, analizando cuadrillas de trabajo.

Con la metodología “Encuestas de Detección de Pérdidas” se establece tres rubros o actividades de la construcción para poder realizar el análisis específico a través de las dos últimas metodologías propuestas en este documento.

Los tres rubros que se analizan en este documento son: Mampostería, Enlucidos de Fachada y Colocación de Cerámica de Piso. En las tres actividades a analizar se obtendrá la información de cantidades de materiales, rendimientos, productividad y tiempos improductivos, mediante el uso de herramientas de identificación de pérdidas que se aplicarán en terreno.

## 1.6 Objetivos

### 1.6.1. General

- Detectar pérdidas operacionales en la construcción de una urbanización.

### 1.6.2. Específicos

- Detectar fuentes de pérdidas y las causas que las generan, a través de la filosofía Lean Construction.
- Cuantificar los rendimientos de las cuadrillas y el material utilizado para los rubros analizados.
- Dar soluciones para mejorar la productividad en futuras construcciones.
- Dar soluciones a los problemas encontrados dentro la construcción de la urbanización.

# CAPITULO II

## 2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN: HISTORIA Y FACTORES DE PRODUCTIVIDAD

### 2.1 Historia y Descripción de la Industria de la Construcción en Ecuador

Desde algunos años, el gobierno impulsa una serie de políticas para dinamizar al sector de la construcción mediante incentivos, con la intención de solidificar el mercado y aportar beneficios económicos y sociales. De acuerdo a la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), las inversiones realizadas por el gobierno, contribuyeron de forma significativa al Producto Interno Bruto (PIB) total, siendo la industria de la construcción la segunda de mayor crecimiento (9% promedio entre 2010 y 2013), superada solo por Seguridad y Defensa (14%). Con un crecimiento del 8,6% en 2013, 5,5% en 2014 y 10% en 2015, la construcción sigue ubicándose como uno de los sectores de mayor dinamismo de la economía y productividad.

Según expresa Coronel 2010, la industria de la construcción es importante por las siguientes razones:

- Requerimientos de vivienda e instalaciones para la mayoría de actividades económicas y sociales, así como de infraestructura de un país.
- Importante utilización de recursos financieros (públicos y privados), ya que demanda una alta inversión para las obras que ejecuta.
- Fuente importante de empleo. En cada proyecto intervienen desde profesionales especializados y comerciantes, hasta un número considerable de obreros.
- Actividades indirectas, que activan otros sectores productivos de un país.

Es por esto que la industria de la construcción es una parte fundamental en el desarrollo de la sociedad y representa uno de los sectores económicos más importantes del país; más aún con los graves sucesos ocurridos en abril de 2016, donde el terremoto de 7,8 en la escala de Richter golpeó la costa ecuatoriana causando innumerables daños constructivos en casas, edificios, carreteras, obras civiles y donde nuevamente la construcción pondrá de pie al país. La industria de la construcción es el motor que conduce al progreso de nuestra sociedad. (Tucker, 1996).

A pesar de que la industria de la construcción es muy importante, su desarrollo ha sido bajo en relación a otras industrias; y esto se debe, según Serpell, que no se aprovecha las oportunidades que la tecnología brinda para resolver

problemas actuales de la manera adecuada, además la utilización de recursos es excesiva lo cual limita su competitividad. Se debe tener en cuenta que la industria de la construcción es diferente a las otras industrias en varios aspectos y es cambiante de acuerdo a la obra que se vaya a realizar.

## **2.2 Productividad en la Construcción**

Para mejorar la competitividad de la industria, es necesario incrementar la productividad en la construcción, ya que se generará una mayor cantidad de empleo y un crecimiento del país. Es por eso que la productividad es la variable más estudiada durante los últimos años en la construcción. La definición de productividad entregada por la revista BIT en el año 2001 hace referencia a que se debe entenderla como la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla, de tal manera que al incrementar la producción hora-trabajo se visualiza un mejoramiento en la misma.

De acuerdo con (Allmon, 2000), una mayor productividad significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, trabajo y tierra. Según (Botero Botero & Álvarez Villa, 2004), Serpell define también a 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”.

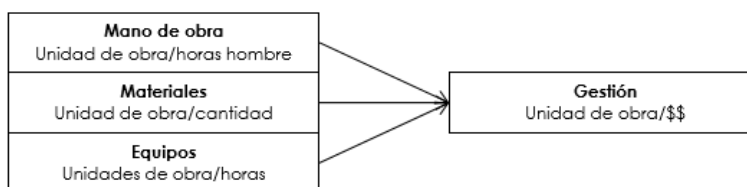


En la Figura 2.1. se indica la relación entre eficiencia, efectividad y productividad.



**Figura 2.1.** Relación entre Eficiencia, Efectividad y Productividad (Serpell, 1997)

La productividad puede ser medida a través de los rendimientos, que es aquella cantidad producida de un cierto rubro y luego comparar con los recursos invertidos para realizar una unidad de obra. (López, 1997).



**Figura 2.2.** Gestión de Productividad (López, 1997)

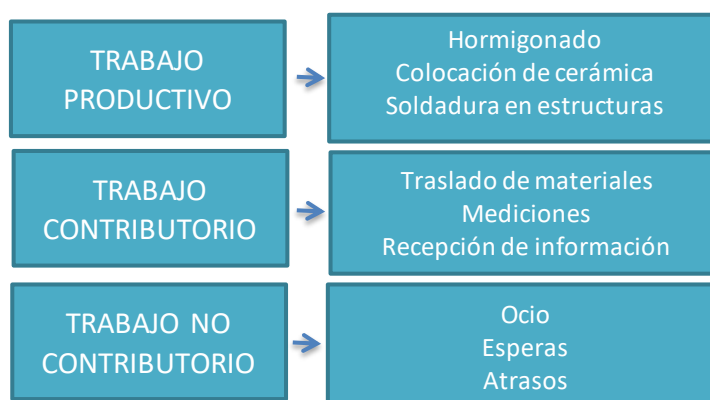
Para determinar los rendimientos de cuadrilla, se pueden clasificar en tres actividades de la construcción. (López, 1997):

**A.- Trabajo Productivo:** Trabajo que aporta en forma directa a la producción.

**B.- Trabajo Contributorio:** Actividades necesarias para que pueda ejecutarse el trabajo productivo.

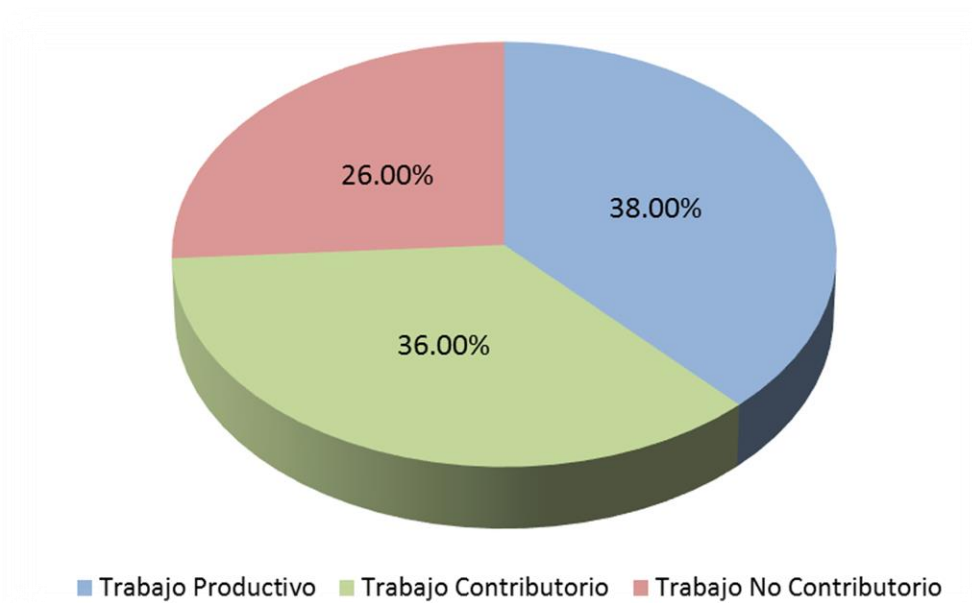
**C.- Trabajo No Contributorio:** Cualquier actividad que no corresponde a las categorías anteriores.

A continuación, se muestran ejemplos de acciones de las tres categorías de niveles de actividad:



**Figura 2.3.** Ejemplos de las tres categorías de niveles de actividad (Alarcón, 2001)

De acuerdo a Serpell 2002, se realizó una investigación en proyectos de construcción en Chile en donde se pudo determinar los siguientes promedios:



**Gráfico 2.1.** Nivel de actividad de producción promedio (Serpell, 2002)

### 2.2.1. El Trabajo No Contributorio (TNC).

El Trabajo No Contributorio es el tiempo improductivo generado en obra durante la jornada de trabajo. Ejemplos de acciones que conforman esta categoría son:

- Caminando con las manos vacías
- Comprando
- Fumando
- Mojándose la cara y las manos
- Conversando sin hacer nada
- Traslado de botellas de bebida, agua y alimentos

- Descansando – Durmiendo
- Escuchando radio sin hacer nada
- Esperando sin hacer nada
- Esperando ser pagado
- Comiendo y bebiendo en zona de trabajo
- Necesidades fisiológicas
- Inactividad por fuerza mayor (Corte energía eléctrica, falta de material, clima, etc.)

Para conseguir los valores de tiempos improductivos en una obra, es necesario realizar un muestreo en campo; esta técnica, que ha sido utilizada por varios años, permite asegurar que el porcentaje de TNC varía entre 15% y 35%, y que en promedio da un valor del 24%.

Un 24% de Trabajo No Contributorio es igual a tener un desperdicio de 1/4 de los recursos y de mano de obra. Sin embargo, pensar en un 0% de TNC es algo irreal, ya que el cuerpo y la mente humana necesitan parar para tomar un descanso, por lo que es interesante poder estudiar el porcentaje mínimo aceptable de Trabajo No Contributorio.

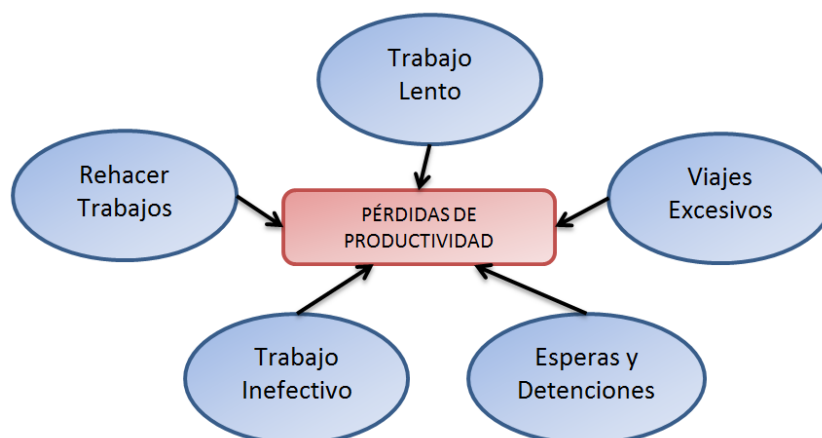
### 2.2.2. Factores que afectan la productividad

De acuerdo con (Serpell, 1986), los factores más importantes que afectan la productividad son:

1. Excesivo uso del sobretiempo.
2. Errores en los planos y especificaciones.
3. Exceso de modificaciones del proyecto durante la ejecución de la obra.
4. Diseños muy complejos y/o incompletos.
5. Aglomeración trabajadores en espacios reducidos.
6. Falta de una supervisión adecuada.
7. Reasignación de la mano de obra de tarea en tarea.
8. Ubicación inapropiada de los materiales.
9. Temperatura o clima adverso en la zona.
10. Mala o escasa iluminación cuando se necesita.
11. Niveles de agua subterránea muy superficial.
12. Falta de materiales cuando se necesitan.
13. Falta de equipos y herramientas cuando se necesitan.
14. Materiales, equipos y herramientas inadecuados.
15. Accidentes en la obra.
16. Falta de la mano de obra adecuada.
17. Composición y tamaño inadecuado de las cuadrillas.
18. Mala toma de decisiones.

19. Dificil acceso a la obra.
20. Exigencias excesivas de control de calidad.
21. Demasiadas interrupciones.
22. Falta de motivación del personal.

El efecto de los factores que reducen la productividad puede resumirse en 5 categorías de pérdida de productividad, tal como se indica en la Figura 2.4.



**Figura 2.4.** Principales categorías de pérdidas de productividad (Serpell, 2002)

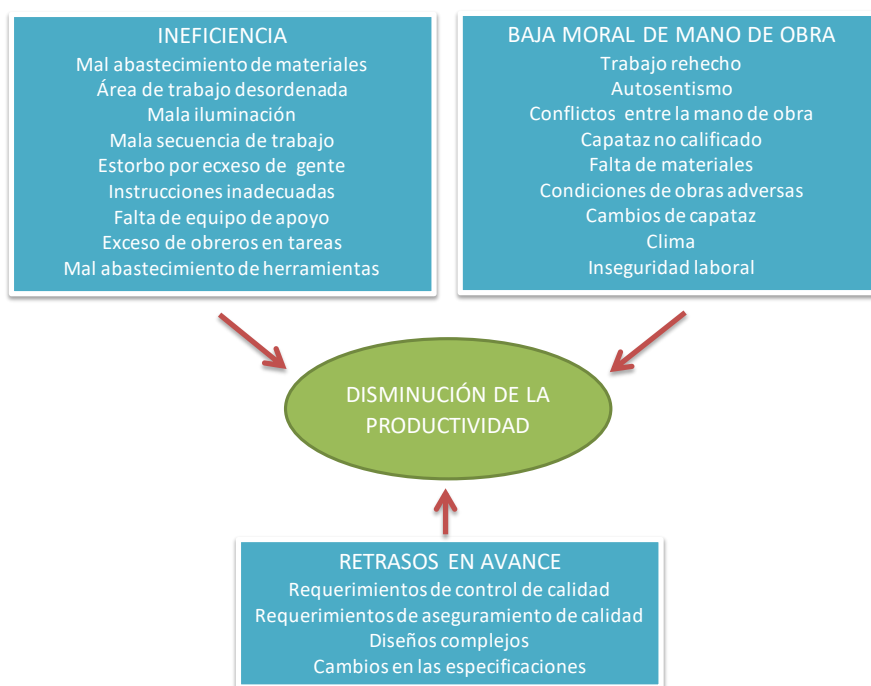
Uno de los factores por los que existen pérdidas de la productividad en obra son los viajes excesivos; esto ocurre principalmente por las largas distancias que separan las instalaciones de trabajo, sumándole a esto las instrucciones poco claras que provocan viajes extras para aclarar las mismas; así como también la escasez de medios para transportar el material para poder tener un correcto abastecimiento del mismo. Las esperas y detenciones en obra se deben a la falta de equipos y materiales al no tener una adecuada coordinación

con el distribuidor provocando grandes retrasos a la hora de comenzar las labores diarias; así como también a la falta de conocimiento de la labor que se va a realizar por parte de los trabajadores debido a una mala planificación y coordinación entre cuadrillas. Además de esto, pueden ocurrir accidentes, conflictos entre el personal de trabajo y traslados a otras áreas debido a la falta de mano de obra para poder terminar una labor; todo esto se traduce en una fuente importante de demoras. (Borcherding, 1981).

Otro punto importante son los trabajos infectivos, ya que solo por mantener al personal ocupado permanentemente, se le asignan labores que no requieren mano de obra; así mismo existen trabajos rehechos ya que para ejecutar la siguiente tarea con una buena calidad y plazo, se requiere que el trabajo antes realizado esté bien hecho. El trabajo lento es producido por la fatiga, ya que el cansancio físico como mental influye en un alto grado el rendimiento de los obreros, así como también los equipos y herramientas obsoletas producirán un incremento de tiempos improductivos. La falta de pagos a tiempo, la carencia de una buena relación obrero-jefe y la falta de supervisión hará que se ejecute un trabajo lento. (Borcherding, 1981)

Contreras (1995) comenta además que la mala capacitación por parte de los obreros, la falta de control y la mala planificación son factores por los que existe pérdida de la productividad. Según (Martínez, 1988), tres son los subconjuntos en los que se pueden agrupar los factores que afectan la

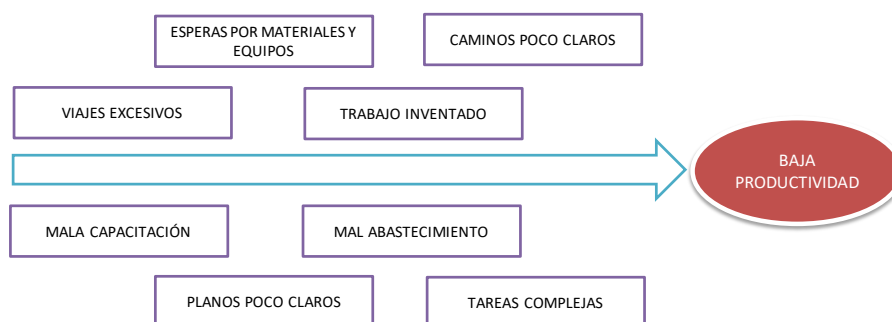
productividad. En la Figura 3.5. se presenta el esquema de los factores que actúan negativamente en la productividad.



**Figura 2.5.** Factores que afectan negativamente la productividad (Martínez, 1988)

Por otra parte, (Acevedo, 1991) desarrolló otro estudio que permite conocer las causas que afectan la productividad, en la Figura 3.6. se muestra un diagrama de causa efecto que generan una baja productividad.

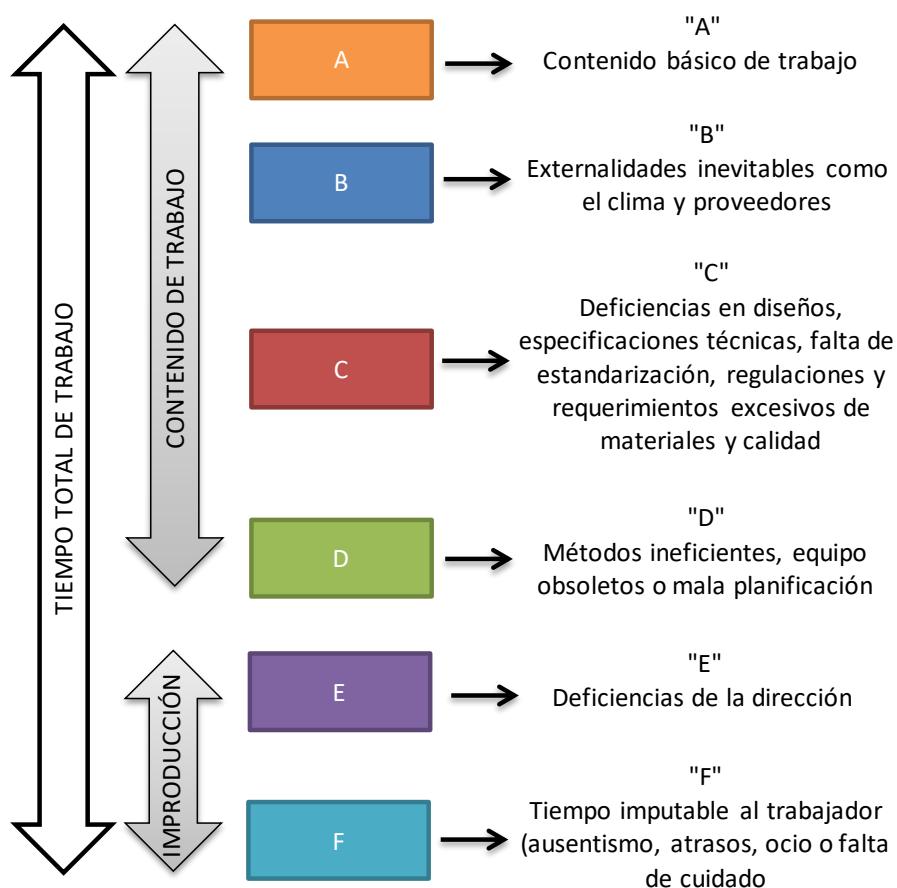




**Figura 2.6.** Diagrama de causa-efecto de baja productividad (Acevedo, 1991)

De igual manera, (Drewin, 1982) en la Figura 3.7. muestra una configuración del tiempo total de operación. El contenido de “A” representa el tiempo que es necesario emplear (en horas-hombre), para obtener un determinado resultado. “B” es el tiempo asignado a situaciones externas como el clima y situaciones con los proveedores, de tal manera que “A” + “B” simbolizan el total de tiempo de operación. “C” son las deficiencias en los diseños y/o en las especificaciones técnicas.

“D” hace referencia a métodos ineficientes de construcción, equipo obsoleto y mala planificación, “E” centra su atención en deficiencias de dirección como por ejemplo una mala planificación de trabajo, interrupciones, defectuoso abastecimiento de materiales, etc., finalizando con “F” que representa los tiempos improductivos causados por esperas, por ausencias, e inactividad.



**Figura 2.7.** Distribución para el tiempo total de operación (Drewin, 1982)

### 2.3 Estrategias para mejorar la productividad

Para mejorar la productividad hay que contrarrestar las deficiencias organizacionales y operativas que se dan en todo proyecto de construcción.

Khan (1993) considera algunas estrategias:

- Capacitación constante al equipo humano, previniendo posibles errores, como determinar soluciones con el menor impacto posible.

- Considerar que un ambiente de trabajo agradable estará relacionado directamente con el buen rendimiento de los obreros, calidad del producto final, en consecuencias mayores utilidades, es decir una mejora inevitable de la productividad.
- Incentivar los buenos resultados en base a una mejora continua, consecuencia de la experiencia adquirida a través de la práctica, como también del intercambio de experiencias.
- Buscar dar responsabilidades a todos los miembros del equipo humano según sus aptitudes, logrando así su inserción efectiva al proyecto.
- Hacer uso efectivo de la logística disponible, como también asegurar la disponibilidad a tiempo del equipo o maquinaria requerida por el proyecto.

#### **2.4 Ventajas de una buena productividad**

Independientemente del mecanismo o estrategia utilizada, conseguir una mejora de la productividad en un proyecto reflejará evidentes ventajas como las que a continuación se detalla:

- Notable aumento de la producción, mejorando la calidad del producto y disminuyendo los recursos utilizados al igual que los plazos.

- Mayor demanda del producto, consecuencia de clientes satisfechos.
- Solidez de la empresa en su medio debido a proveedores y clientes complacidos.
- Cantidades mínimas de desperdicios de materia prima, reflejado esto en un aumento de las utilidades.

# CAPITULO III

## 3. LEAN CONSTRUCTION “CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS”

### 3.1 Introducción

El sistema productivo ha entrado en un proceso de cambio desde inicios de los años 90; la aplicación del nuevo modelo productivo “Lean Construction” surgió a nivel académico hace 20 años y se lo ha estado implementando desde el 2007 principalmente en Estados Unidos, donde estudios y análisis revelan que las empresas que ya aplican esta filosofía de producción han obtenido altos niveles de rendimiento en cuanto a reducción de costos, incremento de la productividad, cumplimiento de los plazos de entrega, mayor calidad, incremento de la seguridad, mejor gestión del riesgo y mayor grado de satisfacción del cliente.

“Lean Construction” tiene sus orígenes en la industria automotriz, específicamente en la empresa Japonesa Toyota, luego de La Segunda Guerra Mundial. Este sistema de producción está orientado fundamentalmente a eliminar las pérdidas en los procesos productivos, entendiéndose por pérdidas a todas aquellas actividades que no agregan valor, pero que

consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción. (Botero & Álvarez, 2003).

En una empresa *Lean*, la mano de obra está mejor formada presentando una mayor calidad laboral, juega un papel más enérgico en la mejora continua. El sistema fomenta el trabajo en equipo, mejora la comunicación, facilita la visión de conjunto de todo el proceso, ayuda a la identificación temprana de errores seguida de una resolución eficaz y rápida de problemas, y conduce hacia una mayor autogestión. La gestión integral de todo el proyecto pasa del modelo tradicional de mando y orden a un sistema colaborativo y de autoridad distribuida.

### **3.2 Comparación entre Construcción Lean y Construcción Típica**

Campero y Alarcón (2008) mencionan algunas diferencias entre el proceso constructivo de una Filosofía Típica y una Filosofía Lean; que pueden ser complementadas con las descritas por Pons (2014). A continuación, se muestran las diferencias más importantes.

**Tabla I.** Cuadro comparativo entre Construcción Típica y Construcción Lean

<b>Proyecto Tradicional</b>	<b>Proyecto Lean</b>
Método de la Ruta Crítica.	Método del Último Planificador.
Sistema Push.	Sistema Pull.
Focalizados en Detectar y Corregir.	Focalizados en Prevenir.
No hay un compromiso por parte de todos los miembros de la empresa.	Compromiso por parte de todos los miembros de la empresa.
Aprendizaje irregular.	Aprendizaje continuo.
Fomenta el esfuerzo unilateral, asigna y transfiere el riesgo, no lo comparte	Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio abierto de información e ideas y la colaboración entre múltiples partes.
Una vez el proyecto está diseñado, entonces empieza el diseño de los procesos.	El proyecto y los procesos se diseñan de manera conjunta.
Se persigue el individualismo; el mínimo esfuerzo para el máximo beneficio; por lo general, basado primero en el costo.	Se persigue el trabajo en equipo, basado en la entrega de valor al cliente.
Existen actividades que agregan valor y otras que no agregan valor al producto.	Todas las actividades añaden valor al producto.
El control se realiza a través del costo de las actividades.	El control se realiza a través de tiempo, costo y valor del flujo.
Un especialista toma las decisiones e indica que se ejecuten.	Las partes interesadas aguas abajo participan de las decisiones que se toman aguas arriba.
Las mejoras se dan a través de la implementación de nuevas tecnologías.	Las mejoras se realizan a través de la reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnológicas.

**Fuente:** (Campero & Alarcón, 2008) y (Pons, 2014)

En la Figura 3.1., se resume lo que busca generar el enfoque Lean, en donde se logra tener un mayor beneficio gracias a las mejoras, puesto que se disminuye el desperdicio y el costo de la construcción.



**Figura 3.1.** Enfoque Tradicional vs Enfoque Lean (Pons, 2014)

### 3.3 Principios de Lean Construcción

De acuerdo a Lean Enterprise Institute, el pensamiento Lean es aplicable a todo, puesto que es una forma de pensar, una filosofía. El pensamiento Lean es *“una forma de especificar valor, alinear acciones creadoras de valor en la mejor secuencia, conducir estas actividades sin interrupciones cuando alguien las solicite y desarrollarlas de una manera más y más eficiente. En resumen, el pensamiento de lean es lean porque provee la forma de hacer más y más con menos y menos – menos esfuerzo humano, menos materiales, menos equipos, menos tiempo, menos espacio – mientras se acerca y se acerca más a proveer a los clientes con lo que ellos exactamente quieren”* (www.lean.org, 2010)



El objetivo de “*Lean Construction*” es mejorar el desempeño con que son llevados a cabo los proyectos de construcción; para lograr este mejoramiento continuo y un incremento en el desempeño, Koskela (1992) menciona un conjunto de principios de mejoramiento.

- ✓ **Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan Valor al Producto a través de los Requerimientos del Cliente:** Esto implica entender qué quiere el cliente, lo que proporciona las bases para un diseño y fabricación más efectivos; puesto que el cliente exige productos de mejor calidad en un tiempo específico y costo específico
- ✓ **Reducir la Contribución de Actividades que No Agregan Valor:** Existen tres causas principales que contribuyen a tener actividades que no agregan valor, las cuales son: planificación, la falta de conocimiento y la naturaleza tradicional de producción. Una inadecuada planificación entre el personal de obra, ocasiona que se incrementen las actividades que no agregan valor como inspección, transporte y esperas. El personal no tiene el conocimiento para cuantificar dichas actividades improductivas. Se ha llevado tanto tiempo haciendo las cosas de la misma forma, que se asumen como buenas maneras de trabajar, que están lejos de ser eficientes según los estándares actuales de competitividad a nivel mundial.
- ✓ **Reducir la Variabilidad de los Procesos:** A mayor cantidad de actividades, existe mayor irregularidad en los procesos, lo que ocasiona

que se generen actividades que no agregan valor. Para esto se debe utilizar sistema de control estadísticos los cuales buscan eliminar las causas principales.

- ✓ **Reducir el Tiempo de Ciclo:** El tiempo es más importante que el costo y la calidad, puesto que, puede ser usado para el mejoramiento de ambas. El tiempo del ciclo está dado por la suma del Tiempo de Procesamiento, Tiempo de Inspección, Tiempo de Espera y Tiempo de Transporte; por lo cual es importante reducir este ciclo para obtener mayores beneficios.
- ✓ **Simplificar mediante minimización del número de pasos y partes de un proceso:** Simplificando el exceso de actividades dentro de un flujo de proceso, se puede reducir las actividades que no agregan valor.
- ✓ **Incrementar la Flexibilidad:** Se busca adaptar la producción a los cambios constantes que tiene la demanda, para entregar al cliente lo que desea, cuando lo desea y en la cantidad que desee. Con esto se evita el exceso de inventario y la sobreproducción.
- ✓ **Incrementar la Transparencia de los Procesos:** La falta de transparencia oculta los errores y no permite plantear soluciones. Transparentar el proceso permite facilitar el control y el mejoramiento, por lo que deben ser observables y medibles.
- ✓ **Enfocar el control al proceso completo:** Se deben realizar dos cosas para enfocar el control en el proceso completo. La primera es medir el

proceso completo, y la segunda es que debe haber una autoridad controlando el proceso completo.

- ✓ **Estructurar el Mejoramiento Continuo de los Procesos:** Para esto se debe implementar acciones como:
  - Mejorar las mediciones y el seguimiento de los procesos.
  - Entregar responsabilidades de mejoramiento a todos los empleados.
  - Utilizar procedimientos estandarizados como base de las mejores prácticas.
  - Centrar la atención del control en la causa de los problemas.
  - Crear una cultura de mejoramiento.
- ✓ **Balancear el mejoramiento de los flujos y las conversiones:** Para esto se debe realizar un balance entre el mejoramiento de los flujos, detectando y eliminando las actividades que no agregan valor, y el mejoramiento de las conversiones (procesos) mediante la implementación de las nuevas tecnologías.
- ✓ **Referenciar (Benchmarking):** Se debe comparar el diseño del proceso de producción, con los líderes del sector, buscando aplicar procesos de clase mundial.

Todo lo antes mencionado, se resumen en 5 principios fundamentales de Lean Construction, los cuales fueron establecidos por Womack y Jones (1996).



**Figura 3.2.** Principios de Lean Construction  
(Lean Construction Institute, 2016)

La construcción sin pérdidas requiere ir más allá del método tradicional de ver los proyectos como simple transformación, incluyendo flujo de generación de valor. La nueva teoría de proyecto debe incluir tiempo, variabilidad y satisfacción del cliente como variables importantes para el proceso de toma de decisiones. (López 1997)

### 3.4 Tipos de desperdicio y su control

En el “Lean Enterprise Institute” indica siete tipos de desperdicios que se pueden encontrar en cualquier proceso productivo (López 1997):

1. **Defectos:** Ejecutar los trabajos correctamente para evitar rehacerlos y corregirlos. Se evita el consumo de materiales, mano de obra para reprocesar, rehacer y para atender las quejas del cliente.

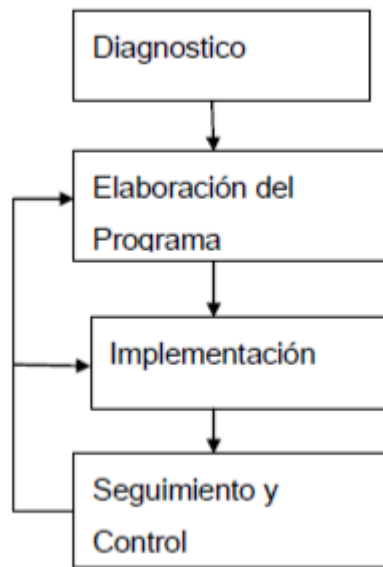
2. **Sobreproducción:** Hacer lo justo, no más de lo que se consume. Cuando se producen artículos para los cuales no existe demanda, se está queriendo empujar al cliente, aquí se puede aplicar fácilmente del principio de halar y no producir más de lo que es necesario.
3. **Exceso de inventario:** Tiene un costo por el espacio ocupado, la manipulación y transporte del material. Además, se pueden dañar los materiales y es un desembolso de capital que aún no produce un ingreso.
4. **Movimiento excesivo:** La disposición de lugar de trabajo debe ser diseñada para tener una ergonomía adecuada. Cuando existen excesivos movimientos innecesarios de personas o de la maquinaria no añade valor al producto.
5. **Reprocesamiento:** Pasos innecesarios en las actividades, procedimientos o procesos para alcanzar las exigencias del cliente.
6. **Transportación:** Se refiere al movimiento de materiales. Esto incluye transportar el trabajo en curso largas distancias, llevar y traer en camión a un almacén exterior. El material debería ser entregado en el punto de uso. Cada momento en que un material se mueve hay la posibilidad de que se dañe, se pierda o se pierda su control.
7. **Esperas:** Tiempo que durante el proceso productivo en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso, averías, cuellos de botella.

En la construcción se pueden identificar pérdidas en el proceso constructivo y flujo de trabajo, además de desperdicios físicos en materiales, como madera, alambre, varilla, masilla de desecho, derrocamientos, escombros, etc. Ambas significan recurso, son costosas y, por lo tanto, se requiere eliminarlas para aumentar la productividad (Coronel, 2010).

### **3.5 Programa de Mejoramiento de la Productividad (PMP)**

Un PMP es un programa estructurado, que facilita el mejoramiento de la productividad de un proyecto, mediante un mejoramiento de los sistemas de información y retroalimentación, un mejoramiento de los sistemas de suministros de recursos y un mejoramiento en los métodos de construcción (Martínez & Alarcón, 1988).

Para poder elaborar e implementar un programa de mejoramiento de la productividad (PMP) para una obra específica se realiza un Estudio de Productividad, el cual consta de las siguientes etapas, como se muestra en la Figura 3.3.



**Figura 3.3.** Etapas del Estudio de Productividad (Martínez & Alarcón, 1988)

- I. **Diagnóstico:** En esta fase se realiza un estudio para determinar los niveles de productividad de las distintas actividades que conforman la obra. En esta etapa se identifican los problemas de productividad, las fuentes de pérdidas y sus causas. Según Martínez & Alarcón (1988), las herramientas que se pueden utilizar son las siguientes:

- ❖ Observación directa
- ❖ Muestreos del trabajo
- ❖ Análisis de la información de costos
- ❖ Encuestas de detección de pérdidas
- ❖ Encuestas de detenciones y demoras
- ❖ Carta de Balance de Recursos.
- ❖ Círculos de calidad

II. **Elaboración e Implementación del Programa:** Una vez que se ha obtenido la información recopilada de la fase de diagnóstico, se debe seleccionar las técnicas y herramientas necesarias para solucionar los problemas encontrados en cada área. De acuerdo a Pons 2014, las herramientas que se pueden utilizar son las siguientes:

- ❖ Last Planner System (LPS) o Sistema del último planificador
- ❖ Lean Project Delivery System (LPDS)
- ❖ Target Costing o Coste Objetivo
- ❖ Integrated Project Delivery (IPD)

III. **Fase de Seguimiento y Control:** Esta fase consiste en la aplicación de varias técnicas, que están especificadas en el PMP, las cuales permiten una mejora continua a través de evaluación y retroalimentación, estas herramientas pueden ser (Martínez & Alarcón, 1988):

- ❖ Encuestas de detección de pérdidas
- ❖ Muestreos del trabajo
- ❖ Cuestionarios a los obreros
- ❖ Fotografías a intervalos de tiempo
- ❖ Filmaciones de video

En el presente documento se realiza el análisis de la fase de diagnóstico, a través de tres metodologías que serán explicadas en el siguiente capítulo. Una



metodología que no se realizó en campo, pero que es de gran importancia conocer es Last Planner System o Sistema de Último Planificador.

### → Last Planner System (Sistema de Último Planificador)

Last Planner es un sistema de control que mejora el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción mediante la disminución de la incertidumbre asociada a la planificación. Fue desarrollado originalmente por Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute, y es una herramienta que no compite ni reemplaza los métodos tradicionales de planificación, sino que, los complementa y los enriquece (López, 1997).

Se lo denomina último planificador a la persona o grupo de personas responsables de la planificación operacional, es decir, la persona que decide en obra que trabajo se realiza durante la semana.

El sistema de Último Planificador consta de cuatro niveles de planificación, los cuales son:

1. **Programa Maestro:** Es la planificación inicial que se tiene de la obra, el cual es un cronograma donde se indican las actividades que se tienen previstas realizar de acuerdo a un orden establecido.

2. **Programación de Fase:** Representan una subdivisión más detallada del programa maestro preparada por las personas que administran al trabajo en la fase para apoyar el cumplimiento de los hitos del programa maestro.
3. **Programación Intermedia:** Analiza las restricciones que puede tener una actividad para ser ejecutada (4 a 6 semanas); pero el horizonte de trabajo que abarca la planificación intermedia también dependerá de la naturaleza del trabajo a realizar y la sensibilidad de los proveedores para las distintas actividades.
4. **Programación Semanal:** Es una planificación a detalle antes de la ejecución, en base a la capacidad actual de los recursos y la terminación de prerrequisitos. Se compromete sólo el trabajo que puede ser realizado.



**Figura 3.4.** Sistema del Último Planificador  
(Alarcón, 2011)

López (1997) indica que, planificar es determinar lo que se “debería” hacer para completar el proyecto y decidir lo que se “hará” poco a poco. Aunque no todo se “puede” cumplir por muchas limitaciones que puedan retrasar los planes. Lo que se “puede” no siempre es lo que se “hará”. En este sistema de Last Planner, se desarrolla a partir de lo que se “debería” hacer, se identifica y se libera lo que se “puede” avanzar para luego acordar lo que se “hará” (Alarcón et al., 2011).

# CAPITULO IV

## 4. METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS MEDIANTE LA FILOSOFÍA “LEAN CONSTRUCTIONS”

### 4.1 Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra

#### 4.1.1. Descripción

La “Encuesta de Detección de pérdidas en obra” fue elaborada por el Departamento de Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el objetivo de identificar las fuentes de pérdidas y las frecuencias con que ocurren las mismas dentro de la obra en construcción. (Pérez 2010)

Esta herramienta permite identificar de una manera general, las pérdidas que ocurren dentro de una obra desde la visión del equipo técnico de trabajo involucrados en la construcción de la misma, ya que son los que están presentes durante la etapa de construcción.

Con esta herramienta se obtiene las pérdidas más frecuentes, y los supervisores de la obra podrán conocer en donde están fallando y con esto, podrán focalizar su atención en los puntos encontrados y tomar correctivos

para que no vuelva a suceder o se las pueda disminuir; esto será un trabajo en conjunto entre todo el equipo de trabajo para una futura construcción.

#### 4.1.2. Metodología de Aplicación

Esta metodología cuenta de dos partes, la primera busca identificar los rubros o actividades de la construcción que generan mayores pérdidas, y la segunda parte permite determinar las fuentes de pérdidas y su grado de ocurrencia; todo esto de acuerdo a la perspectiva de los técnicos de la obra de construcción en estudio.

##### 4.1.2.1. Primera Parte: Entrevista con preguntas abiertas

Esta primera parte consiste en una entrevista para los técnicos de la obra, en donde deben llenar la primera página del formato que se muestra en el anexo A, la cual indica llenar su nombre y que cargo desempeñan en la empresa. Además, los encuestados deben contestar dos preguntas abiertas para conocer cuáles son los rubros o actividades que mayores pérdidas generan en la construcción de la urbanización “Villa España 2” y sus posibles causas, las preguntas son las siguientes:

- ✓ ¿Cuáles son los 5 rubros o actividades que usted considera que existen con más pérdidas en la construcción de la urbanización?

- ✓ ¿Por qué razones escogió los rubros o actividades mencionadas en la pregunta anterior?

Una vez obtenida la información, se procesan los datos para realizar gráficos comparativos para conocer cuáles son los rubros con mayores pérdidas en la construcción de la obra en estudio.

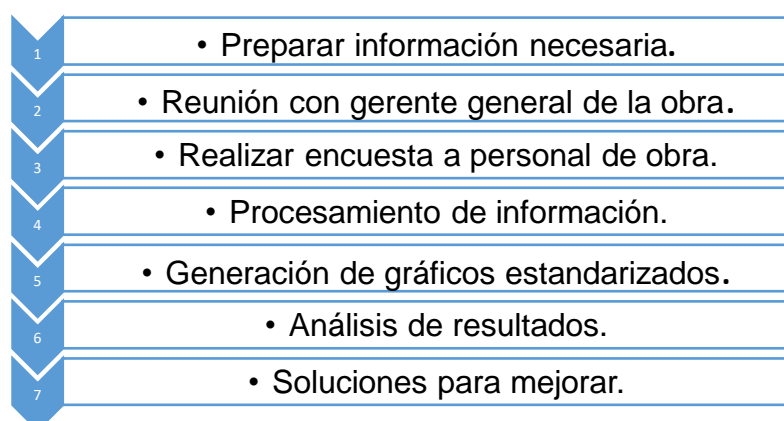
#### 4.1.2.2. Segunda Parte: Encuestas

De acuerdo a Pérez 2010, esta herramienta ha sido muy beneficiosa para mejorar la comunicación entre los supervisores de una obra y el personal que la ejecuta, permitiendo reducir pérdidas y poder identificarlas de una manera más eficaz.

La encuesta, cuyo formato se muestra en el anexo A, es muy simple de usar y se realiza al personal de obra entrevistado anteriormente. La encuesta consta de dos partes fundamentales, la primera parte permite identificar las principales pérdidas que ocurren durante el proceso de construcción de la obra en estudio y las fuentes que las provocan, mientras que en la segunda parte se busca clasificar según los niveles de ocurrencia (frecuente, ocasional, rara vez o nunca) de las diferentes fuentes de pérdidas.

Esta herramienta se la realiza directamente en obra y se basa en los principios de Lean Construction, la cual busca eliminar o minimizar las fuentes de pérdidas, entendiéndose por fuentes de pérdidas a la acción más directa por la cual se produjo un problema y que trajo como consecuencia la generación de una o varias pérdidas.

La metodología que se sigue es la que se muestra a continuación:



**Figura 4.1.** Metodología de Aplicación Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra  
(Pérez, 2010)

Los autores del presente estudio, mantuvieron varias reuniones de trabajo con la gerente general de la CJC OBRAS Y PROYECTOS CONSTJALKA S.A. para darle a conocer el proyecto que se está planteando y de esta manera poderlo llevarlo a cabo. La respuesta fue positiva y se brindó todas las facilidades necesarias.

Debido al poco tiempo disponible por parte del personal técnico de la obra, no se realizó una reunión en conjunto; sino que, se procedió a realizar las entrevistas y encuestas individualmente, explicándoles a detalle el proyecto.

Se utiliza el formato mostrado en el anexo A para el llenado de las encuestas. En la segunda hoja de este formato, el encuestado deberá escoger de entre 46 opciones, las 10 fuentes de pérdidas que considere más importantes que se generan en la construcción de la obra en estudio, además también le permite al encuestado añadir alguna otra fuente de pérdida que cree que exista dentro de la obra y que no esté en la lista. En las siguientes hojas del formato, se muestran problemas que se clasifican en 14 grupos, en donde deben escoger la frecuencia con que ocurren estos (frecuente, ocasional, rara vez o nunca).

Con los datos obtenidos de las encuestas, se procede a elaborar gráficos estandarizados, los cuales permiten centrarse en aspectos cuya mejora tendrá más impacto, además de proporcionar una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas encontrados.

Una vez obtenidos los gráficos estandarizados se los analiza y se procesa a dar soluciones de acuerdo a los problemas encontrados. Se debe tomar en cuenta que los autores del estudio estuvieron presentes en la obra Villa España 2 en el período de 16 de mayo al 23 de junio de 2016, en donde se



efectuaron observaciones de la obra además de realizar otras metodologías de campo que serán explicadas más adelante.

#### 4.1.3. Resultados

##### → Primera Parte

Los resultados que se obtuvieron para la primera pregunta se muestran a continuación:



**Gráfico 4.1.** Actividades con más pérdidas  
Fuente: Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.1. se presenta las actividades que causan más pérdidas durante la etapa de construcción de la urbanización, rubros que fueron escogidos por los propios profesionales al momento de realizar las entrevistas y encuestas. De las preguntas abiertas se puede notar que, de acuerdo a los profesionales del área, los rubros que fueron nombrados con una mayor frecuencia (más del 50%) y en donde se detectan más desperdicios son: Enlucidos, Instalación de cerámica, Mampostería, Fundición de hormigón preparado en sitio y Encofrados de estructuras.

Con respecto a la segunda pregunta, los profesionales indicaron varias causas para nombrar los rubros antes mencionados. Una de las causas más mencionadas fue el gran desperdicio de material que se aprecia en la obra; por otro lado, también se indica que existe una falta de control en la cantidad de material utilizado para las actividades antes mencionadas. Con respecto a los enlucidos, se indica que existen espesores mayores a los establecidos porque deben coger fallas o porque las paredes no están aplomadas. Acerca de la mampostería se menciona que los bloques suelen romperse y el porcentaje de desperdicio en obra es mayor que el presupuestado. Para la cerámica se establecen causas como no reutilización de las piezas de cerámica para los recortes, además de no realizar un adecuado arranque para la colocación de las piezas de cerámica. Para el caso de los encofrados de estructuras se indica que no se reutiliza la madera ni los clavos, por lo cual

existe un despilfarro de estos materiales. Finalmente, para la fundición con hormigón preparado en sitio, se menciona que la arena utilizada para la mezcla se contamina o se desperdicia por estar almacenada al aire libre.

## → Segunda Parte

En el anexo A se muestran las encuestas contestadas por el personal técnico de la obra.

En la Tabla II se muestran las frecuencias absolutas y relativas de las fuentes de pérdidas indicadas por los encuestados. Con esta tabla se procede a realizar el Gráfico 4.2.

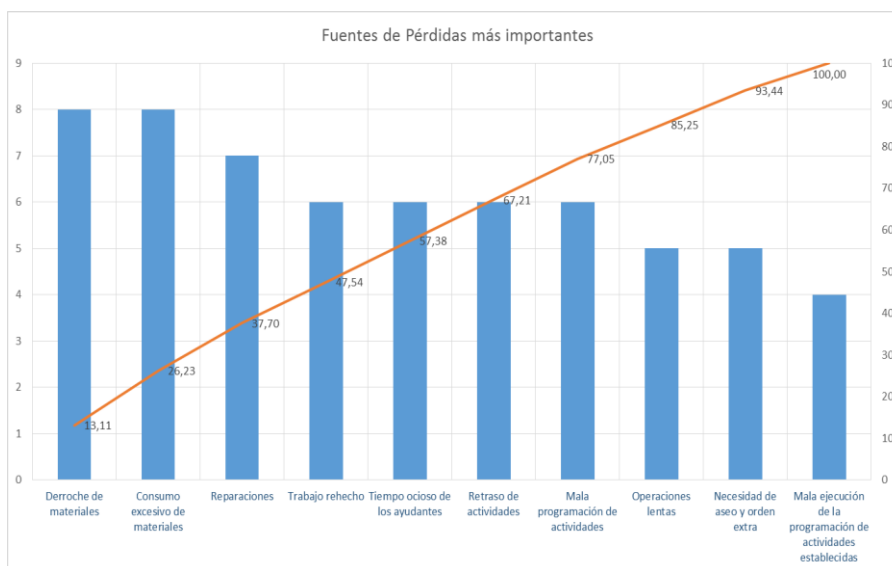
En el Gráfico 4.2. se representan las 10 fuentes de pérdidas más importantes que consideran los encuestados dentro de la etapa de construcción de la urbanización. La gráfica contiene dos ejes verticales, el eje vertical izquierdo presenta las fuentes de pérdidas que se seleccionaron con mayor frecuencia y en el eje vertical derecho se acumulan los porcentajes que representan cada una de ellas. Se observa que una de las fuentes de pérdidas que más peso tiene involucra a los materiales utilizados en la obra, ya que son el 26,23%, además el 55% de las personas encuestadas estuvieron de acuerdo en casi todas las fuentes de pérdidas.

Las fuentes de pérdidas que se encuentran por encima de la ojiva son los de mayor impacto en la obra de acuerdo a los encuestados; estas fuentes de pérdidas son las siguientes: Derroche de materiales, Consumo excesivo de materiales, Reparaciones, Trabajo Rehecho, Tiempo ocioso de los ayudantes y mínimamente Retraso de actividades.

**Tabla II.** Tabla de frecuencias de las fuentes de pérdidas con mayor ocurrencia

N°	CATEGORÍA	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa Unitaria	Frecuencia Relativa Acumulada
1	Derroche de materiales	8	8	13,11	13,11
2	Consumo excesivo de materiales	8	16	13,11	26,23
3	Reparaciones	7	23	11,48	37,70
4	Trabajo rehecho	6	29	9,84	47,54
5	Tiempo ocioso de los ayudantes	6	35	9,84	57,38
6	Retraso de actividades	6	41	9,84	67,21
7	Mala programación de actividades	6	47	9,84	77,05
8	Operaciones lentas	5	52	8,20	85,25
9	Necesidad de aseo y orden extra	5	57	8,20	93,44
10	Mala ejecución de la programación de actividades establecidas	4	61	6,56	100,00

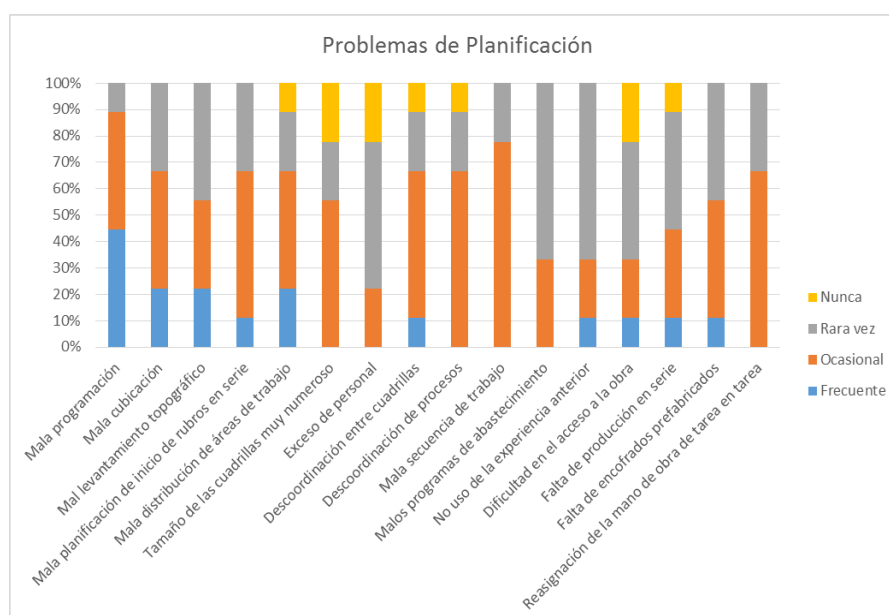
**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.2.** Fuentes de pérdidas más importantes en la construcción de la obra en estudio  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Los siguientes 14 gráficos representan las frecuencias de pérdidas (frecuente, ocasional, rara vez, nunca), las cuales están agrupadas de acuerdo al tipo de problema que ocasionan.

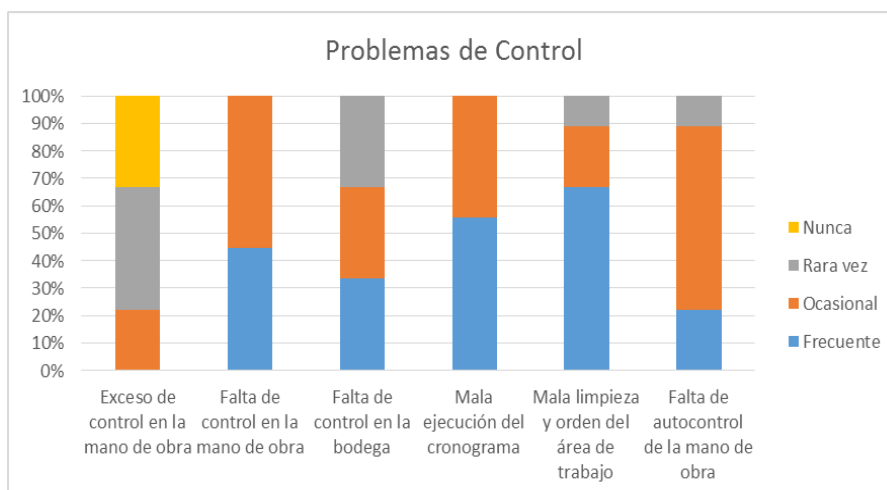
En el Gráfico 4.3. se muestra la frecuencia de los problemas de planificación, y se observa que el problema más crítico es la mala programación ya que es un 45% frecuente y un 45% ocasional. Además, se aprecian varios problemas que son ocasionales mayores a un 60 % como la mala secuencia de trabajo, descoordinación de procesos, descoordinación entre cuadrillas, mala planificación de inicio de rubros en serie, mala distribución de áreas de trabajo y mala cubicación.



**Gráfico 4.3.** Problemas de Planificación

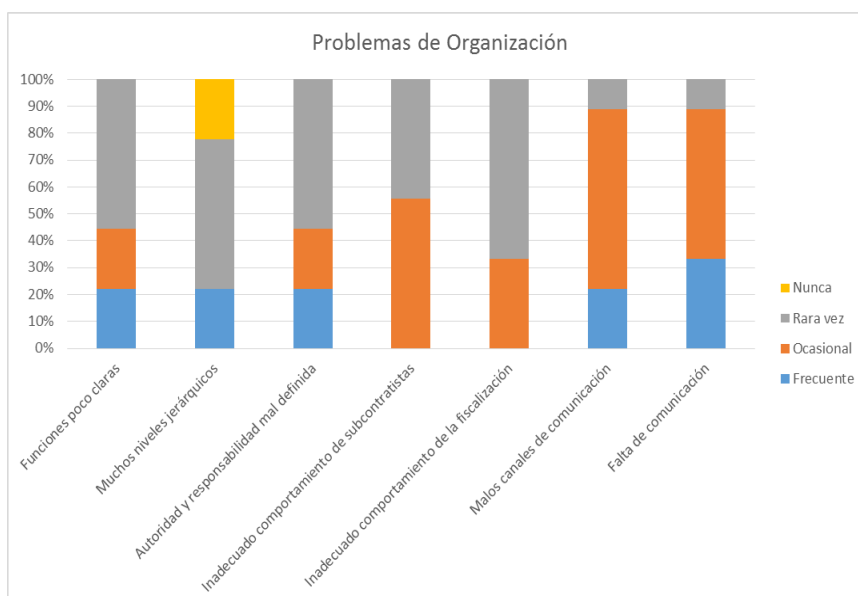
**Fuente:** Elaborado por los autores

Para los problemas de control mostrados en el Gráfico 4.4., se observa que la mala limpieza y orden de área de trabajo, y la mala ejecución del cronograma son las pérdidas más frecuentes con un 67% y un 56% respectivamente; también se puede apreciar que la falta de control en la mano de obra es frecuente con un 45%.



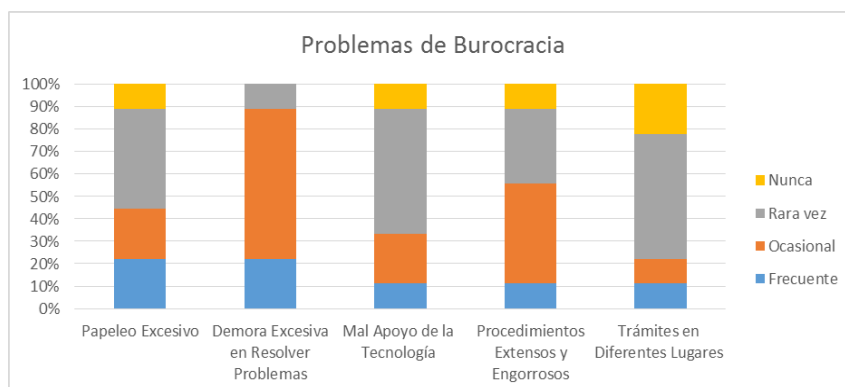
**Gráfico 4.4. Problemas de Control**  
Fuente: Elaborado por los autores

En los problemas de organización se observan pérdidas frecuentes menores al 35% y ocasionales en un 66% para los malos canales de comunicación y falta de comunicación.



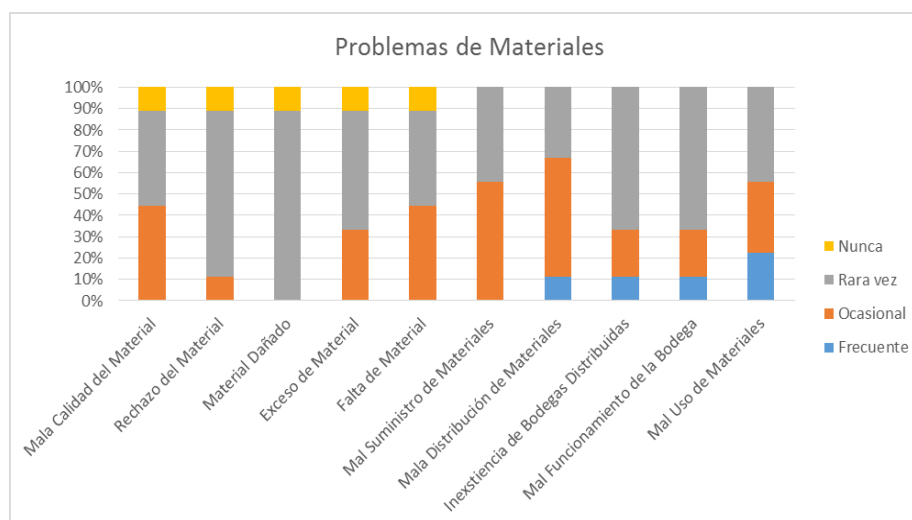
**Gráfico 4.5. Problemas de Organización**  
Fuente: Elaborado por los autores

Con respecto a los problemas de burocracia, se observa que la demora excesiva en resolver problemas es frecuente en un 22% y ocasional en un 67%.



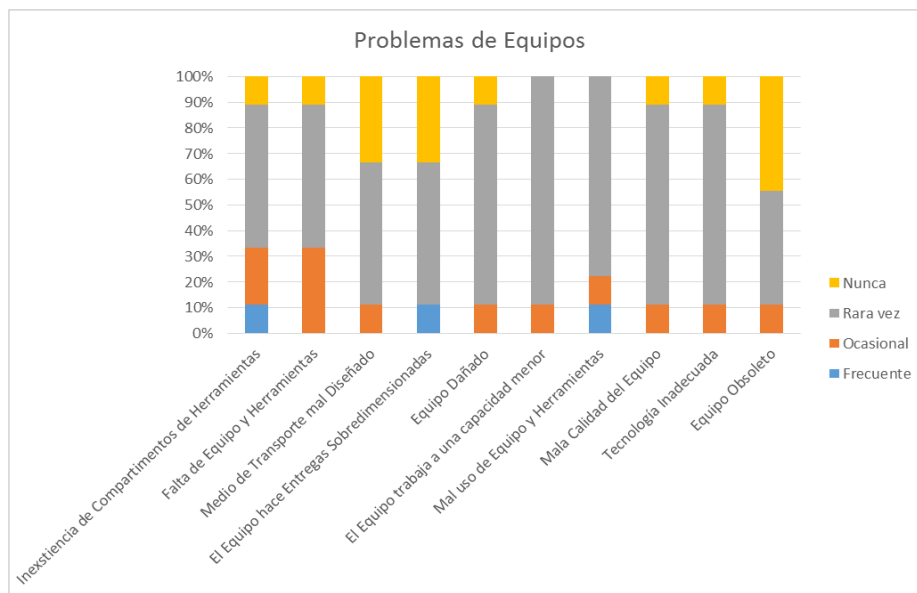
**Gráfico 4.6. Problemas de Burocracia**  
Fuente: Elaborado por los autores

Para los problemas de materiales, solo hay un 66% de frecuencia ocasional para la mala distribución del material.



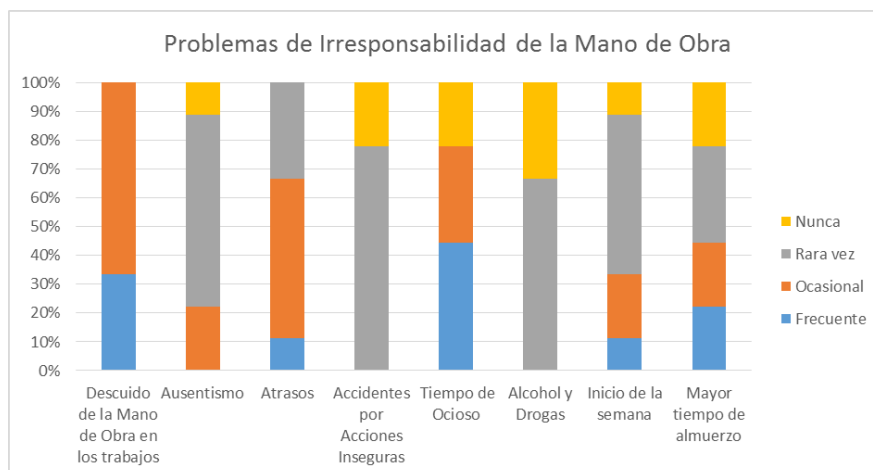
**Gráfico 4.7. Problemas de Materiales**  
Fuente: Elaborado por los autores





**Gráfico 4.8. Problemas de Equipos**  
**Fuente:** Elaborado por los autores

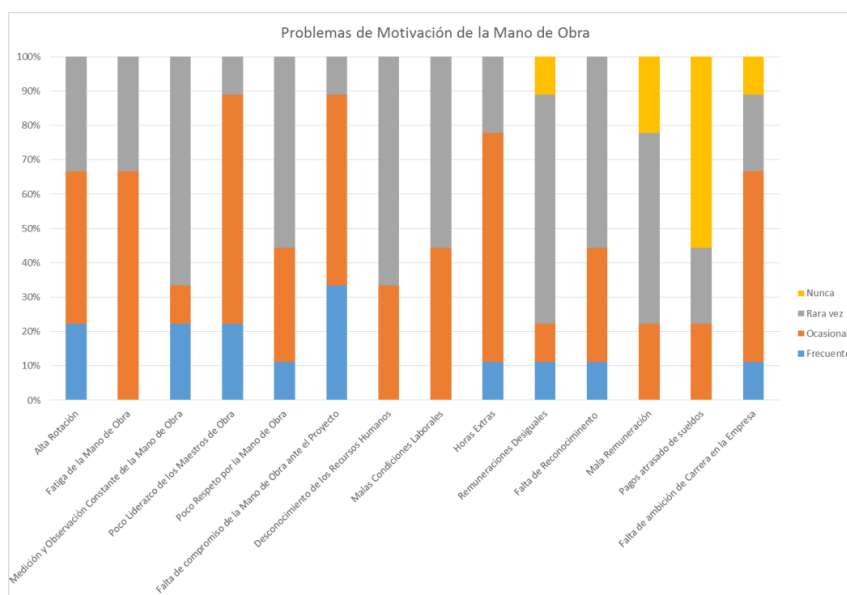
En los problemas de equipos, no se observan pérdidas frecuentes u ocasionales que sean considerables.



**Gráfico 4.9. Problemas de Irresponsabilidad de la Mano de Obra**  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En los problemas de irresponsabilidad, se aprecia que el tiempo ocioso es la pérdida más frecuente con un 45%. También que el descuido de la mano de obra en los trabajos es ocasional en un 67% y frecuente en un 33%.

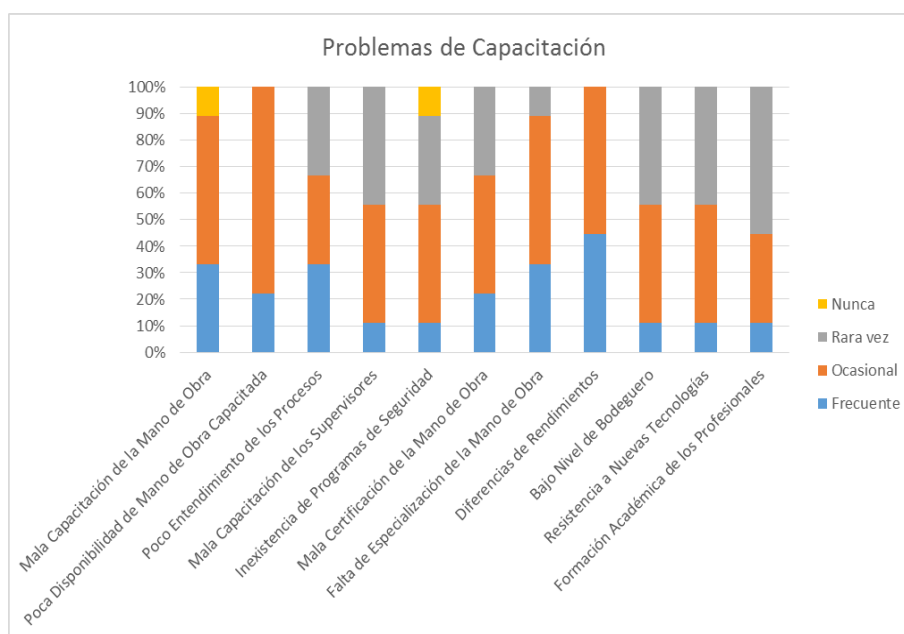
Con respecto a los problemas de motivación de la mano de obra, no se observa problemas frecuentes que sean considerables; sin embargo, existen 3 problemas que son ocasionales como el poco liderazgo de los maestros de obra, la falta de compromiso de la mano de obra con el proyecto y las horas extras.



**Gráfico 4.10.** Problemas de Motivación de la Mano de Obra  
Fuente: Elaborado por los autores

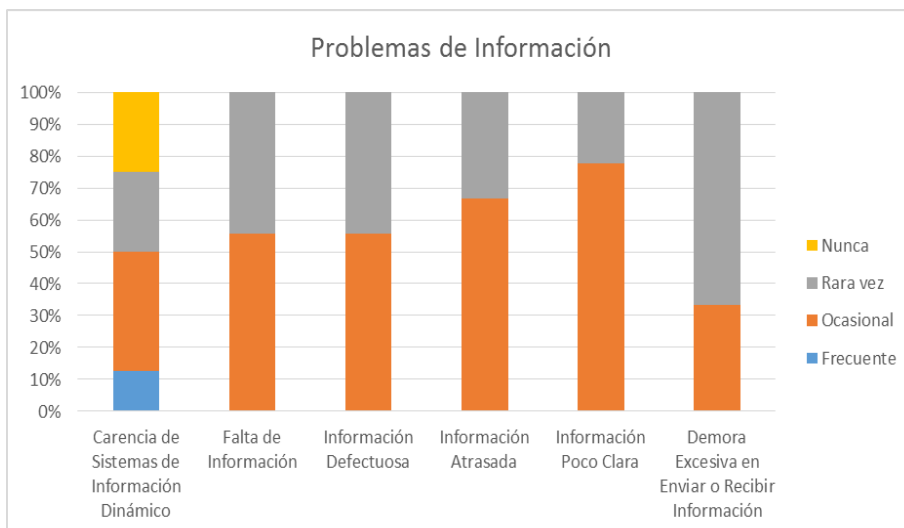
En los problemas de capacitación, el más frecuente es la diferencia de rendimiento con un 45% y ocasional con 55%. Existen varios problemas que

son de frecuencia ocasional considerable como son la falta de especialización de la mano de obra, la poca disponibilidad de la mano de obra y la mala capacitación de la mano de obra.

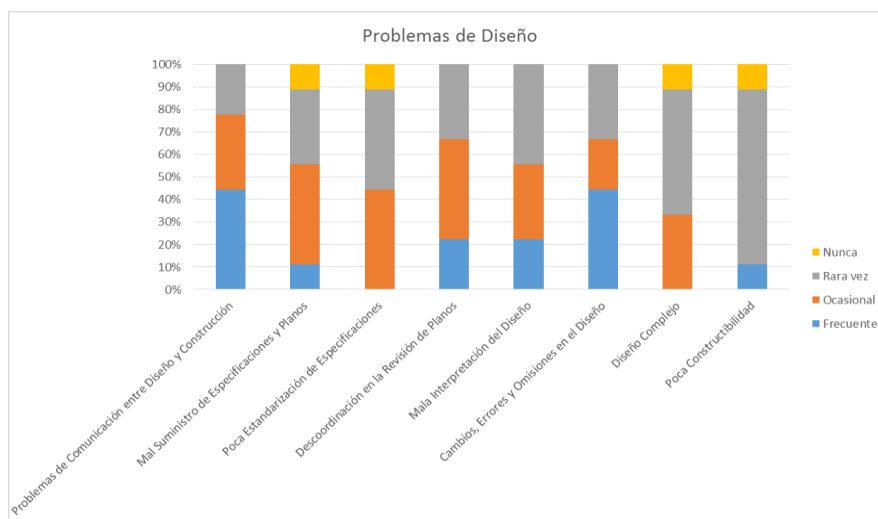


**Gráfico 4.11. Problemas de Capacitación**  
Fuente: Elaborado por los autores

Para los problemas de información, no se observan problemas frecuentes, sino algunas de frecuencia ocasional considerable como información poco clara e información atrasada con un 78% y 67% respectivamente.



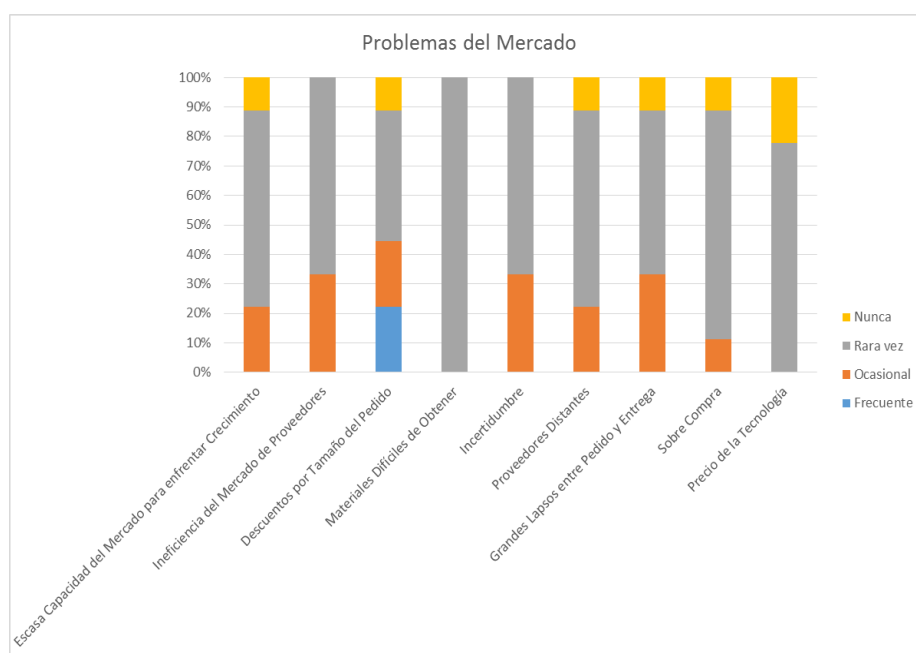
**Gráfico 4.12. Problemas de Información**  
Fuente: Elaborado por los autores



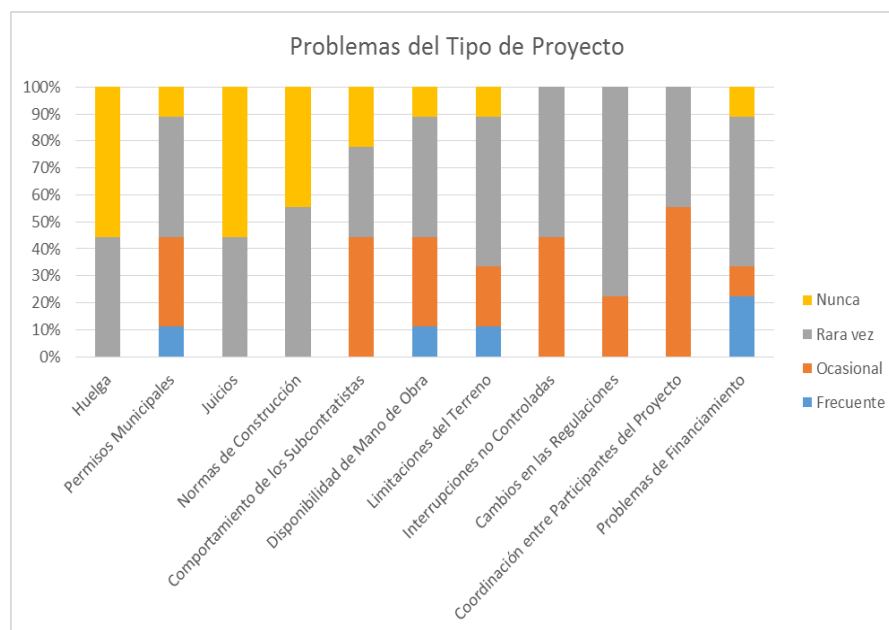
**Gráfico 4.13. Problemas de Diseño**  
Fuente: Elaborado por los autores

Para los problemas de diseño, se observan dos problemas frecuentes con un 45% que son: problemas de comunicación entre diseño y construcción y cambios, errores y omisiones en el diseño.

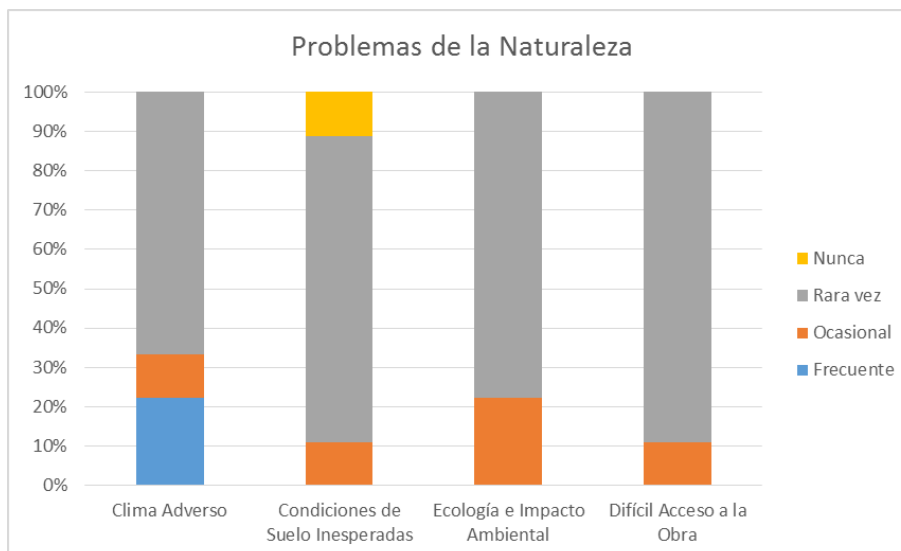
En los problemas de mercado, del tipo de proyecto y naturaleza presentados en los Gráficos 4.14., 4.15. y 4.16. respectivamente, no se observan pérdidas con frecuencia considerables.



**Gráfico 4.14.** Problemas del Mercado  
Fuente: Elaborado por los autores



**Gráfico 4.15. Problemas del Tipo de Proyecto**  
Fuente: Elaborado por los autores

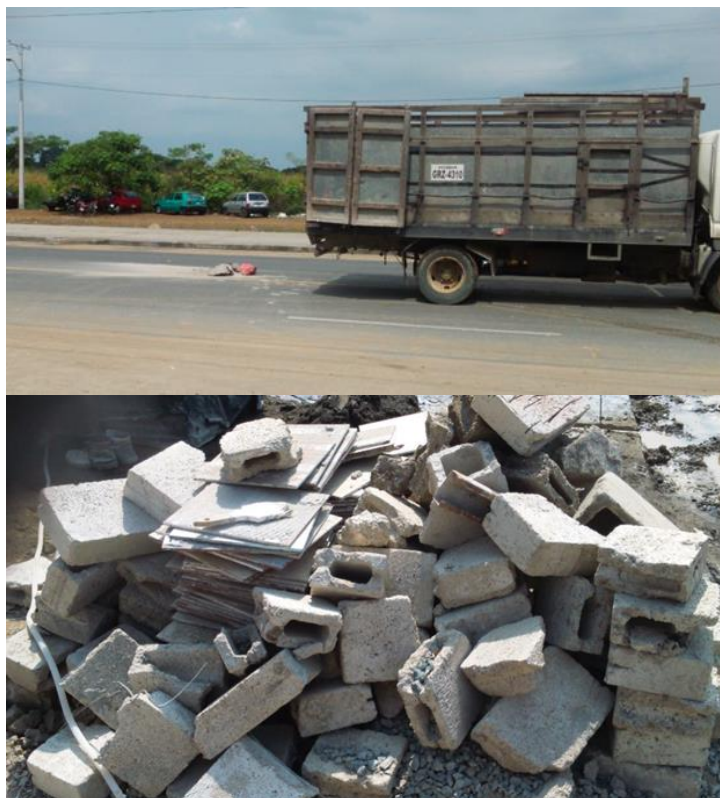


**Gráfico 4.16. Problemas de la Naturaleza**  
Fuente: Elaborado por los autores

#### 4.1.4. Análisis de Resultados y Comentarios

##### → Primera Parte

Los profesionales de la obra establecieron, según su criterio, las actividades con mayores pérdidas que se generan en la construcción de la obra en estudio; además indicaron varias causas por las cuales ocurren estas. Una de las causas más relevantes fue el desperdicio de material para la instalación de cerámica, mampostería y enlucido; además se puede notar que el derroche de materiales y el consumo excesivo de los mismos son las causas de pérdidas más importantes, gran parte de esto es provocado por los múltiples errores al momento de su transporte, ya que, como se pudo observar en obra, habían sacos de cemento que caían de los camiones en movimiento, expandiéndose el material por toda la calzada, y esto es evidente, como se puede apreciar en la Figura 4.2. y 4.3.



**Figura 4.2** Desperdicio de material  
**Fuente:** Tomada por los autores

También se indicó que una de las causas que ocasionan pérdidas para la mampostería es la baja calidad del bloque de hormigón, ya que se rompían con facilidad, esto se puede apreciar en la Figura 4.3. Además de lo antes mencionado, se pudo apreciar que los bloques de mampostería eran traídos a obra a temprana edad es decir aún estaban húmedos y débiles; por lo que no alcanzaban la resistencia requerida.





**Figura 4.3.** Bloques de mampostería rotos  
**Fuente:** Tomada por los autores

Con respecto al rubro de enlucidos y fundición de hormigón preparado en sitio, se indicó que una de las causas era el incorrecto almacenamiento de la arena, debido a que está expuesta al aire libre incluyendo las impurezas, el polvo, la basura de los alrededores y al tránsito diario de los trabajadores; esto se observa en la Figura 4.4. Esto es uno de los factores que influye directamente en la calidad del enlucido, a su vez genera pérdidas para la constructora, porque ocasionará que el enlucido sea muy rugoso, y posteriormente afectará actividades como la pintura.



**Figura 4.4.** Contaminación de arena  
**Fuente:** Tomada por los autores

Para el rubro de cerámica, una de las causas para que se genere pérdidas en este rubro es la no reutilización de las piezas de cerámica por parte de los instaladores, debido a que a ellos no les cuesta el material; pero sí afecta directamente a la constructora. Lo antes mencionado se muestra en la Figura 4.5.



**Figura 4.5.** No reutilización de piezas de cerámica  
**Fuente:** Tomada por los autores

Con respecto al rubro de encofrados de estructuras, se indicó que una de las causas para que existan pérdidas es la no reutilización de la madera y clavos para otros elementos; esto es debido a que cuando se calcula el precio unitario para el rubro descrito, se asume una cierta cantidad de reutilización de la madera y clavos, y al no suceder esto se comienza a perder en este rubro. Este desperdicio se observa en la Figura 4.6.



**Figura 4.6.** Madera para encofrado desperdiciada.  
**Fuente:** Tomada por los autores

Existen rubros que a pesar de no haber sido resaltados como más importantes para la generación de pérdidas en la obra, sí se los pudieron apreciar:

- **Pintura:** El mal trabajo realizado por parte de los trabajadores en el rubro de enlucido ocasiona que se afecte el rubro de pintura, debido a que ocasionará que se utilice mayor cantidad de material de pintura que el calculado. También por no haber una adecuada programación entre

otros trabajos a realizar en la construcción, ocasiona que se tenga que volver a realizar el rubro de pintura.



**Figura 4.7.** Descoordinación entre trabajos.

**Fuente:** Tomada por los autores

- **Movimiento de tierra:** Se observó que se ha realizado una mala topografía y se realiza mucho desalojo de tierra por no tener una adecuada planificación.
- **Instalaciones eléctricas, agua potable y aguas servidas:** En ocasiones se olvidaron de colocar ciertas instalaciones por lo que tuvieron que romper paredes para poder colocarlas; estos generan pérdidas económicas porque hay que volver a realizar todos los trabajos que ya estaban hechos.



**Figura 4.8.** Colocación de instalaciones eléctricas olvidadas  
**Fuente:** Tomada por los autores

Las actividades en conjunto de mampostería de paredes, el enlucido de pared y el revestimiento de pisos representan aproximadamente el 50% del total de presupuesto destinado para el rubro de acabados; es decir casi un 20% del presupuesto total. (Vilca, 2014).

#### → Segunda Parte

Una de las fuentes de pérdidas más importantes es el derroche de material y consumo excesivo del material. El derroche de material es evidente en varias de las actividades de construcción como en la instalación de cerámica, mampostería, enlucidos y encofrados; además el consumo excesivo

de material se produce por no realizar un adecuado proceso constructivo, por ejemplo, al no realizar un correcto proceso constructivo de enlucido provocará que actividades posteriores como la pintura tenga que utilizar más material que el previsto, o al no realizar una correcta nivelación para la maestra de enlucido se consumirá más material del previsto; otro ejemplo es el de no reutilizar el material como en el caso de la madera, clavos y alambres para el encofrado, cerámica para el revestimiento de piso que era desechada pudiendo ser utilizadas para la colocación de rastreras, así mismo hubo un gran desperdicio de agua, ya sea por fugas o porque simplemente se dejó la llave abierta. Todos estos ejemplos fueron observaciones realizadas en la obra de estudio.



**Figura 4.9.** Derroche y consumo excesivo de materiales de construcción  
**Fuente:** Tomada por los autores

Otra de las fuentes de pérdidas que fueron consideradas como importantes son las reparaciones y trabajo rehecho. En la obra en estudio, se realizaron varias reparaciones como por ejemplo, al no realizar un correcto proceso

constructivo de enlucido ocasionará que el enlucido sea fofo o que generen grietas en las paredes que luego tendrán que ser reparadas; otro ejemplo es cuando se colocan las rejas en las ventanas tienen que perforar las paredes y esto puede ocasionar que el bloque de la pared se afecte y deba repararse; otro ejemplo es cuando se van a colocar las ventanas de aluminio, termina afectando a los boquetes de las ventanas; y así como esos ejemplos descritos, existen muchas reparaciones más que se observaron. Los trabajos rehechos generalmente son porque dejaron inconclusa una tarea, por lo que se debe volver a realizarla; por ejemplo cuando se les olvida colocar instalaciones eléctricas o sanitarias, se debe quitar el enlucido, romper los bloques, para poder colocar las tuberías y una vez terminada esta actividad, se debe de volver a realizar el proceso de mampostería y enlucido, otro ejemplo es que en la losa de la planta baja no se completó de enlucir y ya se colocó el empaste para pintura, por lo que cuando se tenga que corregir esa falla se tendrá que rehacer el empaste porque las paredes quedarán manchadas. La mayor parte de reparaciones y trabajos rehechos son por una mala coordinación entre cuadrillas de trabajo y el responsable técnico que da las órdenes para realizar las actividades de construcción; otra de las razones es por el descuido de los trabajadores al momento de realizar una actividad de construcción. Todo lo descrito se muestra en las Figuras 4.10. y 4.11.



**Figura 4.10.** Reparaciones en la obra Villa España  
**Fuente:** Tomada por los autores



**Figura 4.11.** Trabajos rehechos en la construcción  
**Fuente:** Tomada por los autores



Con respecto a la clasificación de los problemas, para el primer problema que es planificación, se obtiene que el problema más crítico es la mala programación, esta es la causa de que se cumpla o no el tiempo estipulado para la construcción, de no estar preparado para un imprevisto de atraso o problema en la obra y de no saber si se puede dar inicio a una actividad.

Otro problema como el de mala secuencia de trabajo y la descoordinación entre cuadrillas tienen que ver con un motivo, el cual es que la empresa constructora realiza subcontratos para trabajos específicos, lo que hace que los subcontratos trabajen independientemente y generalmente no se pongan de acuerdo. Cada uno de los subcontratistas trata de acabar su trabajo para poder cobrar, sin importar lo que afecte a otro trabajo; también sucede que un subcontratista trata de realizar su trabajo, pero el subcontratista de una actividad previa aún no acaba el suyo y en ocasiones ingresa a realizar el trabajo con o sin la aprobación del personal técnico responsable.

El problema de la mala cubicación tiene que ver con una mala cuantificación de lo que se va a ejecutar o de lo que ya se ejecutó, ya que, si no se lo realiza de la mejor manera, ocasionará que no se presupuesta la cantidad de material requerida y más bien será una pérdida, o producirá que se tenga que hacer más trabajo del que se había pensado.

Para los problemas de control, los problemas de la mala limpieza y orden del área de trabajo son pérdidas frecuentes en obra, ya que al no haber una adecuada limpieza diaria por parte de los trabajadores que realizan diversas actividades de construcción, ocasiona que se acumulen desperdicios de materiales, se genere polvo; y esto provoca que la empresa constructora tenga que pagar un rubro de limpieza mayor al que fue presupuestado.



**Figura 4.12.** Acumulación del material desechado  
**Fuente:** Tomada por los autores

Los desperdicios de materiales que se generan son tan grandes que se debe utilizar maquinaria para poder desalojarlos



**Figura 4.13.** Limpieza de la obra con maquinaria  
**Fuente:** Tomada por los autores

Otro de los problemas de control es la mala ejecución de cronograma. Puede existir un correcto cronograma de la obra, pero si no se lo ejecuta de la manera adecuada, es como si no se lo hubiera realizado, ya que este fue elaborado para que exista un flujo de actividades y no se paralice o se atrase alguna actividad. El residente de la obra es el encargado de llevar este control y tratar de realizarlo de la mejor manera posible; pero existen imprevistos que se deben resolver en el momento y tratar de tomar las mejores decisiones para poder continuar, si las decisiones son malas, pueden perjudicar a los plazos establecidos, la calidad del producto y/o más costo para la empresa constructora.

Dentro de los problemas de control, la falta de control en la mano de obra es frecuente, esto ocasiona generación de tiempos improductivos por parte de los trabajadores, y esto afecta directamente a los rendimientos de los mismos; los

cuales pueden llegar a ser menores a los que se presupuestan ocasionando pérdidas para la empresa.

En los problemas de organización, se tienen como principales problemas a los malos canales de comunicación y la falta de comunicación, esto se relaciona con los problemas de descoordinación entre cuadrillas.

Con respecto a los problemas de burocracia, el problema de demora excesiva en resolver problemas tiene incidencia directa en los plazos de entrega, ya que, si no se resuelven los problemas en un plazo prudencial, los tiempos para terminar la obra se acortarán. Uno de los problemas que pasó en la obra fue con respecto a unas correas de cubierta, y este problema se tardó en resolver lo que ocasionó atrasos en actividades posteriores, acortando plazos para esas actividades.

De los problemas de irresponsabilidad de la mano de obra, el problema de tiempo ocioso es el considerado como pérdida más frecuente; debido a que por lo general los trabajadores tienden a ser vagos y prefieren hacer otras actividades como descansar, comer, salir a comprar, conversar, en vez de realizar su trabajo; todo esto genera que se presenten tiempos improductivos y que su rendimiento sea bajo.

El problema de descuido de la mano de obra en los trabajos ocasiona que se tengan que rehacer trabajos, realizar reparaciones, ser propensos a sufrir accidentes y dañar materiales de construcción. Todo esto son pérdidas ya sean de tiempo y dinero para la empresa.

Con respecto a los problemas de motivación de la mano de obra, el problema de la falta de compromiso de la mano de obra con el proyecto es vital para que el trabajo se haga de la mejor manera, ya que, si la mano de obra está comprometida con el proyecto, colaborará para producir lo mayor posible, además de realizarlo de la mejor manera. Otro problema como las horas extras, genera que los trabajadores se fatiguen, no descansen lo suficiente y que no rindan de la mejor manera como deberían de hacerlo.

De los problemas de capacitación, el más frecuente es la diferencia de rendimientos, esto quiere decir que los trabajadores no producen lo que se presupuestó, sino en menor cantidad. Este problema se relaciona con la falta de compromiso de la mano de obra con el proyecto y con el tiempo ocioso de los trabajadores.

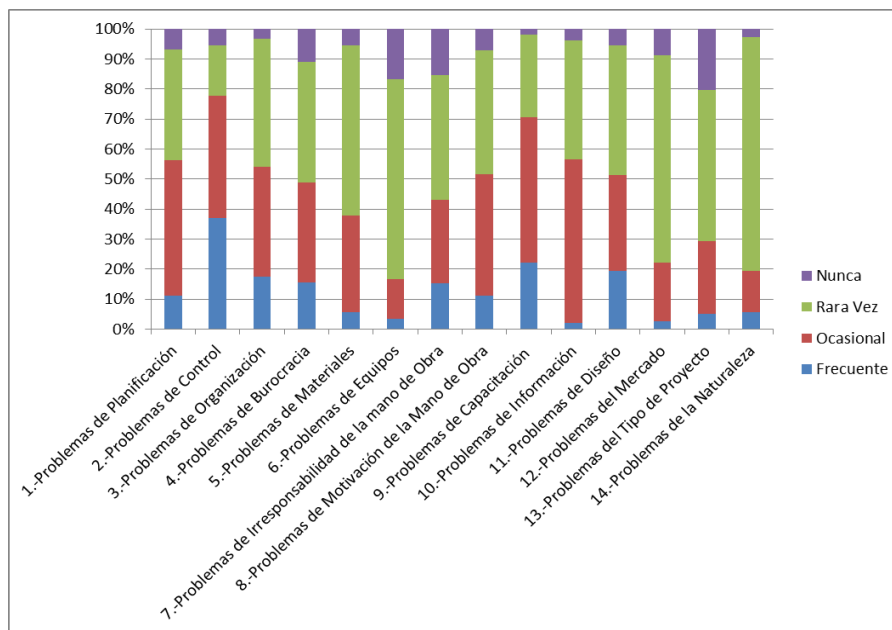
Otros de los problemas es el de la falta de especialización y mala capacitación de la mano de obra, ya que generalmente los trabajadores aprenden a realizar algún trabajo de construcción de forma empírica, y muchas veces aprender un proceso constructivo incorrecto, sin embargo, lo suelen utilizar siempre; todo

esto ocasiona que la construcción sea de baja calidad, gasten más material de requerido y/o que se presenten problemas a futuro.

Con respecto a los problemas de información, la información poco clara fue señalada con frecuencia ocasional, esto puede ser a través de los planos de los cuales muchas veces no presentan todos los cortes que se requieren y al momento de construir no se tiene toda la visión para poder realizarlas; esto puede ocasionar que se realice de una manera incorrecta y luego se deba de rehacer los trabajos.

En lo que respecta a los problemas de diseño, el problema de comunicación entre diseño y construcción fue establecido como frecuente por parte de los encuestados; esto puede ser porque en ciertas partes del diseño sea un poco complejo de realizarlo constructivamente. Y en el problema de cambio, errores y omisiones en el diseño, se debe a lo que respecta a los planos de diseño entregados para la construcción.

Finalmente, se realiza un gráfico general, en donde los Problemas de Control representan los porcentajes de frecuencia más importantes dentro del estudio, con un 37% para la clasificación de frecuente y un 41% para ocasional, seguido, por un porcentaje ocasional de Problemas de Información (55%), Problemas de Capacitación (48%) y Problemas de Planificación (45%).



**Figura 4.14.** Frecuencia de los problemas que se presentan durante el proceso constructivo  
**Fuente:** Elaborado por los autores

## **4.2 Encuesta de Detenciones y Demoras**

### 4.2.1. Descripción

Las detenciones y demoras son aquellas porciones de tiempo de trabajo en que el obrero no puede efectuar trabajo productivo, debido a varias restricciones que se presentan durante la jornada laboral, por ejemplo, la espera por materiales, equipos, instrucciones de supervisores, etc.

La metodología de Encuesta de Detenciones y Demoras es una herramienta para mejorar la evaluación y retroalimentación; es decir, permite identificar las causas de desviaciones en los costos unitarios e implementar una acción correctiva que le permita al mismo tiempo recolectar información no filtrada. (Martínez & Alarcón 1988) Esta herramienta se aplica a diferentes cuadrillas de trabajo, con el objetivo de identificar las fuentes de interrupciones de mayor ocurrencia, y además de cuantificar los tiempos de las detenciones y demoras que tienen los trabajadores durante la jornada de trabajo. (Pérez 2010)

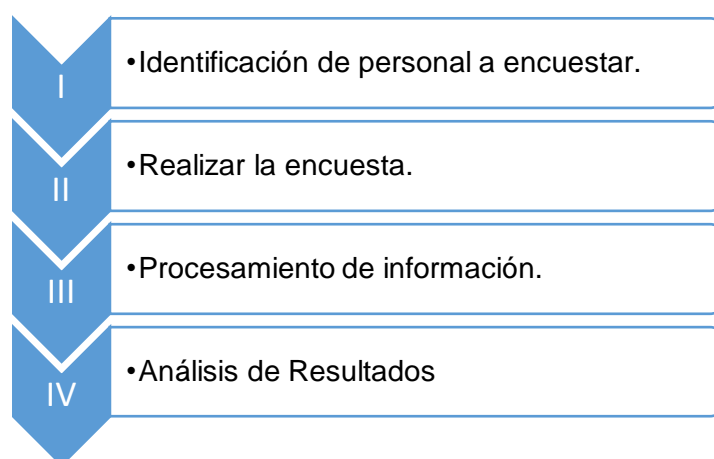
La Encuesta de Detenciones y Demoras es una planilla que debe ser llenada por el jefe de cuadrilla al finalizar la jornada laboral o durante el transcurso de ese día, en donde debe identificar y estimar lo más exacto posible el tiempo perdido debido a detenciones y demoras, las cuales están especificadas en la planilla o puede agregar alguna que considere necesaria. Esto permite



determinar las pérdidas de horas-hombres durante la jornada laboral asociadas a alguna causa específica, las cuales influyen en el rendimiento de la cuadrilla.

#### 4.2.2. Metodología de Aplicación

La herramienta de Encuesta de Detenciones y Demoras permite identificar las fuentes más frecuentes de interrupciones a las cuales están expuestos los trabajadores. Se debe desarrollar la encuesta durante 5 días consecutivos, que pueden ser de una semana a otra. A los trabajadores que serán encuestados, se les debe recalcar que esta herramienta busca detectar causas de los problemas en los trabajos como una oportunidad de mejora y no para encontrar culpables. El formato de la encuesta se encuentra en el anexo B. Se sigue la metodología que se muestra en la Figura 4.15.



**Figura 4.15.** Metodología de Aplicación Encuesta de Detenciones y Demoras en Obra (Pérez, 2010)

- I. **Identificación del personal a encuestar:** Hacer un recorrido por la obra y escoger la cuadrilla a analizar, identificando al jefe de esta cuadrilla.
  
- II. **Realizar la encuesta:** Una vez seleccionada la cuadrilla se le explica al jefe de cuadrilla el motivo de la encuesta y como debe contestarla; en la cual debe llenar datos como cuadrilla, fecha, número de obreros y actividad. En la planilla que está en el anexo B, debe indicar la causa que ocasionó una detención o demora y asignarle un número de horas o minutos que se perdió por ese motivo.
  
- III. **Procesamiento de Información:** Con los datos obtenidos en campo, se procede a realizar los gráficos de Esperas y Detenciones más importantes; así como también los gráficos de Evolución Diaria de las Esperas y Detenciones. El primer gráfico corresponde a un diagrama de Pareto, mientras que el segundo corresponde a un gráfico de áreas.
  
- IV. **Análisis de Resultados:** En el primer gráfico se pueden apreciar en forma de barra las distintas causas por las que se pierde tiempo en el día; mientras que en el segundo gráfico se detectan si estas causas son problemas puntuales o son una constante durante los días de encuesta.

#### 4.2.3. Desarrollo de Metodología

##### **a. Identificación del personal a encuestar y realizar la encuesta.**

La Encuesta de Detenciones y Demoras se desarrolló desde el 25 al 31 de mayo de 2016. Las cuadrillas seleccionadas fueron de enlucido, las cuales inicialmente no aceptaron porque argumentaban que iba a interferir en su tiempo de trabajo y además indicaron que al finalizar la jornada de trabajo no sería adecuado, puesto que ya se disponían para irse a casa. Por estos motivos, se optó por realizar las encuestas mientras los obreros almorzaban, por lo que se estuvo que estar los 5 días llenando las encuestas junto a ellos. La cuadrilla N°1 está compuesta por 3 trabajadores, mientras que la cuadrilla N°2 y N°3 están compuestas por 4 trabajadores.

##### **b. Procesamiento de la información y análisis de resultados.**

###### **➤ Esperas y Detenciones más importantes**

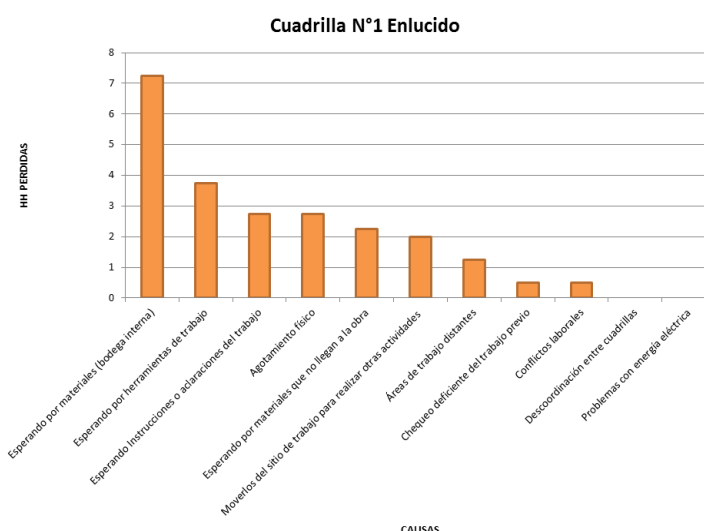
Se realiza el gráfico de Pareto con las horas-hombre perdidas y las causas seleccionadas por los encuestados. En la tabla III se muestran los resultados obtenidos por cada cuadrilla y los acumulados.

**Tabla III.** Resumen Total Horas Hombre perdidas por cuadrilla Enlucido

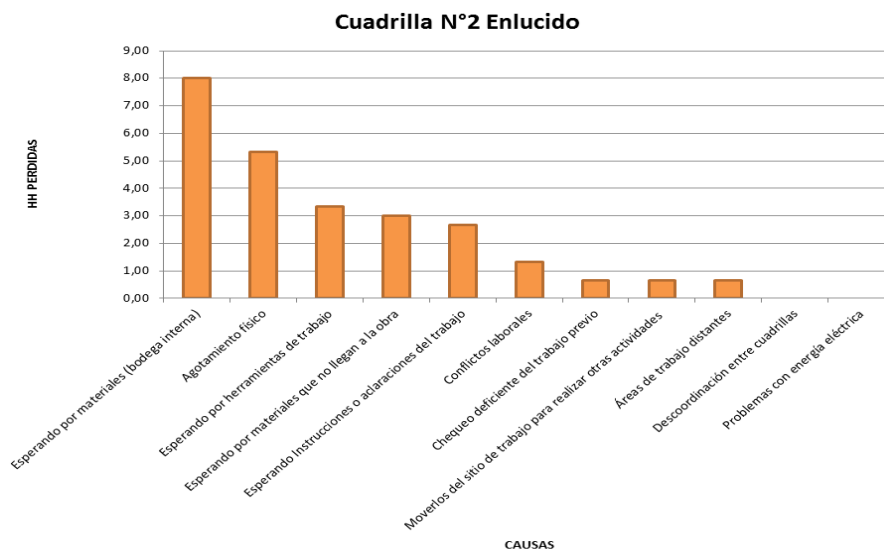
Problemas que producen interrupciones en el trabajo	RESUMEN ENLUCIDO			Totales Acumulados	
	Cuadrilla N°1	Cuadrilla N°2	Cuadrilla N°3	Horas Hombre (HH)	%
Esperando por materiales (bodega interna)	7,25	8,00	6,67	21,92	29,35%
Esperando por materiales que no llegan a la obra	2,25	3,00	3,33	8,58	11,50%
Esperando por herramientas de trabajo	3,75	3,33	4,67	11,75	15,74%
Chequeo deficiente del trabajo previo	0,50	0,67	0,67	1,83	2,46%
Descoordinación entre cuadrillas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Moverlos del sitio de trabajo para realizar otras actividades	2,00	0,67	2,33	5,00	6,70%
Conflictos laborales	0,50	1,33	1,00	2,83	3,79%
Esperando Instrucciones o aclaraciones del trabajo	2,75	2,67	2,00	7,42	9,93%
Áreas de trabajo distantes	1,25	0,67	1,33	3,25	4,35%
Problemas con energía eléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Agotamiento físico	2,75	5,33	4,00	12,08	16,18%
<b>TOTAL HORAS HOMBRE PERDIDAS POR CUADRILLA</b>	<b>23,00</b>	<b>25,67</b>	<b>26,00</b>	<b>74,67</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaborado por los autores

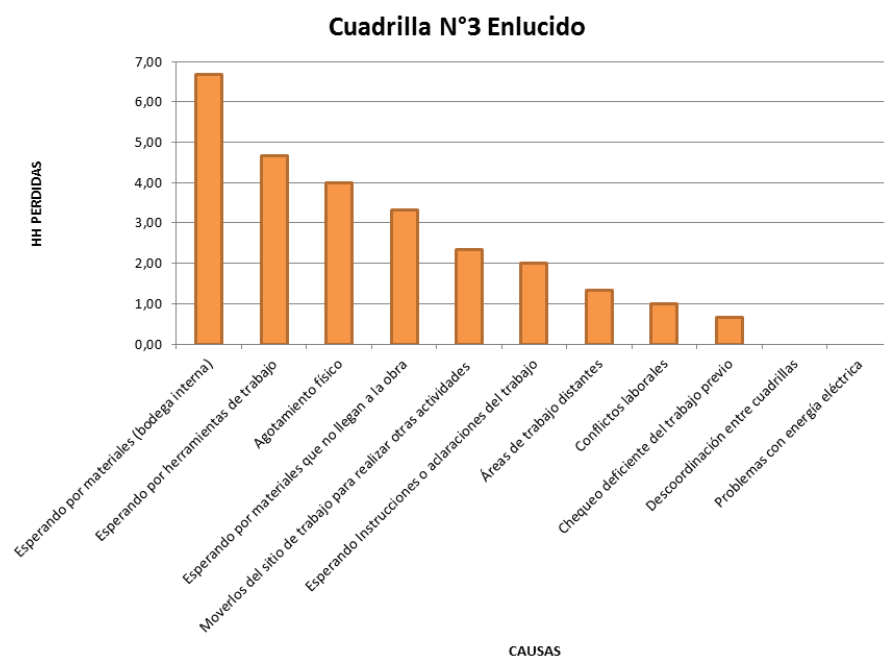
En los Gráficos 4.17., 4.18. y 4.19. se observa que la causa con mayores horas-hombre pérdidas para las cuadrillas es la de espera por materiales (bodega interna), siendo esta la causa más importante en base a la estimación de los jefes de cuadrilla. Los valores obtenidos son relativamente bajos, lo que indica que, a opinión de los jefes de cuadrilla, no se pierde mucho tiempo durante toda la jornada de trabajo.

**Gráfico 4.17.** Horas Hombre Perdidas Cuadrilla N°1 Enlucido

Fuente: Elaborado por los autores



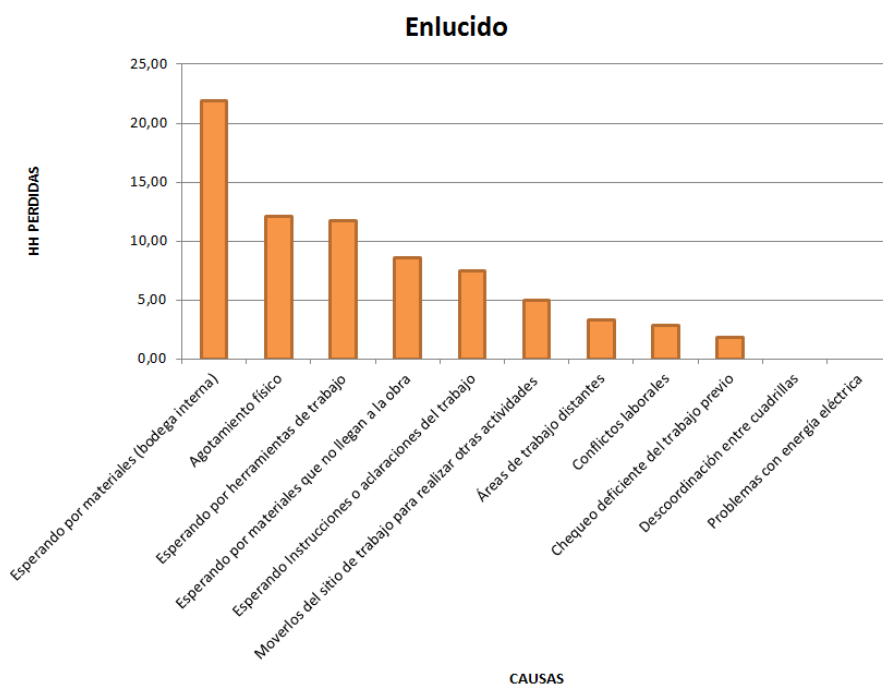
**Gráfico 4.18.** Horas Hombre Perdidas Cuadrilla N°2 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.19.** Horas Hombre Perdidas Cuadrilla N°3 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Al realizar un acumulado de toda la información obtenida de las tres cuadrillas, se obtienen los problemas con mayor frecuencia, esto se observa en el Gráfico

4.20. El principal problema es la espera por materiales (bodega interna) con 21,92 horas-hombre perdidas; esto se debe a la gran extensión de terreno de la urbanización, por lo que debían trasladarse continuamente con el material. Si se toma toda la suma de horas-hombre perdidas de todas las cuadrillas, se obtiene 74,67, lo que corresponde a un 17% de no trabajar por detenciones y demoras; es decir, el trabajo no Contributorio. Este porcentaje indica que los trabajadores están rindiendo de la mejor manera posible.



**Gráfico 4.20.** Total, Horas Hombre Pérdidas acumuladas  
**Fuente:** Elaborado por los autores

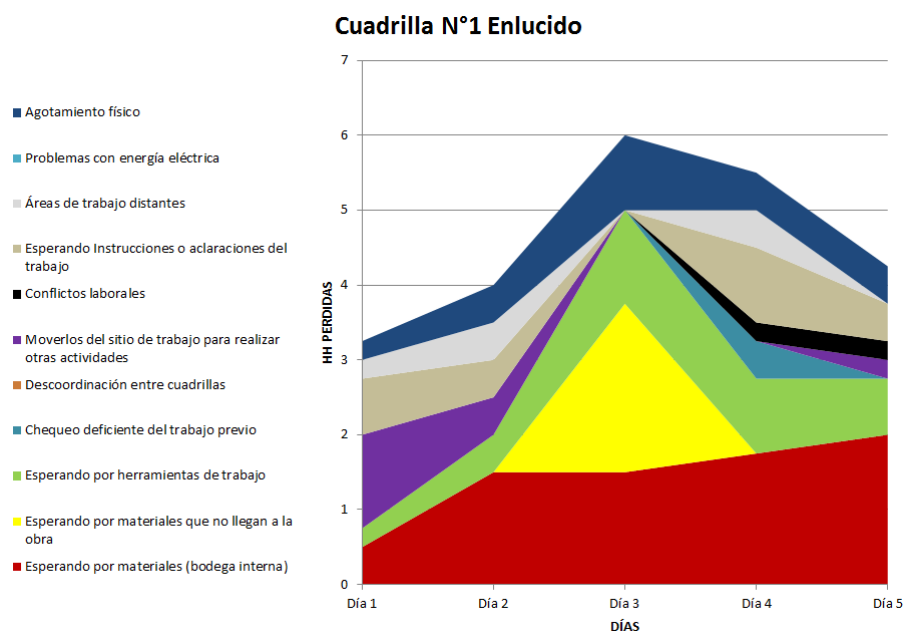
### ➤ Evolución Diaria de las Esperas y Detenciones

En la tabla IV, se muestran las horas-hombre perdidas de cada día de la cuadrilla N°1, con las cuales se realiza el gráfico de área mostrado. Los problemas puntuales que se observan para esta cuadrilla son “Esperando por Materiales que no llegan a la Obra”, “Chequeo Deficiente del Trabajo Previo”. Los problemas continuos durante los 5 días de estudio son “Esperando por materiales (bodega interna), “Esperando por Herramientas de Trabajo” y “Agotamiento Físico”.

**Tabla IV. Resumen de resultados diarios para Cuadrilla N°1**

CUADRILLA N°1 ENLUCIDO						
Problemas que producen interrupciones en el trabajo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total Horas Hombre (HH)
Esperando por materiales (bodega interna)	0,5	1,5	1,5	1,75	2	7,25
Esperando por materiales que no llegan a la obra	0	0	2,25	0	0	2,25
Esperando por herramientas de trabajo	0,25	0,5	1,25	1	0,75	3,75
Chequeo deficiente del trabajo previo	0	0	0	0,5	0	0,50
Descoordinación entre cuadrillas	0	0	0	0	0	0,00
Moveríos del sitio de trabajo para realizar otras actividades	1,25	0,5	0	0	0,25	2,00
Conflictos laborales	0	0	0	0,25	0,25	0,50
Esperando Instrucciones o aclaraciones del trabajo	0,75	0,5	0	1	0,5	2,75
Áreas de trabajo distantes	0,25	0,5	0	0,5	0	1,25
Problemas con energía eléctrica	0	0	0	0	0	0,00
Agotamiento físico	0,25	0,5	1	0,5	0,5	2,75
<b>TOTAL HORAS HOMBRE PERDIDAS POR DÍA</b>	<b>3,25</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5,5</b>	<b>4,25</b>	<b>23,00</b>

Fuente: Elaborado por los autores



**Gráfico 4.21.** Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Cuadrilla N°1 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

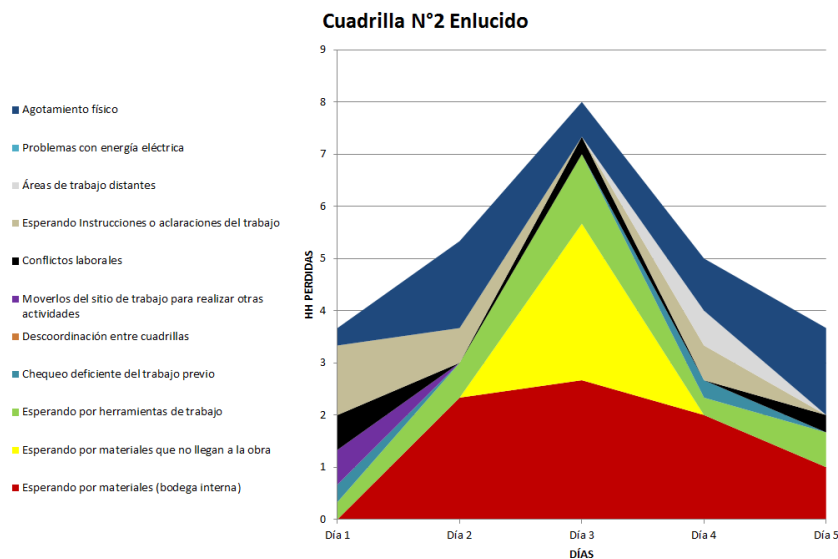
De la misma manera que la cuadrilla N°1, la cuadrilla N°2 y N°3 presentan los mismo problemas puntuales y continuos.

**Tabla V.** Resumen de resultados diarios para Cuadrilla N°2

CUADRILLA N°2 ENLUCIDO						
Problemas que producen interrupciones en el trabajo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total Horas Hombre (HH)
Esperando por materiales (bodega interna)	0	2,33	2,67	2	1	8,00
Esperando por materiales que no llegan a la obra	0	0	3	0	0	3,00
Esperando por herramientas de trabajo	0,33	0,67	1,33	0,33	0,67	3,33
Chequeo deficiente del trabajo previo	0,33	0	0	0,33	0	0,67
Descoordinación entre cuadrillas	0	0	0	0	0	0,00
Moverlos del sitio de trabajo para realizar otras actividades	0,67	0	0	0	0	0,67
Conflictos laborales	0,67	0	0,33	0	0,33	1,33
Esperando Instrucciones o aclaraciones del trabajo	1,33	0,67	0	0,67	0	2,67
Áreas de trabajo distantes	0	0	0	0,67	0	0,67
Problemas con energía eléctrica	0	0	0	0	0	0,00
Agotamiento físico	0,33	1,67	0,67	1	1,67	5,33
<b>TOTAL HORAS HOMBRE PERDIDAS POR DÍA</b>	<b>3,67</b>	<b>5,33</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3,67</b>	<b>25,67</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores



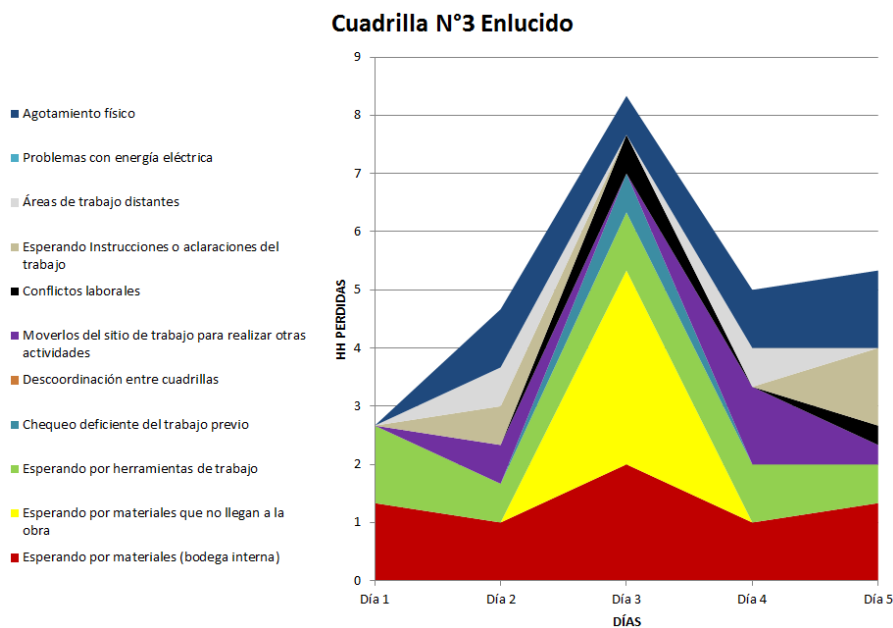


**Gráfico 4.22.** Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Cuadrilla N°2 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

**Tabla VI.** Resumen de resultados diarios para Cuadrilla N°3

CUADRILLA N°3 ENLUCIDO						
Problemas que producen interrupciones en el trabajo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total Horas Hombre (HH)
Esperando por materiales (bodega interna)	1,33	1	2	1	1,33	6,67
Esperando por materiales que no llegan a la obra	0	0	3,33	0	0	3,33
Esperando por herramientas de trabajo	1,33	0,67	1	1	0,67	4,67
Chequeo deficiente del trabajo previo	0	0	0,67	0	0	0,67
Descoordinación entre cuadrillas	0	0	0	0	0	0,00
Moverlos del sitio de trabajo para realizar otras actividades	0	0,67	0	1,33	0,33	2,33
Conflictos laborales	0	0	0,67	0	0,33	1,00
Esperando Instrucciones o aclaraciones del trabajo	0	0,67	0	0	1,33	2,00
Áreas de trabajo distantes	0	0,67	0	0,67	0	1,33
Problemas con energía eléctrica	0	0	0	0	0	0,00
Agotamiento físico	0	1	0,67	1	1,33	4,00
<b>TOTAL HORAS HOMBRE PERDIDAS POR DÍA</b>	<b>2,67</b>	<b>4,67</b>	<b>8,33</b>	<b>5</b>	<b>5,33</b>	<b>26,00</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores



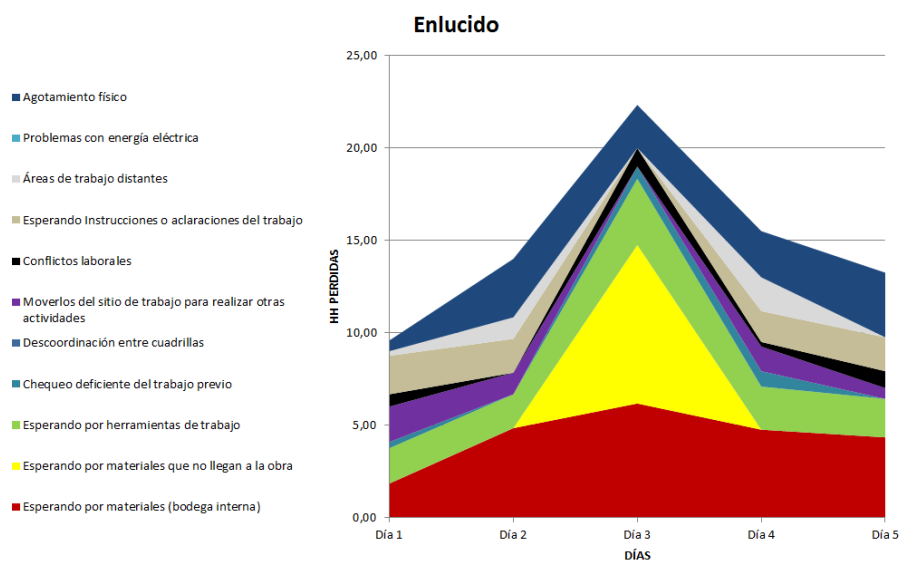
**Gráfico 4.23.** Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Cuadrilla N°3 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla VII, se muestran las horas-hombre pérdidas acumuladas de todas las cuadrillas. Con estos valores se realiza el Gráfico 26 de área acumulado. En este gráfico se observa la evolución diaria de detenciones y demoras acumulada. Se observa una tendencia de 3 problemas continuos, los cuales son “Esperando por materiales (bodega interna)”, “Esperando por Herramientas de Trabajo” y “Agotamiento Físico”; y como problemas puntuales se tiene a “Esperas por Materiales que no llegan a Obra”, esto se debe a que en ese día se retrasó un poco la llegada del cemento, que luego fue distribuido para cada cuadrilla.

**Tabla VII.** Total, Horas Hombre Perdidas al día por todas las cuadrillas

RESUMEN ENLUCIDO					
Problemas que producen interrupciones en el trabajo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Esperando por materiales (bodega interna)	1,83	4,83	6,17	4,75	4,33
Esperando por materiales que no llegan a la obra	0,00	0,00	8,58	0,00	0,00
Esperando por herramientas de trabajo	1,92	1,83	3,58	2,33	2,08
Chequeo deficiente del trabajo previo	0,33	0,00	0,67	0,83	0,00
Descoordinación entre cuadrillas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Moverlos del sitio de trabajo para realizar otras actividades	1,92	1,17	0,00	1,33	0,58
Conflictos laborales	0,67	0,00	1,00	0,25	0,92
Esperando Instrucciones o aclaraciones del trabajo	2,08	1,83	0,00	1,67	1,83
Áreas de trabajo distantes	0,25	1,17	0,00	1,83	0,00
Problemas con energía eléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agotamiento físico	0,58	3,17	2,33	2,50	3,50
<b>TOTAL HH PERDIDAS AL DÍA POR TODAS LAS CUADRILLAS</b>	<b>9,58</b>	<b>14,00</b>	<b>22,33</b>	<b>15,50</b>	<b>13,25</b>

Fuente: Elaborado por los autores

**Gráfico 4.24.** Evolución Diaria de Detenciones y Pérdidas Acumuladas

Fuente: Elaborado por los autores

Esta herramienta involucra un compromiso entre todos los que forman parte de la empresa, es decir, entre obreros y la administración, puesto que, si el obrero no tiene la confianza e interés suficiente para aplicar esta metodología, y la administración no utiliza la información para lograr correctivos y mejoras, no se podrá alcanzar el objetivo de aumentar la productividad.

### 4.3 Carta de Balance de Recursos

#### 4.3.1. Descripción

La carta de balance de recursos conocida también como carta de equilibrio de cuadrilla es un gráfico de barras verticales que muestra el tiempo en minutos de los recursos (mano de obra, equipos, máquinas, entre otros), que son utilizados en el desarrollo de una actividad específica. Este gráfico tiene en su ordenada el tiempo del ciclo o el tiempo como porcentaje del tiempo total del ciclo, y en la abscisa se indican los diferentes recursos muestreados que son representados por cada barra; estas barras se subdividen en el tiempo según sea la secuencia de actividades en que participa el respectivo recurso considerando tiempos improductivos y trabajos inefectivos.

De acuerdo con (Serpell 1990), el objetivo de esta metodología es analizar la eficiencia del método constructivo utilizado, para conseguir que se trabaje de forma más inteligente, en vez de presionar a los obreros para que trabajen más duro y cumplan con actividades que no les corresponden.

Se realizan mediciones del tiempo utilizado por cada recurso para ejecutar alguna actividad específica de construcción, con las cuales se busca tener clara la secuencia constructiva empleada para posteriormente optimizar el proceso que se está analizando, la posibilidad de introducir un cambio

tecnológico y determinar los porcentajes de ocupación del tiempo de cada recurso; todo esto con el objetivo de aumentar el trabajo productivo y disminuir los trabajos contributivos y no contributivos. Las mediciones deben ser realizadas en diferentes días, horas y cuadrillas para validar su precisión y variación; además, de acuerdo con (Serpell 1993), es necesario realizar 384 mediciones para que sean estadísticamente válidas.

La metodología de Carta de Balance se aplicará a tres rubros, los cuales fueron escogidos previamente en la metodología de Entrevista y Encuesta de Detección de Pérdidas, y estos son: Mampostería de Paredes, Enlucido de Fachada y Cerámica de Piso.

#### 4.3.2. Descripción de los Rubros a Analizar

##### 4.3.2.1. Mampostería

La mampostería consiste en levantar paredes de una estructura, así como de dar forma a la edificación y/o dividir ambientes. Se utilizan bloques de hormigón simple, y se unen entre sí con mortero de tierra o cemento. Los bloques de hormigón no deben tener una resistencia menor a 35 kg/cm<sup>2</sup>, pero generalmente tienen 20 kg/cm<sup>2</sup> y los artesanales de menor resistencia.

Un adecuado procedimiento constructivo conlleva a obtener un producto final de buena calidad, minimizando fallas, accidentes y pérdidas que puedan existir. El procedimiento de mampostería descrito a continuación se basa en unas recomendaciones por parte de Holcim S.A. 2015.

#### ➔ Recursos Utilizados

Para poder ejecutar este rubro son necesarios los recursos básicos como materiales, equipos y mano de obra. Los materiales que se necesitan son bloques de hormigón, cemento, arena y agua. Los equipos que se utilizan son las siguientes herramientas menores: Tina o recipiente plástico, Parihuela de 40 cm X 40 cm X 20 cm, Bailejo, Nivel de mano, Plomada, Clavos, Pielas, Martillo, Maestra, Llana, Recipiente con escala numérica en litros. Y finalmente, el recurso más importante es la mano de obra, las cuales son cuadrillas conformadas por un maestro, varios operarios y ayudante según sea el caso.

#### ➔ Preparación del mortero de pega de bloque

Para realizar una correcta preparación de mezcla de mortero de pega de bloques, se siguen los siguientes pasos:

- El recipiente plástico o lugar de batido que se vaya a utilizar debe estar limpio y libre de residuos de material.
- La dosificación que se debe utilizar es: 1 saco de 50 Kg de cemento, 40 litros de agua potable y 4 parihuelas al ras de arena fina, seca y limpia.
- Colocar las 4 parihuelas de arena seca y limpia y el cemento en el recipiente de batido.
- Mezclar la arena y el cemento con un bailejo hasta obtener una mezcla uniforme de color gris.
- Agregar 10 litros de agua y mezclar; una vez que la mezcla tenga consistencia agregar 10 litros más de agua, y así sucesivamente hasta que aplique los 40 litros de agua. Si se usa arena húmeda, se debe disminuir la cantidad de agua potable a 35 litros.
- Dejar reposar la mezcla en el lugar de batido por 5 minutos, para estabilizar la humedad en el material.
- Antes de aplicar el mortero es importante batir la mezcla nuevamente.
- Para asegurar la perfecta adherencia del mortero, el bloque y la superficie deben estar libres de sedimentos, agregados sueltos o polvo.
- Utilizar la mezcla de mortero 30 minutos después de su preparación.

### → Procedimiento Constructivo

- Limpiar y humedecer la superficie donde se colocarán los bloques; humedecer las herramientas a utilizar.
- Verificar que las varillas, refuerzos secundarios o chicotes en las columnas estén ubicados a no más de 60 cm de distancia entre chicotes, con una longitud libre de 50 cm y un empotramiento mínimo de 15 cm.
- Realizar un trazo de replanteo que sirva de guía a los obreros, para alinear la mampostería, el cual se hará con hilos tensos y clavos.
- Colocar mortero bajo la piola, cubrir 2 lados del bloque con mortero, luego ubicar el bloque guiándose con la piola, nivelar asentándolo por medio de golpes con el martillo, quitar el exceso de mortero; repetir este proceso por cada bloque y hasta completar la primera fila revisando el alineamiento y la separación de los bloques de manera vertical y horizontal.
- Para la segunda hilada, es necesario subir la piola y utilizar el medio bloque o traba como arranque para que al levantar la segunda hilada los bloques queden trabados y alineados. De esta forma se le da más resistencia y estabilidad a la pared.
- Verificar que se esté colocando los bloques a plomo con las guías verticales y a nivel. De esta forma se asegura que el mortero se aplique



con un espesor uniforme. Las juntas de mortero no deben mayores 0.6 cm y menores a 1 cm.

- Limpiar el exceso de mortero antes de que se endurezca para facilitar el enlucido.
- Entre la última hilada de la pared y la losa o viga se dejará un espacio de 2 cm. A las 24 horas después colocar la última hilada se realizará un mortero para rellenar este espacio.
- Todos aquellos elementos que deban quedar dentro de las paredes se colocarán en los sitios indicados, al momento de su construcción.

#### 4.3.2.2. Enlucidos

El enlucido es un revestimiento de mortero (cemento-arena) que se da a las superficies horizontales y verticales de una casa, una vez que se ha concluido con la mampostería; sobre la que se podrá realizar una diversidad de acabados posteriores.

#### ➔ Recursos Utilizados

Para poder ejecutar este rubro son necesarios los recursos básicos como materiales, equipos y mano de obra. Los materiales que se necesitan son cemento, arena y agua. Los equipos que se utilizan son las siguientes herramientas menores: Tina o recipiente plástico, Parihuela de 40 cm X 40 cm

X 20 cm, Bailejo, Nivel de mano, Clavos, Piolas, Martillo, Maestra, Llana, Recipiente con escala numérica en litros, paleta de madera, regla de aluminio de 2 metros, manguera. Y finalmente, el recurso más importante es la mano de obra, las cuales son cuadrillas conformadas por un maestro, varios operarios y ayudante según sea el caso.

#### ➔ Preparación del mortero para enlucido

La preparación del mortero para enlucido es similar a la del mortero de pega de bloque, la diferencia se encuentra en su dosificación. La dosificación para el mortero para enlucido es: 1 Saco de Cemento de 50 Kg, 50 Litros de agua potable, 5 parihuelas de arena fina, seca y limpia.

#### ➔ Procedimiento Constructivo

- Limpiar y humedecer la pared a enlucir.
- Colocar las maestras, las cuales no pueden ubicarse a una distancia mayor a la de la regla de aluminio que se está usando, además se recomienda que las maestras se coloquen con pedazos de madera para que sean visibles. Verificar con una regla y nivel que la pared esté a plomo y que los espesores de las maestras sean mayores a 1 cm y menores a 2 cm.

- Con el bailejo y la paleta de madera empezar a cargar la pared o champear. (Primera mano de enlucido)
- Luego de 5 minutos pasar la regla para compactar el enlucido.
- Humedecer la paleta y luego pasarla sobre el enlucido en movimientos circulares para darle un acabado final.
- Las superficies deberán quedar uniformes, sin fallas, grietas o fisuras y sin desprendimientos del mortero.
- Para alturas de pared mayores a 1.40 m requieren andamios independientes al muro y la utilización de arnés de seguridad.
- Se debe realizar un curado para mantener la pared con resistencia y durabilidad mayores. Si el enlucido es en exterior se deja pasar 6 horas para poder realizar el primer curado, y realizar 3 curados al día: en la mañana, al medio día y en la tarde por los primeros 3 días. Si el enlucido es en el interior de una obra se deja pasar 12 horas para poder realizar el primer curado, y hacer un curado diario en la mañana, por los primeros 7 días.

#### 4.3.2.3. Cerámica de Piso

La cerámica es un tipo de revestimiento de piso que se le da a una casa con el fin de darle un acabado; es decir, embellecer las superficies donde se

colocan. Las cerámicas tienen un acabado de esmalte duradero que lleva el color y el diseño de la pieza que se coloca.

#### ➔ Recursos Utilizados

Para poder realizar este rubro son necesarios los recursos básicos como materiales, equipos y mano de obra. Los materiales que se necesitan son piezas de cerámica, porcelana, separadores de cerámica, cemento, arena y agua. Los equipos que se utilizan son las siguientes herramientas menores: Tina o recipiente plástico, Parihuela de 40 cm X 40 cm X 20 cm, Bailejo, Nivel de mano, Clavos, Piolas, Cortador de cerámica, Martillo, Martillo de Goma, Maestra, Llana para rejuntado de cerámica, Llana de muescas cuadradas de 4 pulgadas, Espátula, Esponja, Recipiente con escala numérica en litros. Y finalmente, el recurso más importante es la mano de obra, las cuales son cuadrillas conformadas por un maestro, varios operarios y ayudante según sea el caso.

#### ➔ Preparación del mortero para la colocación de cerámica

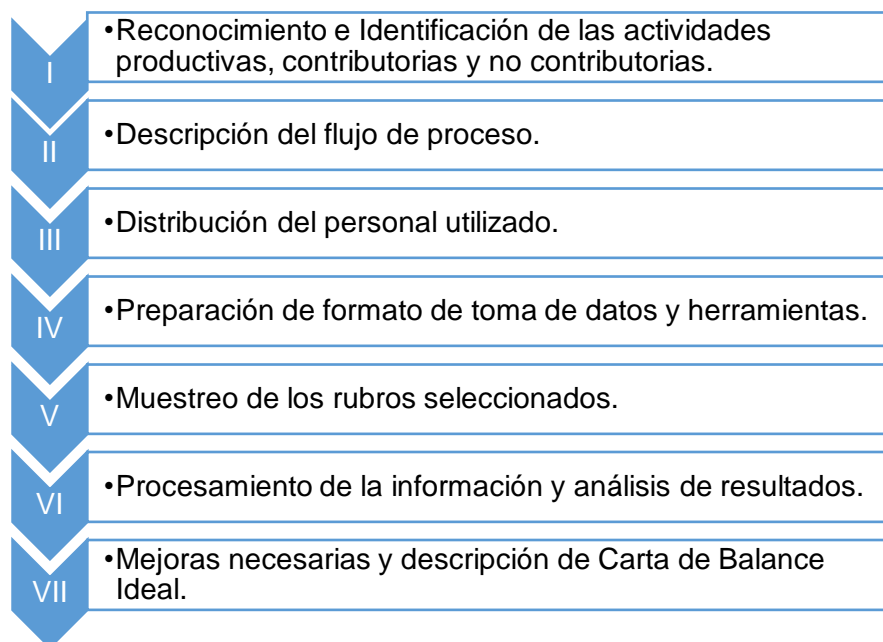
La preparación del mortero para la colocación de cerámica es similar a la del mortero de pega de bloque, con una dosificación del: 1 Saco de Cemento de 50 Kg, 40 Litros de agua potable, 4 parihuelas de arena fina, seca y limpia.

### → Procedimiento Constructivo

- Las piezas de cerámica a utilizar, deberán ser sumergidas en agua previa a su colocación, aproximadamente 24 horas antes.
- Realizar la limpieza del área donde se colocará la cerámica.
- Hacer la nivelación y colocación de maestra.
- Aplicar el mortero colocando cuidadosamente la cerámica.
- Colocar el resto de cerámicas con espaciadores a lo largo de las líneas, ubicando correctamente los recortes.
- Nivelar las cerámicas conforme se vaya trabajando, golpeándola ligera pero firmemente.
- A las 24 horas siguientes, se debe limpiar las juntas, y luego se procede a emporar las uniones entre cada pieza de cerámica con la porcelana.

#### 4.3.3. Metodología de Aplicación

Para realizar el análisis de la Carta de Balance de Recursos, se sugiere seguir la siguiente metodología de trabajo, presentada en la Figura 4.16.



**Figura 4.16.** Metodología de Aplicación Carta de Balance de Recursos (Pino L., 2016)

- I. **Reconocimiento e identificación de las actividades productivas, contributorias y no contributorias:** Se refiere a la identificación de todas las actividades que se requieren, para poder realizar un rubro de construcción determinado. Posterior a esto se las debe clasificar como actividades productivas, contributorias y no contributorias.
  
- II. **Descripción del flujo de proceso:** Un flujo de proceso es una secuencia de trabajo que está ordenada esquemáticamente e interrelaciona una actividad con otra; esto permite visualizar el orden de un proceso constructivo.

- III. Distribución del personal utilizado:** En este punto se debe identificar la cantidad de obreros por cuadrilla y su respectivo sector de trabajo.
- IV. Preparación de formato de toma de datos y herramientas:** Se debe utilizar un formato que sea simple, claro y fácil de usar por parte del muestreador. En este formato se registran datos como hora, fecha, número de cuadrilla, número de medición, tiempo de muestreado; y se sugiere el siguiente formato mostrado en la Figura 4.17. y en el anexo C. Las herramientas que son necesarias para realizar la toma de datos son las siguientes: hoja de campo de toma de datos, cronómetro, pluma y una cámara fotográfica.
- V. Muestreo de los rubros seleccionados:** Una vez que ya se tiene identificadas las actividades y cuadrillas a muestrear, listas las herramientas a utilizar y el formato de toma de datos, se procede a realizar el muestreo. El muestreo consiste en ubicarse en un punto fijo donde se visualice toda la actividad a analizar, luego se toman mediciones de duración de 1 minuto, en donde se registra el tipo de trabajo que se encuentra realizando cada obrero durante esa medición. De acuerdo a Pérez 2010, se deben realizar más de 30 mediciones (30 minutos), y realizar como mínimo 2 ciclos seguidos completos. Este método es recomendable de utilizarlo para una cuadrilla de máximo de 8 obreros (Pino 2016). Cada muestreo corresponde a 1 cuadrilla, y de acuerdo a (Serpell

1993), se debe realizar no menos de 3 muestreos en días distintos; además también menciona que es necesario realizar mínimo 384 mediciones para tener resultados confiables. Si existe alguna información adicional obtenida en el momento de la medición, se la incluye en la parte de observaciones de la hoja de toma de datos.

**VI. Procesamiento de la información y análisis de resultados:** En este punto se procesa la información obtenida en campo y se muestran los resultados correspondientes. Se realiza una comparativa entre los rendimientos observados en campo y los rendimientos con los cuales se realizaron los análisis de precios unitarios para el proyecto. También se hace el análisis entre las cantidades de materiales utilizados en el proceso y los que se calcularon inicialmente. Para poder generar proposiciones de trabajo que favorezcan un cumplimiento más eficiente de una actividad, Serpell 1990, menciona 3 términos que son los siguientes:

$$\text{Coeficiente de Participación} = \frac{\text{Tiempo que el recurso está presente}}{\text{Tiempo total de la actividad}}$$

$$\text{Nivel de Actividad Real} = \frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja}}{\text{Tiempo que el recurso está presente}} \times 100$$

$$\text{Nivel de Actividad Relativo} = \frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja}}{\text{Tiempo total de la actividad}} \times 100$$



**VII. Mejoras necesarias y descripción de Carta de Balance Ideal:** Luego de haber realizado los análisis de resultados, se plantean mejoras para aumentar la productividad y rendimientos de las cuadrillas analizadas; y esto de aquí se refleja en la Carta de Balance Ideal que muestra el procedimiento propuesto mejorado.



#### 4.3.4. Desarrollo de la Metodología

##### 4.3.4.1. Mampostería

Uno de los rubros que se analizará con la metodología de Carta de Balance es la Mampostería, en donde se analizará a 3 cuadrillas. Los puntos a y b, que se describen a continuación, sirven para el análisis de las 3 cuadrillas; mientras que los demás puntos son específicos para el análisis de cada cuadrilla. El último punto que se refiere a mejoras y a la descripción de la Carta de Balance Ideal se realizará luego de haber efectuado todo el análisis.

##### **a. Reconocimiento e identificación de las actividades productivas, contributorias y no contributorias.**

Primero es importante conocer el proceso constructivo, por lo cual se debe hacer un reconocimiento de campo de las actividades que se realizan en la ejecución de la mampostería, para de esa manera poder clasificar las actividades como productivas, contributorias y no contributorias. En la tabla VIII, se muestran las actividades clasificadas.

**Tabla VIII.** Actividades de mampostería clasificadas por el tipo de trabajo

Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo No Contributorio
Colocación de bloque con mortero	Transporte de materiales Trazo de replanteo Preparación del área de trabajo Transporte de mezcla seca Preparación de mezcla seca Preparación de mezcla húmeda Mediciones	Espera Ausente No trabaja

Fuente: Elaborado por los autores

**Figura 4.18** Trabajo Productivo Mampostería

Fuente: Tomada por los autores

**Figura 4.19** Trabajo Contributorio Mampostería

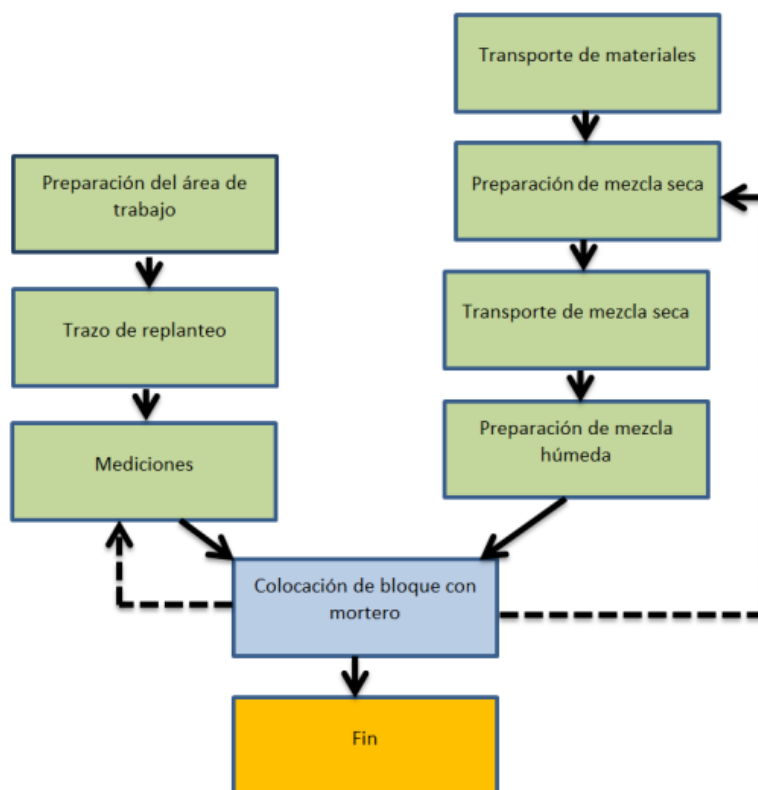
Fuente: Tomada por los autores



**Figura 4.20.** Trabajo No Contributorio Mampostería  
**Fuente:** Tomada por los autores

### **b. Descripción del flujo de proceso.**

Una vez identificadas las actividades que se realizan en el proceso de mampostería, se procede a realizar el flujo de proceso, el cual nos permitirá visualizar la secuencia de trabajo realizada en la obra. En la Figura 4.21. se observa el flujo de proceso, en donde los cuadros de color verde representan a las actividades contributorias y los cuadros de color celeste representan a las actividades productivas. Se visualizan dos grupos de actividades contributorias, el primero se relaciona al área de trabajo, mientras que el segundo se relaciona con los materiales y la mezcla a utilizar para realizar el trabajo. Las líneas punteadas representan un ciclo de retorno.



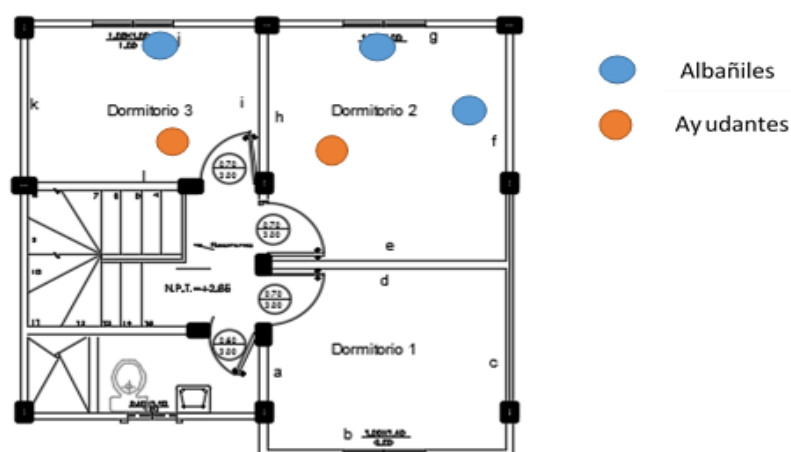
**Figura 4.21.** Flujo del Proceso de Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

## Cuadrilla N°1 de Mampostería

### c. Distribución del personal utilizado

Esta cuadrilla está conformada por 3 albañiles y 2 ayudantes, los cuales se encargan de realizar el levantado de paredes de la planta alta de la casa modelo Sofía. Cada albañil se encarga de hacer el trabajo de colocación de bloques de una pared diferente, mientras que los ayudantes se encargan de

acarrear el material y preparar la mezcla seca para todos los albañiles de esta cuadrilla. En el Figura 4.22. se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.22.** Distribución de Cuadrilla N°1 Mampostería en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### d. Muestreo del rubro de mampostería

La Carta de Balance para la cuadrilla N°1 se desarrolló el día 2 de junio del 2016, la cual consistió en el levantamiento de paredes de la casa modelo Sofía de la Urbanización Villa España 2. La medición se realizó después de almuerzo entre las 13:08 pm y 14:19 pm, en donde esta cuadrilla realizó 16,76 m<sup>2</sup> de pared en un tiempo de 71 minutos. Se debe destacar que, durante esta medición, los trabajadores realizaron el trabajo casi sin parar, debido a que se

dieron cuenta que se los estaba observando y midiendo sus tiempos de trabajo.

### e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados

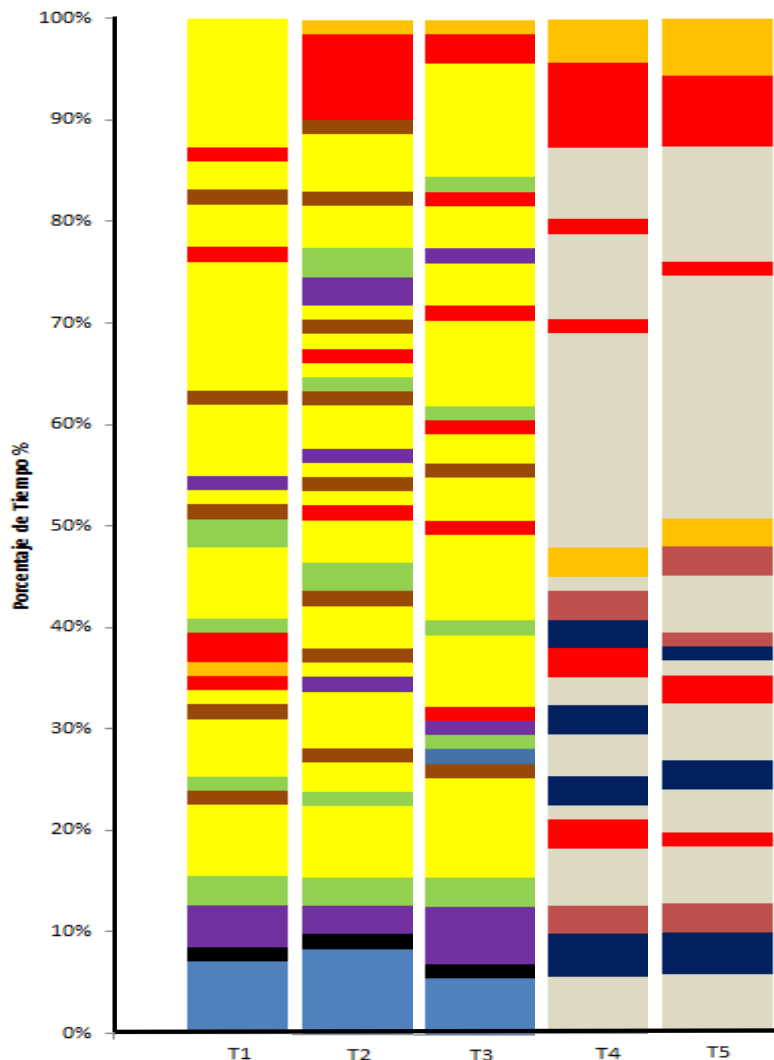
A continuación, se muestra la Carta de Balance de campo de la cuadrilla N°1, en donde en la abscisa se muestran los trabajadores y en la ordenada se muestra el porcentaje de tiempo que tomó realizar toda la actividad. En el Gráfico 27, cada porción de barra indica la actividad realizada siguiendo la secuencia constructiva de la actividad observada. En la tabla IX, se indica la representación por colores de cada actividad realizada, además de estar clasificadas como Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio.

**Tabla IX.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°1 Mampostería

T.P.	Colocación de Bloque con Mortero	Yellow
T.C.	Trazo de Replanteo	Blue
T.C.	Preparación del Área de Trabajo	Black
T.C.	Transporte de Mezcla Seca	Red
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Light Green
T.C.	Transporte de Materiales	Light Brown
T.C.	Mediciones	Dark Brown
T.C.	Preparación de Mezcla Seca	Dark Blue
T.N.C.	No Trabaja	Red
T.N.C.	Ausente	Yellow
T.N.C.	Espera	Purple

**Fuente:** Elaborado por los autores



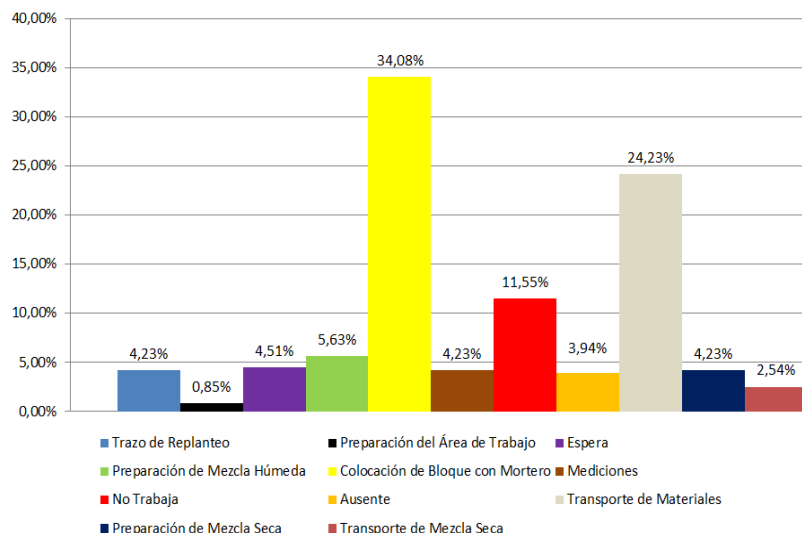


**Gráfico 4.25.** Carta de Balance Cuadrilla N°1 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.25, las columnas de T1, T2 y T3, corresponden a los albañiles que son los que realizan la actividad de levantado de paredes, mientras que T4 y T5 representan a los ayudantes que se encargan de proveer de material. A simple vista se puede apreciar por parte de T1, T2 y T3 un gran porcentaje de la actividad de Colocación de Bloque con Mortero, la cual representa el Trabajo Productivo, y un mínimo porcentaje de Trabajo No Contributivo, representados por las actividades Espera, No Trabaja y Ausente; esto se debe

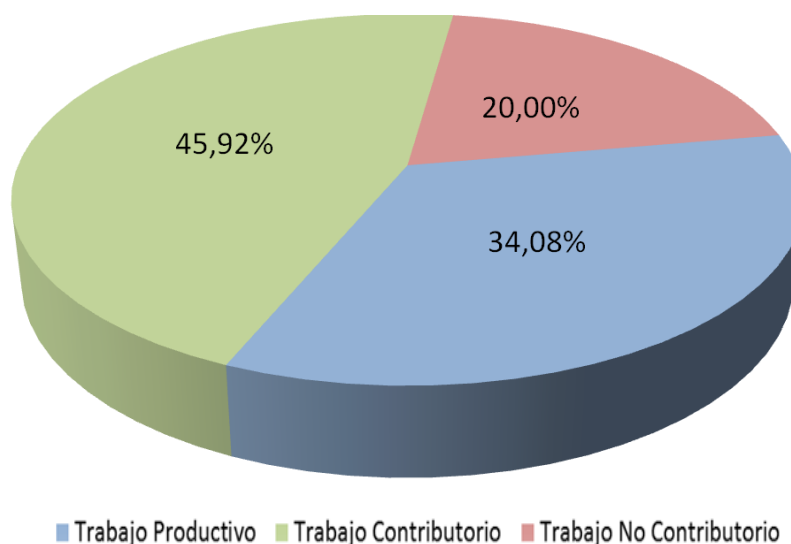
a que, al momento del muestreo, los trabajadores se dieron cuenta que estaban siendo supervisados. Para T2 y T3, su porcentaje de No Trabaja y Ausente está al final del porcentaje del tiempo de trabajo, debido a que acabaron de realizar su tarea antes que T1.

En el Gráfico 4.26, se muestra la suma del porcentaje de tiempo de las actividades realizadas por toda la cuadrilla para Mampostería, en donde se destaca que la actividad que más contribuye es la actividad de Colocación de Bloque con Mortero con un 34,08%, seguido por la actividad de Transporte de Materiales con un 24,23%, y luego hay un valor de 11,55% para No Trabaja. La Colocación de Bloque con Mortero es evidentemente la actividad que mayor tiempo demanda, ya que aporta directamente a la producción de paredes. El Transporte de Materiales demanda el porcentaje descrito anteriormente, debido a que se deben mover de un lado a otros materiales como cemento, arena, agua y mayormente los bloques de hormigón; el motivo es que están realizando el levantamiento de paredes de la planta alta, por lo cual deben estar en constante movimiento de materiales. El porcentaje de No Trabaja se debe mayormente al porcentaje de los dos trabajadores que terminaron antes su tarea.



**Gráfico 4.26.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°1 Mampostería  
Fuente: Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.27 se muestra la distribución del tiempo de la Carta de Balance según su nivel de actividad. La distribución está dada por un 45,92% para el Trabajo Contributorio, un 34,08% para el Trabajo Productivo y un 20,00% para el Trabajo No Contributorio. A pesar que la cuadrilla está conformada por 3 albañiles quienes son los que realizan la mayor parte del Trabajo Productivo, se observa un porcentaje bajo del mismo y esto se debe a que los ayudantes no aportan Trabajo Productivo sino solo Trabajo Contributorio.



**Gráfico 4.27.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°1 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

De acuerdo a una investigación de Serpell 2002, los porcentajes promedios de Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio son de 38%, 36% y 26%, respectivamente; lo cual quiere decir que esta cuadrilla está en un rango cercano a estos, por lo que es aceptable.

En la Tabla X se presenta los niveles de actividad y participación de los trabajadores de la cuadrilla 1 de Mampostería, en donde se observa que todos los trabajadores están produciendo, ya que casi no dejan de trabajar; aunque se podría mejorar.

**Tabla X.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°1 Mampostería

Recursos	T1	T2	T3	T4	T5	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	87,14%	80,00%	81,43%	81,82%	86,15%	83,31%
Coeficiente de Participación	0,99	0,99	0,99	0,93	0,92	0,96
Nivel de actividad Relativo	85,92%	78,87%	80,28%	76,06%	78,87%	80,00%

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### f. Análisis de Costo

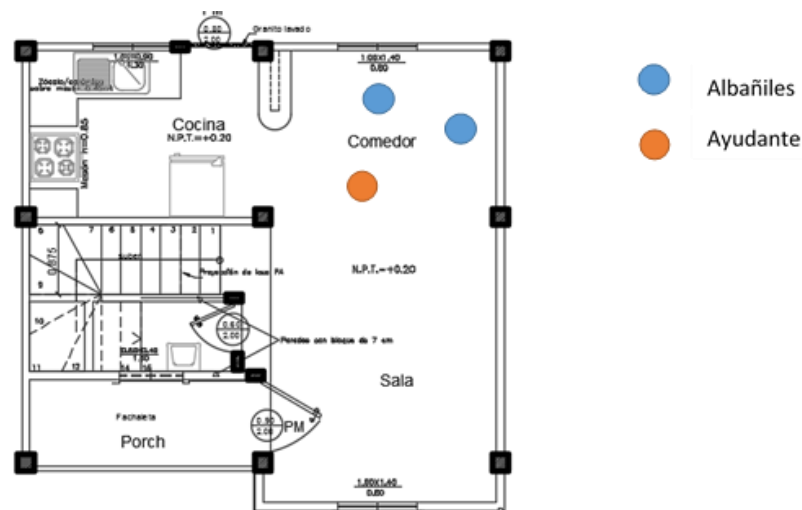
El Análisis de Precio Unitario establecido para el rubro de mampostería indica una cuadrilla conformada por 1 albañil, 1 peón, y un porcentaje del maestro de obra, los cuales deben rendir 3,5 m<sup>2</sup>/h. La cuadrilla N°1 está conformada por 3 albañiles y 2 peones, la cual se divide para hacer un análisis individual, de esta manera se tiene 1 albañil y 0,67 de ayudante, los cuales tienen un rendimiento de 2,83 m<sup>2</sup>/h, esto representa una ganancia por rendimiento del 22,50% más de lo que se tenía establecido para el costo de la mano de obra; si se lo compara con el estudio de Botero 2002, el cual indica un rendimiento óptimo de 2,53 m<sup>2</sup>/h, el rendimiento de esta cuadrilla es alto. Del Análisis de Precio Unitario presupuestado, también se obtiene que se utilicen 9 kg de cemento, 0,021 m<sup>3</sup> de arena fina, 0,0054 m<sup>3</sup> de agua y 13 bloques de hormigón, mientras que de lo observado se tiene que se utilizó 8,32 kg de cemento, 0,012 m<sup>3</sup> de arena fina, 0,011 m<sup>3</sup> de agua y 13 bloques de hormigón, por cada m<sup>2</sup> realizado por la cuadrilla 1, lo que representa un ahorro del 3,52% de lo que se tenía previsto para el costo de materiales; es decir, esta

cuadrilla casi no tuvo desperdicio de material. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$8,23. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$9.16), se obtiene una ganancia de 10,15% del costo directo del rubro.

### **Cuadrilla N°2 de Mampostería**

#### **c. Distribución del personal utilizado**

La cuadrilla N°2 de mampostería está conformada por 2 albañiles y 1 ayudante, los cuales se encargan de realizar el levantado de paredes de la planta baja de la casa modelo Sofía. En la Figura 4,23 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.23.** Distribución de Cuadrilla N°2 Mampostería en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2












#### d. Muestreo del rubro de mampostería

La Carta de Balance para la cuadrilla N°2 se desarrolló en la tarde, entre las 14:05 pm y 15:33 pm del día 6 de junio del 2016. Esta cuadrilla realizó 9,4 m<sup>2</sup> de pared en un tiempo de 88 minutos. Cuando se realizó esta medición, los trabajadores no se percataron de que estaban siendo observados; por lo que estuvieron conversando con otros trabajadores, y se ausentaron para ir a comprar colas y aguas.

### e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados

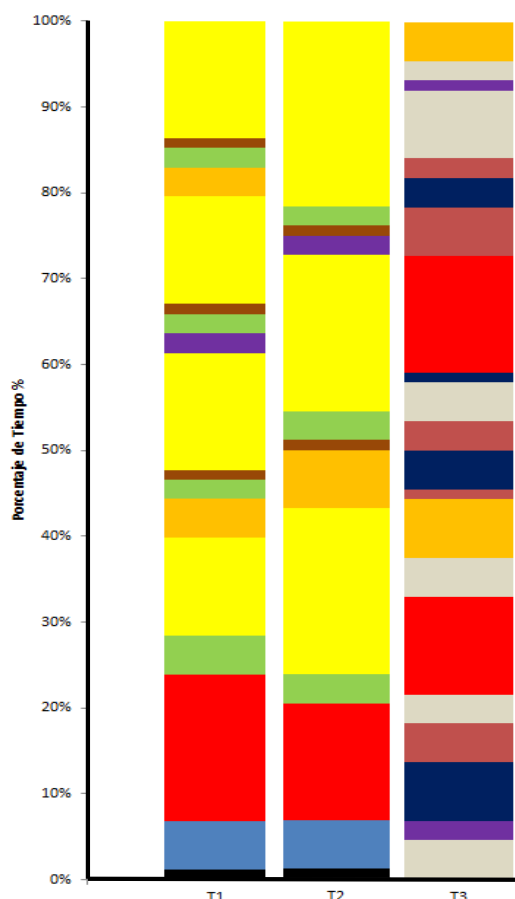
En el Gráfico 4.28 se muestra la Carta de Balance de campo de la cuadrilla N°2, en el cual las columnas T1 y T2 representan a los albañiles, mientras que la columna T3 representa al ayudante. Del Gráfico 30 se puede observar que en el inicio de la actividad hay aproximadamente un 18% por parte de T1 y T2 que no trabajan; esto se debe a que están esperando por la mezcla seca y por los bloques de hormigón que les proporciona T3. También se puede observar que hay porcentajes de tiempo en donde los trabajadores se ausentaban por razones como ir a comprar colas, aguas, además de irse a conversar con otros trabajadores.

**Tabla XI.** Representación por colores de cada actividad  
Cuadrilla N°2 Mampostería

T.P.	Colocación de Bloque con Mortero	
T.C.	Trazo de Replanteo	
T.C.	Preparación del Área de Trabajo	
T.C.	Transporte de Mezcla Seca	
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	
T.C.	Transporte de Materiales	
T.C.	Mediciones	
T.C.	Preparación de Mezcla Seca	
T.N.C.	No Trabaja	
T.N.C.	Ausente	
T.N.C.	Espera	

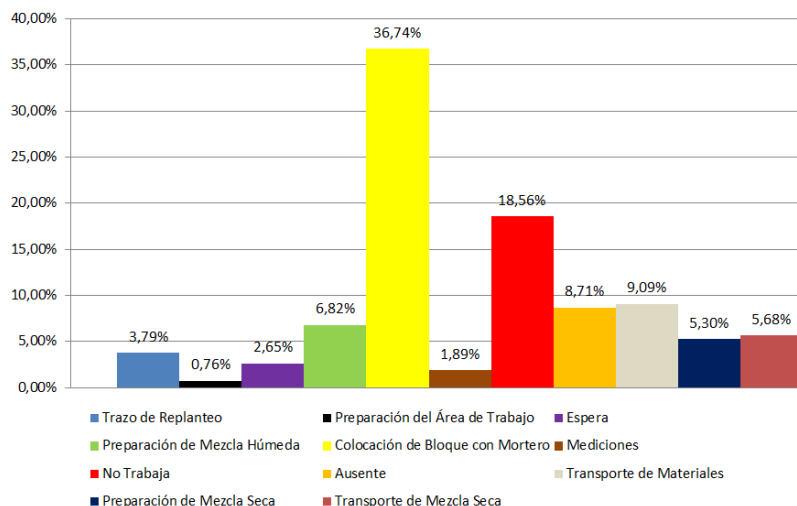
**Fuente:** Elaborado por los autores





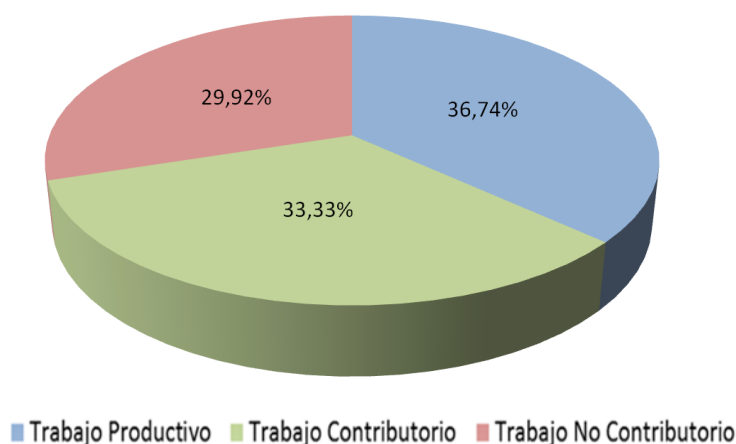
**Gráfico 4.28.** Carta de Balance Cuadrilla N°2 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.29 se aprecia que hay un gran porcentaje de tiempo utilizado para la colocación de bloque, con un 36,74%, sin embargo, también se aprecia un considerable porcentaje de tiempo para No Trabaja del 18,56%. El levantamiento de paredes de esta cuadrilla se realiza en la planta baja, por lo cual no requiere un excesivo transporte de material, esto se refleja en el porcentaje de 9,09% del gráfico.



**Gráfico 4.29.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°2 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Los niveles de actividad para la cuadrilla 2 de mampostería se observan en el gráfico 4.30; los cuales son 36,74% de Trabajo Productivo, 33,33% de Trabajo Contributorio y un 29,92% para Trabajo No Contributorio. Si se realiza una comparativa con la cuadrilla 1, se observa que realiza un 2% más de Trabajo Productivo; sin embargo, la cuadrilla 2 tiene un 10% más de Trabajo No Contributorio y un 13% menos en Trabajo Contributorio. El 13% menos de Trabajo Contributorio se debe a que esta cuadrilla tiene un ayudante menos que es quien mayormente aporta para ese trabajo. El 10% más de Trabajo No Contributorio se debe a la falta de supervisión que tuvieron los trabajadores, ya que no se percataron de la presencia de los autores, además de que se observó que no hubo ningún supervisor, ya sea el maestro o un residente de obra, durante el tiempo de medición.



**Gráfico 4.30.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°2 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla XII se aprecian los niveles de actividad y coeficiente de participación de la cuadrilla 2 los cuales están aceptables.

**Tabla XII.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°2 Mampostería

Recursos	T1	T2	T3	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	79,01%	82,93%	67,95%	76,63%
Coeficiente de Participación	0,92	0,93	0,89	0,91
Nivel de actividad Relativo	72,73%	77,27%	60,23%	70,08%

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### f. Análisis de Costo

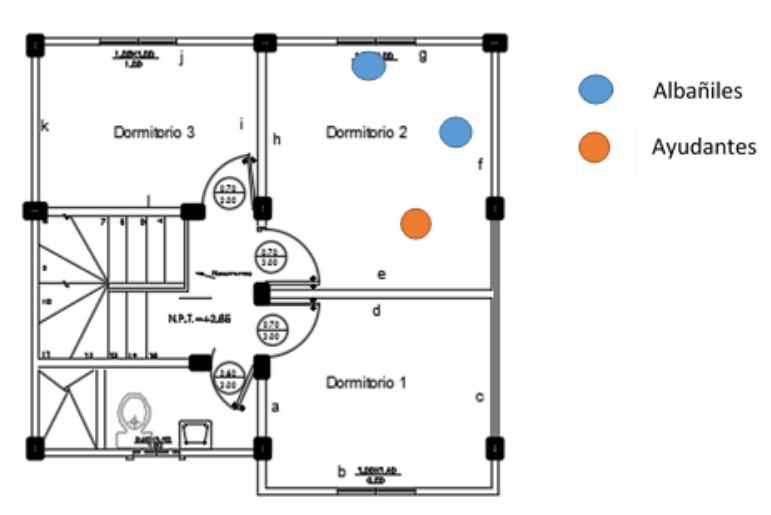
Se realizó el análisis de precio unitario para la cuadrilla N°2, que está conformada por 2 albañiles y 1 peón, la cual se divide para hacer un análisis individual, de esta manera se tiene 1 albañil y 0,50 de ayudante, los cuales tiene un rendimiento de 2,13 m<sup>2</sup>/h, por lo cual se obtuvo una ganancia por rendimiento de 5,31% más de lo que se tenía presupuestado para el costo de

mano de obra. De lo observado se tiene que se utilizó 9,34 kg de cemento, 0,013 m<sup>3</sup> de arena fina, 0,012 m<sup>3</sup> de agua y 13 bloques de hormigón, por cada m<sup>2</sup> realizado por la cuadrilla 2, lo que representa un ahorro del 0,84% más del costo previsto para materiales; es decir, estuvo dentro del rango previsto. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$8,94. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$9.16), se obtiene una ganancia de 2,40% del costo directo del rubro.

### **Cuadrilla N°3 de Mampostería**

#### **c. Distribución del personal utilizado**

La cuadrilla N°3 de mampostería está conformada de la misma manera que la cuadrilla N°2, por 2 albañiles y 1 ayudante, los cuales se encargan de realizar el levantado de paredes de la planta alta de la casa modelo Sofía. En la Figura 4.24 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.24.** Distribución de Cuadrilla N°3 Mampostería en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### d. Muestreo del rubro de mampostería

La Carta de Balance para la cuadrilla N°3 se desarrolló en la mañana, del día 7 de junio del 2016 entre las 10:45 am y 13:07 pm. Esta cuadrilla realizó 13,39 m<sup>2</sup> de pared en un tiempo de 119 minutos. La cuadrilla realizó una pausa para almorzar entre las 12:20 y 12:43, donde luego prosiguieron a terminar la actividad. Al momento de la medición, los trabajadores de esta cuadrilla tampoco se dieron cuenta que estaban siendo observados; por lo que se dedicaron a hacer otras actividades y perder tiempo sin hacer nada.

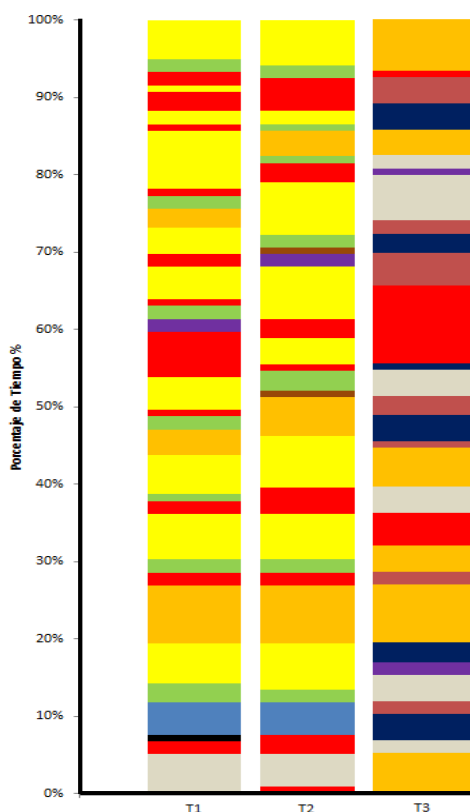
### e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados

En el Gráfico 4.31 se muestra la Carta de Balance de campo de la cuadrilla 3 de mampostería, en donde T1 y T2 corresponden a los albañiles y T3 al ayudante. Inicialmente se observa que los albañiles transportan los materiales, ya que el ayudante estaba ausente. Casi al principio de realizar la actividad de mampostería, se observa que hay un porcentaje de tiempo que corresponden a Ausente, debido a que los trabajadores fueron retirados de su puesto de trabajo para realizar otra actividad, la cual era cargar unas cubiertas.

**Tabla XIII.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°3 Mampostería

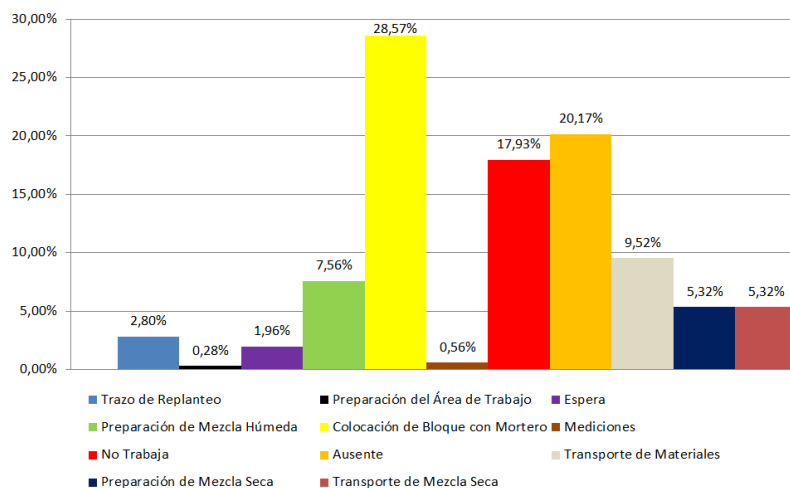
T.P.	Colocación de Bloque con Mortero	Yellow
T.C.	Trazo de Replanteo	Blue
T.C.	Preparación del Área de Trabajo	Black
T.C.	Transporte de Mezcla Seca	Red
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Light Green
T.C.	Transporte de Materiales	Light Brown
T.C.	Mediciones	Brown
T.C.	Preparación de Mezcla Seca	Dark Blue
T.N.C.	No Trabaja	Red
T.N.C.	Ausente	Yellow
T.N.C.	Espera	Purple

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.31.** Carta de Balance Cuadrilla N°3 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

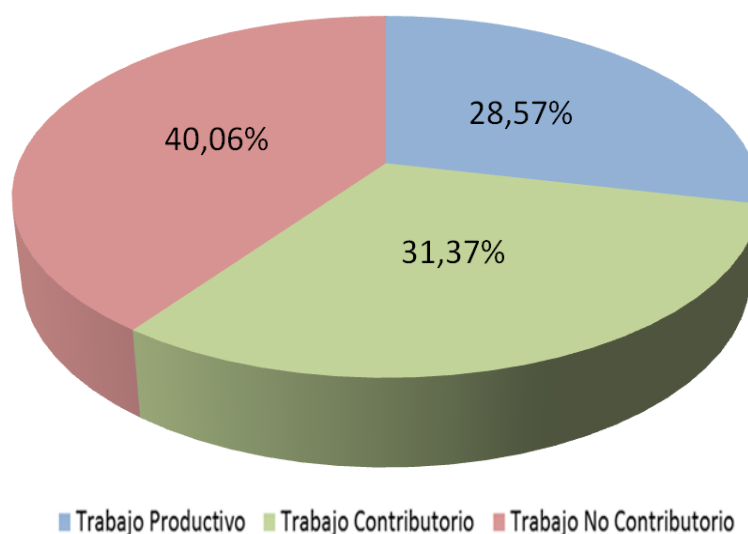
Del Gráfico 4.32 se puede notar que la actividad que más sobresale es la de colocación de bloque con mortero con un 28,57%. También se nota que hay porcentajes elevados de Ausente y No Trabaja con 20,17% y 17,93% respectivamente, debido a realizar otra actividad que fue explicada anteriormente y además de perder tiempo por caminar sin hacer nada, comprar comida, fumar y hablar por celular. El porcentaje de tiempo para el Transporte de Materiales es de apenas un 9,52% debido a que la actividad de mampostería se realizó en la planta baja.



**Gráfico 4.32.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°3 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Para esta cuadrilla se observan niveles de Trabajo Productivo muy bajos (28,57%) comparados con las otras dos cuadrillas (34,08% y 36,74%), esto se observa en el Gráfico 35. Esto se debe a que el Trabajo No Contributorio tiene un porcentaje de tiempo grande (40,06%), lo que representa el doble de porcentaje de tiempo de la cuadrilla 1.





**Gráfico 4.33.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°3 Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla XIV se aprecia que con un nivel de actividad real del 75,05% y un nivel de actividad relativo del 59,94%, indica que los trabajadores tuvieron un bajo desempeño laboral para la actividad de mampostería.

**Tabla XIV.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°3 Mampostería

Recursos	T1	T2	T3	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	74,76%	76,00%	74,39%	75,05%
Coeficiente de Participación	0,87	0,84	0,69	0,80
Nivel de actividad Relativo	64,71%	63,87%	51,26%	59,94%

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### **f. Análisis de Costo**

Se realizó el análisis de precio unitario para la cuadrilla N°3, que está conformada por 2 albañiles y 1 peón, la cual se divide para hacer un análisis individual, de esta manera se tiene 1 albañil y 0,50 de ayudante, los cuales tienen un rendimiento de 2,25 m<sup>2</sup>/h, esto representa 10,63% de ganancia por rendimiento más de lo que se tenía establecido en el presupuesto para la mano de obra. De lo observado se tiene que se utilizó 8,82 kg de cemento, 0,012 m<sup>3</sup> de arena fina, 0,011 m<sup>3</sup> de agua y 13 bloques de hormigón, por cada m<sup>2</sup> realizado por la cuadrilla 3, lo que representa un ahorro del 2,35% más de lo que se tenía previsto para el costo de material; es decir, también está dentro del rango. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$8,68. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$9.16), se obtiene una ganancia de 5,24% del costo directo del rubro.

#### **4.3.4.2. Enlucido**

Para el rubro de Enlucido de Fachada se analizará a tres cuadrillas. De manera similar como se realizó para el análisis de mampostería, los puntos a y b, que se describen a continuación, serán de utilidad para el análisis de todas

las cuadrillas; mientras que los demás puntos serán específicos para cada cuadrilla.

**a. Reconocimiento e identificación de las actividades productivas, contributorias y no contributorias.**

Las actividades que se enlistan en la tabla XV, son aquellas que se determinaron en el momento de la medición en campo para la ejecución del rubro de enlucido de fachada. Estas actividades están clasificadas como productivas, contributorias y no contributorias.

**Tabla XV.** Actividades de enlucido clasificadas por el tipo de trabajo

Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo No Contributorio
Colocación de mezcla (chanpeado) Nivelación / Reglado Acabado Final	Armar Andamio Transporte de Materiales Colocación de maestras/Mediciones Preparación de mezcla seca Transporte de Mezcla seca Preparación de mezcla húmeda	Espera Ausente No Trabaja Realizar otras actividades

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Figura 4.25.** Trabajo Productivo Enlucido  
**Fuente:** Tomada por los autores



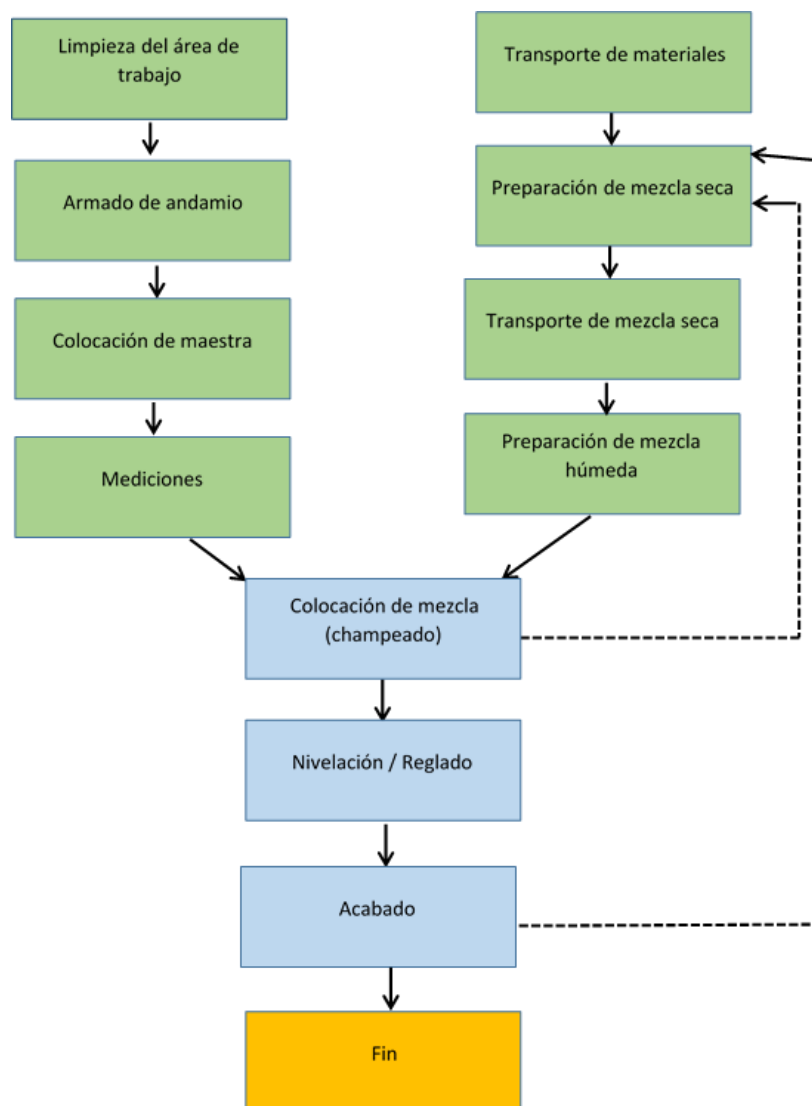
**Figura 4.26.** Trabajo Contributorio Enlucido  
**Fuente:** Tomada por los autores



**Figura 4.27.** Trabajo No Contributorio Enlucido  
**Fuente:** Tomada por los autores

#### **b. Descripción del flujo de proceso.**

Se desarrolla un proceso de flujo para poder visualizar la secuencia constructiva del rubro de enlucido de fachada. La forma es similar al del rubro de mampostería, en donde, las actividades productivas están identificadas por recuadros de color celeste, y las actividades contributorias están identificadas por recuadros de color verde. En la Figura 4.28 se presenta el flujo de proceso para enlucido de fachada.



**Figura 4.28.** Flujo del Proceso de Enlucido de Fachada  
**Fuente:** Elaborado por los autores

### Cuadrilla N°1 de Enlucido

#### c. Distribución del personal utilizado

Esta cuadrilla está conformada por 2 albañiles y 1 ayudante, los dos primeros realizan el enlucido de fachada de la casa modelo Leonor, mientras que el tercero se encarga de acarrear el material y la mezcla seca. En la Figura 4.29 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.29.** Distribución de Cuadrilla N°1 Enlucido en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### **d. Muestreo del rubro de enlucido de fachada**

Los días 8 y 9 de junio del 2016, se realizó la Carta de Balance de Campo para la cuadrilla N°1 de enlucido; la medición empezó la tarde del día 8 de junio, entre las 13:22 y 15:27, en donde la cuadrilla realizó solamente el armado de andamio, y se continuó el día siguiente entre las 8:25 am y 15:35 pm. Se tomó todo ese tiempo para poder analizar el trabajo realizado sobre toda la fachada. La cuadrilla realizó 32,15 m<sup>2</sup> en un tiempo total de 484 minutos. No se tomó en cuenta el tiempo en que fueron a almorzar los trabajadores.

#### **e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados**

Las actividades que se muestran en la tabla XVI, están representadas por un color para poder visualizarlas en la carta de balance de campo que se muestra en el Gráfico 4.34.

En el Gráfico 4.34, T1 y T2 representan a los albañiles, mientras que T3 es el ayudante. Para la actividad de Armar Andamio se observa que se utiliza mucho tiempo por parte de T1 y T2, ya que T3 estuvo ausente y no colaboró en esta actividad. Se aprecia un porcentaje significativo de Espera, esto se debe a que no disponían de cemento por el cual estaban esperando a que llegue; sin embargo, durante ese tiempo de Espera, no se realizó ninguna otra actividad

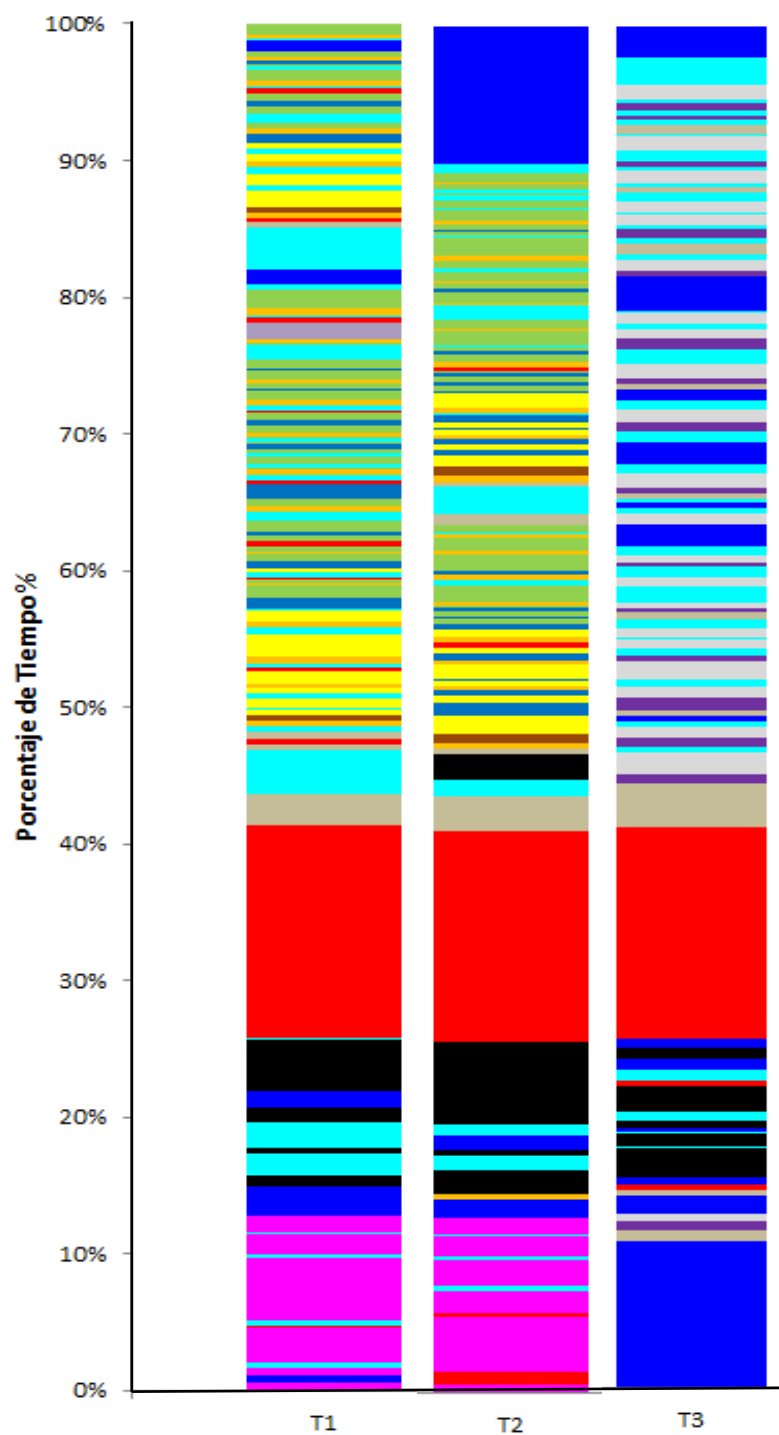


contributoria para el proceso de enlucido, más bien estuvieron conversando; y una vez que ya tenían el material listo, recién empezaron a llenar los tanques de agua y preparar las herramientas a utilizar- Existen porcentajes de tiempo de Realizar Otras Actividades, las cuales son, terminar la parte superior de una pared que está incompleta, limpiar el suelo donde se encontraba un mortero endurecido. También se aprecia que T2 tiene un porcentaje importante de Ausente al final, esto es debido a que terminó de realizar su trabajo antes que T1, porque fue más rápido; a diferencia de T1 quien era muy lento y cuando le tocaba esperar por la mezcla seca, dejaba de trabajar, pudiendo aprovechar el tiempo para realizar otra actividad como nivelar con la regla.

**Tabla XVI.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°1 Enlucido

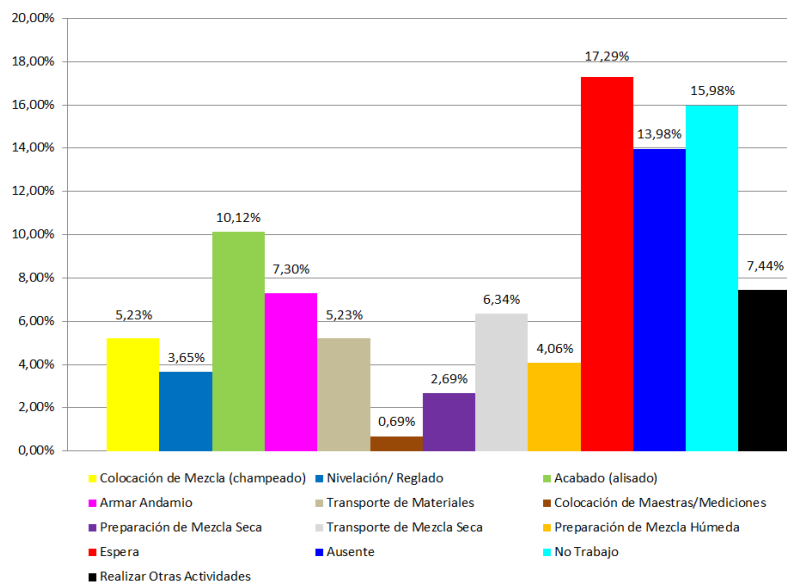
T.P.	Colocación de Mezcla (champeado)	Yellow
T.P.	Nivelación/ Reglado	Blue
T.P.	Acabado (alisado)	Light Green
T.C.	Armar Andamio	Magenta
T.C.	Transporte de Materiales	Olive Green
T.C.	Colocación de Maestras/Mediciones	Brown
T.C.	Preparación de Mezcla Seca	Purple
T.C.	Transporte de Mezcla Seca	Grey
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Orange
T.N.C.	Espera	Red
T.N.C.	Ausente	Dark Blue
T.N.C.	No Trabajo	Cyan
T.N.C.	Realizar Otras Actividades	Black

**Fuente:** Elaborado por los autores



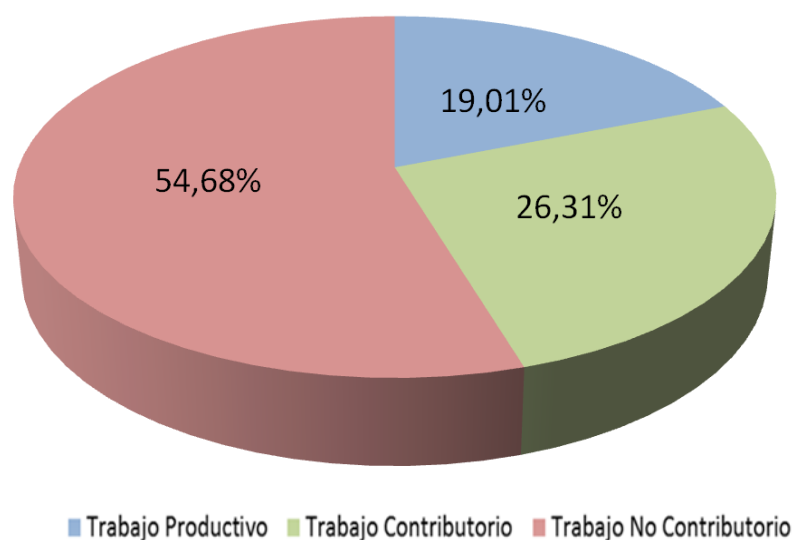
**Gráfico 4.34.** Carta de Balance Cuadrilla N°1 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.35, se observa que los porcentajes que predominan son de Espera, No Trabaja y Ausente con un valor del 17,29%, 15,98% y 13,98% respectivamente. Como se indicó anteriormente, el porcentaje de espera elevado es debido al retraso del material (cemento) a llegar al lugar de trabajo; sin embargo, no se aprovechó ese tiempo de espera para realizar otras actividades contributorias como tener listas las herramientas, tener a disposición otros materiales como el agua y la arena, ya que se hizo el movimiento de este material después que llegó el cemento; los porcentajes altos de No trabaja se deben a discusiones entre los trabajadores por cosas como: quien utilizará primero la manguera para llenar su tanque de agua, que uno realice mejor el trabajo que el otro, etc.; además que pasaban mucho tiempo conversando entre ellos. El alto porcentaje de Ausente se debe al ayudante, que se desaparecía para ir a comprar alimentos y bebidas a una tienda cercana.



**Gráfico 4.35.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°1 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Del Gráfico 4.36, se aprecia que más del 50% corresponde al Trabajo No Contributivo, debido a las razones explicadas anteriormente. El Trabajo Productivo es de apenas el 19% lo cual indica que la cuadrilla no fue muy productiva; es decir su rendimiento es bajo.



**Gráfico 4.36.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°1 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla XVII, se observan valores de aproximadamente la mitad para niveles de actividad real y relativo. Estos niveles bajos indican que la cuadrilla trabajó a la mitad de lo que podría haber realizado; todo esto generado por los altos tiempos improductivos de toda la cuadrilla.

**Tabla XVII.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°1 Enlucido

Recursos	T1	T2	T3	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	56,78%	65,07%	50,59%	57,48%
Coeficiente de Participación	0,88	0,77	0,70	0,79
Nivel de actividad Relativo	50,21%	50,41%	35,33%	45,32%

**Fuente:** Elaborado por los autores

## f. Análisis de Costo

Del Análisis de Precio Unitario para el rubro de enlucido, se tiene que la cuadrilla está conformada por 1 albañil y 1 ayudante, los cuales deben rendir 2,38 m<sup>2</sup>/h. La cuadrilla que se analiza está confirmada por 2 albañiles y 1 ayudante, la cual se divide para hacer un análisis individual, de esta manera se tiene 1 albañil y 0,50 de ayudante, los cuales tienen un rendimiento de 1,33 m<sup>2</sup>/h; esto representa una pérdida por rendimiento del 77,09%, menos de lo que se tenía previsto para mano de obra. Con respecto a los materiales establecidos, se indica que se debe usar 7,64 kg de cemento, 0,02 m<sup>3</sup> de arena fina y 0,05 m<sup>3</sup> de agua; mientras que lo observado en obra fue 15,38 kg de cemento, 0,049 m<sup>3</sup> de arena y 0,014 m<sup>3</sup> de agua; todo esto representa un aumento del 54,11% del costo que se tenía previsto para materiales; es decir, se obtuvo una pérdida en los materiales utilizados. El desperdicio de material se debe a que en el recipiente donde era realizada la mezcla húmeda, tenía orificios por donde la mezcla se escurría. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$8,43. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$5.06), se obtiene una pérdida de 66,60% del costo directo del rubro.

## Cuadrilla N°2 de Enlucido

### c. Distribución del personal utilizado

La cuadrilla N°2, se encuentra conformada por 3 albañiles y 1 ayudante, quienes realizan el enlucido de la fachada de la casa modelo Leonor. En la Figura 4.30 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.30.** Distribución de Cuadrilla N°2 Enlucido en el área de trabajo

**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

### d. Muestreo del rubro de enlucido de fachada

El día 10 de junio del 2016, se realizó la Carta de Balance de Campo para la cuadrilla N°2 de enlucido; la medición empezó a las 08:20 am y terminó a las 12:26 pm. Esta cuadrilla realizó 32,15 m<sup>2</sup> en un tiempo de 244 minutos.

#### **e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados**

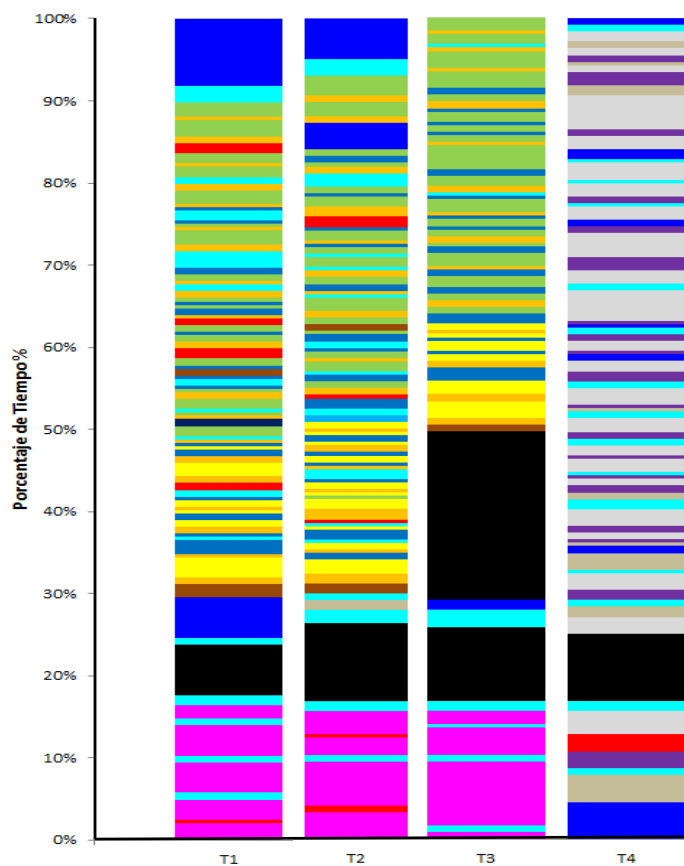
Las columnas T1, T2 y T3 representan a los albañiles, mientras que T4 es el ayudante, esto se muestra en el Gráfico 39. Existen grandes porcentajes de tiempo para el Realizar Otras Actividades, esto se debe a que los trabajadores fueron movidos de su puesto de trabajo para embarcar maderas en volquetas; y el alto porcentaje de realizar actividades para T3 se debe a que estuvo removiendo con la pala, escombros y desperdicios de mortero endurecido, ya que no podía empezar a enlucir la parte inferior de la fachada por estas razones. Se observa también que, a lo largo de toda la secuencia de trabajo, existen intervalos de tiempo de No Trabaja, debido a que los trabajadores se ponían a conversar y dejaban de trabajar. Los porcentajes de tiempo al final de Ausente para T1 y T2 indica que terminaron sus actividades rápido debido a que se querían ir a almorzar.



**Tabla XVIII.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°2 Enlucido

T.P.	Colocación de Mezcla (champeado)	Yellow
T.P.	Nivelación/ Reglado	Blue
T.P.	Acabado (alisado)	Green
T.C.	Armar Andamio	Magenta
T.C.	Transporte de Materiales	Brown
T.C.	Colocación de Maestras/Mediciones	Dark Brown
T.C.	Preparación de Mezcla Seca	Purple
T.C.	Transporte de Mezcla Seca	Grey
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Orange
T.N.C.	Espera	Red
T.N.C.	Ausente	Cyan
T.N.C.	No Trabajo	Light Blue
T.N.C.	Realizar Otras Actividades	Black

**Fuente:** Elaborado por los autores

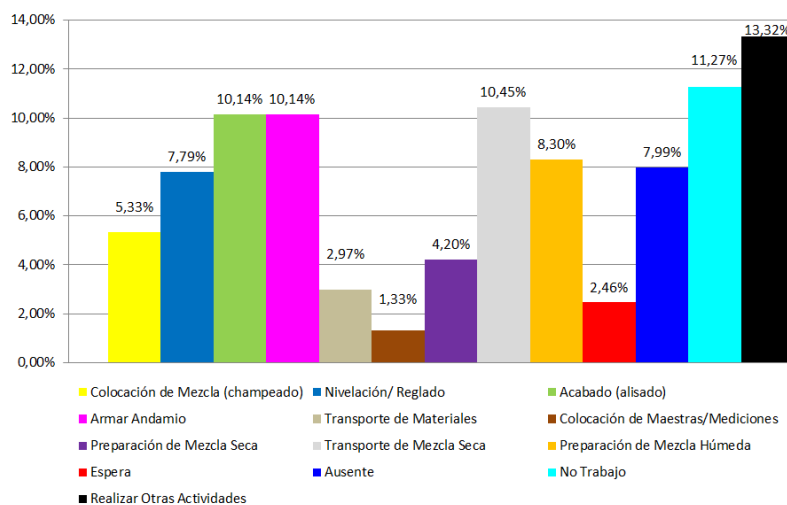


**Gráfico 4.37.** Carta de Balance Cuadrilla N°2 Enlucido

**Fuente:** Elaborado por los autores

Como se indicó en la parte anterior, el porcentaje de tiempo más representativo corresponde a Realizar Otras Actividades con un 13,32% seguido por No Trabaja con una 11,27%. Se observa un gran porcentaje de

Transporte de Mezcla Seca, esto es debido a que el lugar donde se realizó la mezcla seca no estaba tan cerca del lugar de trabajo, por lo cual se ocupó mucho tiempo en esto.



**Gráfico 4.38.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°2 Enlucido  
Fuente: Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.39, se observan los niveles de actividad para la cuadrilla N°2 de enlucido, los cuales son 27,56% para Trabajo Productivo, 37,40% para Trabajo Contributorio y 35,04% para Trabajo No Contributorio. Si se comparan estos valores con los de la cuadrilla N°1, se observa que el porcentaje de Trabajo No Contributorio es casi la mitad, y el porcentaje de Trabajo Productivo

es mayor en aproximadamente 10%, lo cual indica que fue más productiva que la cuadrilla anterior.

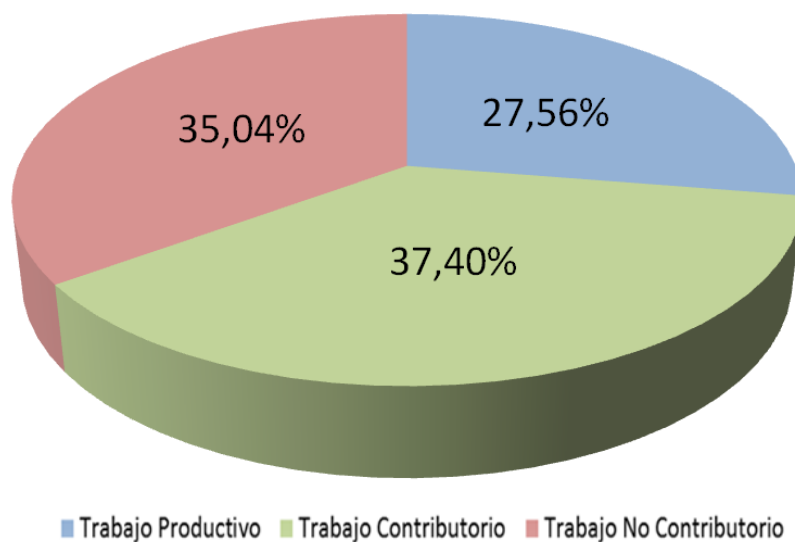


Gráfico 4.39. Niveles de Actividad para Cuadrilla N°2 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla XIX, se observan los niveles de actividad real, relativo y el coeficiente de participación de cada uno de los trabajadores de la cuadrilla; en esto se puede apreciar que a pesar de que T3 es el que más trabajo (Niveles de Actividad Real), en realidad está produciendo menos porque tiene nivel de actividad relativo bajo debido a su ausencia. Los bajos niveles de actividad relativa se deben en gran parte por el gran porcentaje de tiempo de Ausente y Realizar Otras Actividades lo que involucra que no esté presente produciendo más para el trabajo de enlucido.

**Tabla XIX.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°2 Enlucido

Recursos	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	76,65%	79,60%	91,12%	84,08%	82,86%
Coeficiente de Participación	0,81	0,82	0,69	0,82	0,79
Nivel de actividad Relativo	61,89%	65,57%	63,11%	69,26%	64,96%

**Fuente:** Elaborado por los autores.

#### f. Análisis de Costo

La cuadrilla N°2, conformada por 3 albañiles y 1 ayudante, la cual se divide para hacer un análisis individual, de esta manera se tiene 1 albañil y 0,33 de ayudante, los cuales tienen un rendimiento de 1,98 m<sup>2</sup>/h, esto representa una pérdida del 8,73% menos de lo que se tenía establecido para el costo de mano de obra. El material utilizado por esta cuadrilla fue de 9,34 kg de cemento, 0,029 m<sup>3</sup> de arena fina y 0,012 m<sup>3</sup> de agua, para la elaboración de la mezcla de enlucido; esto representa 3,46% más de lo establecido en el análisis de precio para el costo de materiales. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$5,38. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$5.06), se obtiene una pérdida de 6,32% del costo directo del rubro.

### Cuadrilla N°3 de Enlucido

#### c. Distribución del personal utilizado

La cuadrilla N°3 se encuentra distribuida de la misma manera que la cuadrilla N°2 por 3 albañiles y 1 ayudante. En la Figura 4.31. se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.31.** Distribución de Cuadrilla N°3 Enlucido en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### d. Muestreo del rubro de enlucido de fachada

El día 14 de junio del 2016, se realizó la Carta de Balance de Campo para la cuadrilla N°3 de enlucido; la medición empezó a las 08:20 am y terminó

a las 14:30 pm. Esta cuadrilla realizó 32,15 m<sup>2</sup> en un tiempo de 337 minutos. En este tiempo total no se tomó en cuenta la hora de almuerzo de los trabajadores.

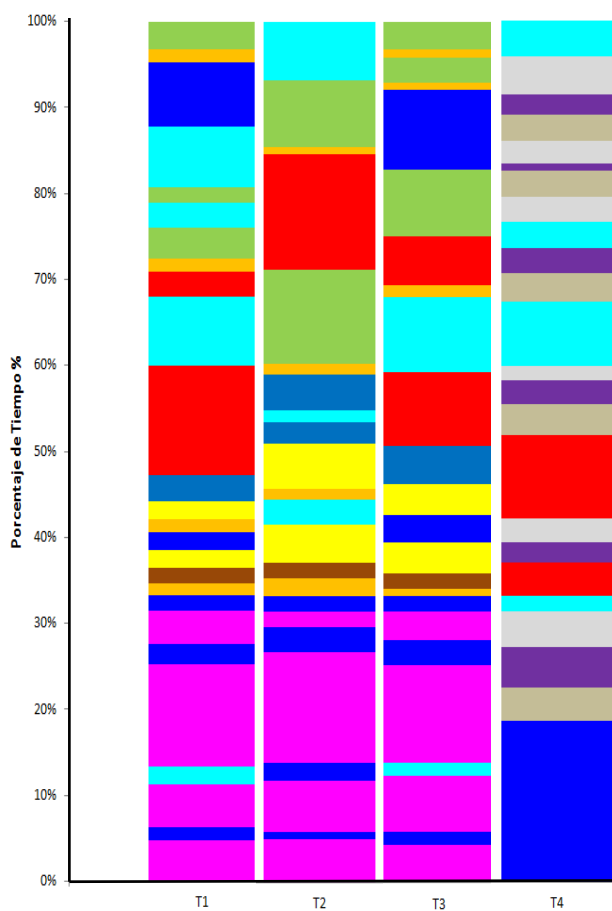
#### **e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados**

Las columnas T1, T2 y T3 del Gráfico 4.40 representan a los albañiles mientras que T4 es el ayudante. Se observa en el Gráfico 4.40, que un gran porcentaje de tiempo se lo utilizó para armar andamios, esto se debe a que los trabajadores tuvieron que ir a buscar las cañas, maderas desde un lugar apartado, además estuvieron un poco lentos al realiza ese trabajo. También se observa muchos intervalos de tiempo de Ausente de los trabajadores; entre las razones de esto se debe a que fueron a realizar sus necesidades biológicas, fueron a comprar comidas y bebidas entre otros. También se observan porcentajes de tiempo de No Trabaja debido a que estuvieron descansando por momentos mientras tomaban colas y conversaban.

**Tabla XX.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°3 Enlucido

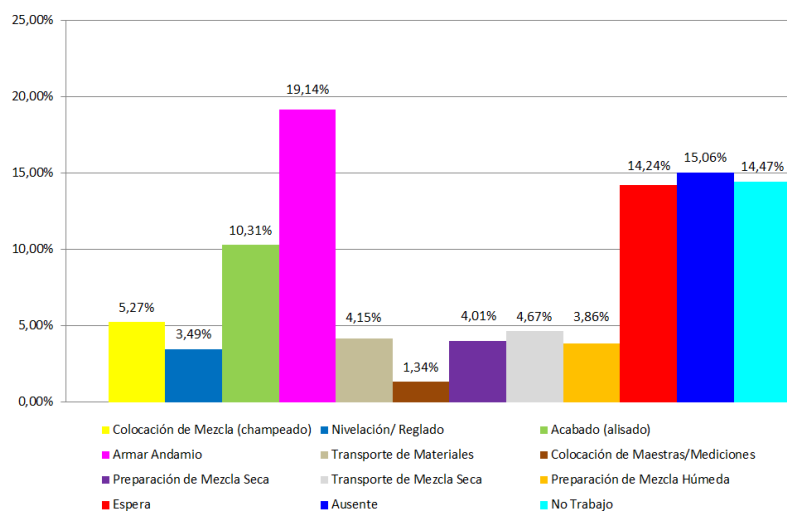
T.P.	Colocación de Mezcla (champeado)	Yellow
T.P.	Nivelación/ Reglado	Blue
T.P.	Acabado (alisado)	Green
T.C.	Armar Andamio	Magenta
T.C.	Transporte de Materiales	Brown
T.C.	Colocación de Maestras/Mediciones	Dark Brown
T.C.	Preparación de Mezcla Seca	Purple
T.C.	Transporte de Mezcla Seca	Grey
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Orange
T.N.C.	Espera	Red
T.N.C.	Ausente	Dark Blue
T.N.C.	No Trabajo	Cyan
T.N.C.	Realizar Otras Actividades	Black

*Fuente: Elaborado por los autores*



**Gráfico 4.40.** Carta de Balance Cuadrilla N°3 Enlucido  
Fuente: Elaborado por los autores

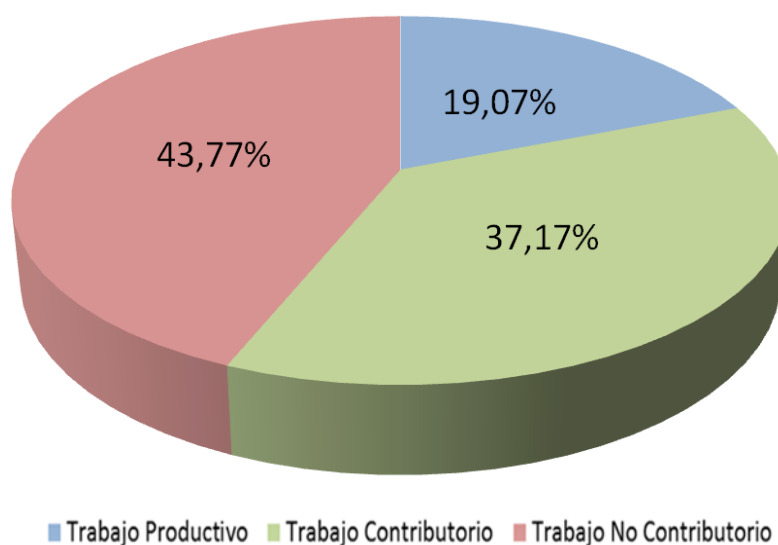
Las actividades con porcentajes más representativas son Armar Andamio con 19,14% y Espera, Ausente y No Trabaja con 14,24%, 15,06% y 14,47% respectivamente; con lo explicado anteriormente se resumen todos estos porcentajes elevados.



**Gráfico 4.41.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°3 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Un alto porcentaje de Trabajo No Contributorio se observa en el Gráfico 4.42, además de un bajo porcentaje de Trabajo Productivo por parte de esta cuadrilla. Si se realiza una comparativa con la cuadrilla 2, los niveles de actividad productiva son casi el 10% menos y los del trabajo no Contributorio son un 10% más.





**Gráfico 4.42.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°3 Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

El nivel de actividad real promedio de la cuadrilla es de 66,05% como se muestran en la Tabla XXI, esto indica que, en promedio, casi el 35% no se trabajó, disminuyendo la producción de esta cuadrilla. El nivel de actividad relativo promedio de esta cuadrilla es del 56,23%, lo que quiere decir que aproximadamente el 45% esta cuadrilla estuvo ausente o realizando otra actividad, lo cual no contribuyó para realiza el trabajo.

**Tabla XXI.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°3 Enlucido

Recursos	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	57,69%	73,31%	70,07%	63,14%	66,05%
Coeficiente de Participación	0,85	0,92	0,81	0,81	0,85
Nivel de actividad Relativo	48,96%	67,66%	56,97%	51,34%	56,23%

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### **f. Análisis de Costo**

Esta cuadrilla está conformada por 3 albañiles y 1 ayudante, la cual se divide para hacer un análisis individual, de esta manera se tiene 1 albañil y 0,33 de ayudante, los cuales tienen un rendimiento de 1,43 m<sup>2</sup>/h, lo que provoca una pérdida del 14,55%, menos de lo que se tenía previsto para el costo de mano de obra. El material utilizado por esta cuadrilla fue de 12,95 kg de cemento, 0,041 m<sup>3</sup> de arena fina y 0,02 m<sup>3</sup> de agua, para la elaboración de la mezcla de enlucido; esto representa un aumento del 33,77% más de lo establecido en el análisis de precio; es decir, se obtuvo una pérdida. De igual manera que la cuadrilla anterior, los recipientes donde realizaban la mezcla se escurría por orificios. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$7,23. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$5.06), se obtiene una pérdida de 42,89% del costo directo del rubro.

#### 4.3.4.3. Cerámica

El siguiente rubro a analizar es la cerámica, en donde se tomará en cuenta 3 cuadrillas. Así mismo, como se realizó para mampostería, los puntos a y b, que se describen a continuación, sirven para el análisis de las 3 cuadrillas; mientras que los demás puntos son específicos para el análisis de cada cuadrilla. El último punto que se refiere a mejoras y la descripción de la Carta de Balance Ideal se realizará una luego de haber realizado todo el análisis.

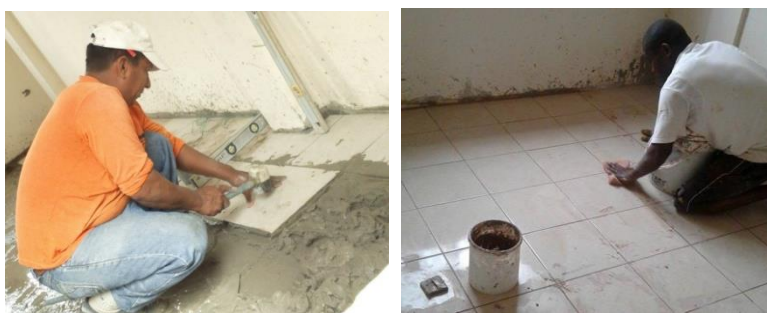
##### **a. Reconocimiento e identificación de las actividades productivas, contributorias y no contributorias.**

Primero es importante conocer el proceso constructivo, por lo cual se debe hacer un reconocimiento de campo de las actividades que se realizan en la ejecución de la instalación de cerámica, para de esa manera poder clasificar las actividades como productivas, contributorias y no contributorias. En la tabla XXII, se muestran las actividades clasificadas.

**Tabla XXII.** Actividades de cerámica clasificadas por el tipo de trabajo

Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo No Contributorio
Colocación cerámica con mortero Emporar	Limpieza de área de trabajo Nivelación/Mediciones Preparar mortero Recortar cerámica Transporte de Materiales	Espera Ausente No Trabaja

**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 4.32.** Trabajo Productivo Cerámica

**Fuente:** Tomada por los autores

**Figura 4.33.** Trabajo Contributorio Cerámica

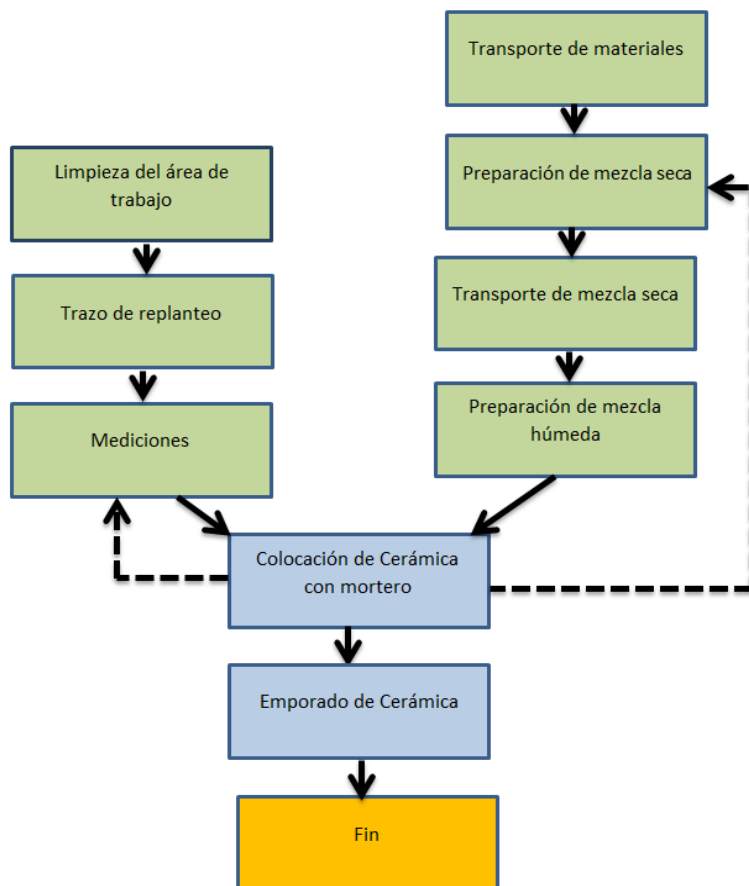
**Fuente:** Tomada por los autores



**Figura 4.34.** Trabajo No Contributorio Cerámica  
**Fuente:** Tomada por los autores

**b. Descripción del flujo de proceso.**

Con las actividades descritas anteriormente, se procede a realizar el flujo de proceso para el rubro de cerámica. En la Figura 4.35 se observa el flujo de proceso, que es similar al de mampostería



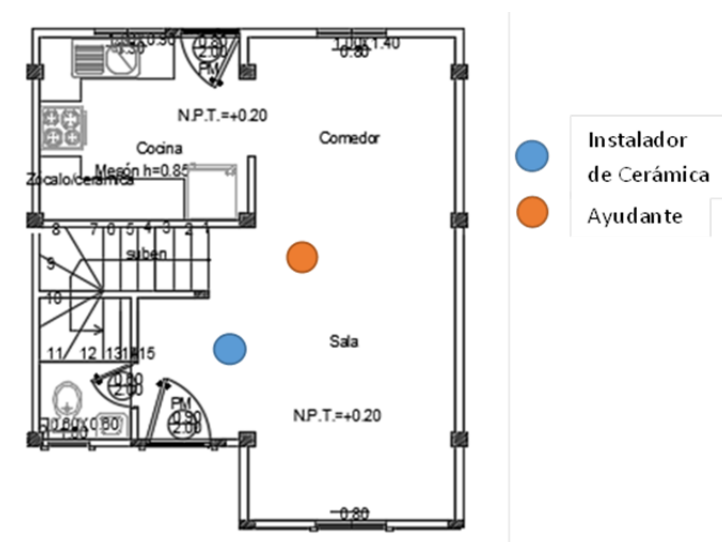
**Figura 4.35.** Flujo del Proceso de Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

### Cuadrilla N°1 de Cerámica

#### c. Distribución del personal utilizado

La cuadrilla N°1 está conformada por 1 instalador de cerámica y 1 ayudante, los cuales realizan el trabajo de la planta baja de la casa modelo

Leonor. El instalador de cerámica es el encargado de colocar las piezas de cerámica en el piso, mientras el ayudante se encarga de acarrear el material y preparar la mezcla. En la Figura 27 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.36.** Distribución de Cuadrilla N°1 Cerámica en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### d. Muestreo del rubro de cerámica

La Carta de Balance para la cuadrilla N°1 de cerámica se desarrolló entre los días 15 y 16 de junio del 2016, la cual consistió en el revestimiento de piso con cerámica de la casa modelo Leonor de la Urbanización Villa España 2. La mayor parte de la medición se realizó a las 08:45 am hasta las 12:09 pm, en donde se colocaron 2,91 m<sup>2</sup> de cerámica; y se continuó el

emporado al día siguiente entre las 10:06 am y 10:21 am, el tiempo total fue de 219 minutos.

#### f. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados

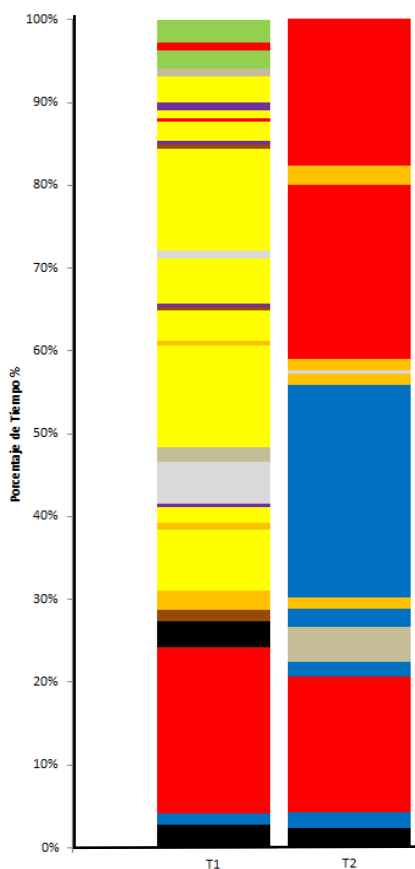
En la tabla XXIII se muestran las actividades de colocación de cerámica, en donde están identificadas por los colores, los del lado derecho, los cuales se presentan en la Carta de Balance de campo para la cuadrilla 1 de cerámica que se muestra en el Gráfico 4.43. Los colores del lado izquierdo sirven para identificar como actividades productivas, contributorias y no contributorias

**Tabla XXIII.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°1 Cerámica

T.P.	Colocación de Cerámica con Mortero	Yellow
T.P.	Emporar	Light Green
T.C.	Limpieza del Área de Trabajo	Black
T.C.	Nivelación/Mediciones	Brown
T.C.	Preparar Mortero	Orange
T.C.	Recortar Cerámica	Purple
T.C.	Transporte de Materiales	Light Brown
T.N.C.	Espera	Grey
T.N.C.	Ausente	Blue
T.N.C.	No Trabaja	Red

**Fuente:** Elaborado por los autores

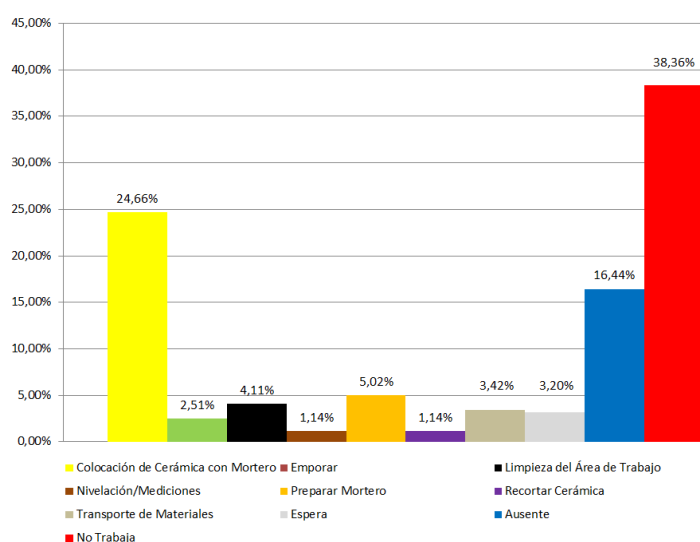




**Gráfico 4.43.** Carta de Balance Cuadrilla N°1 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

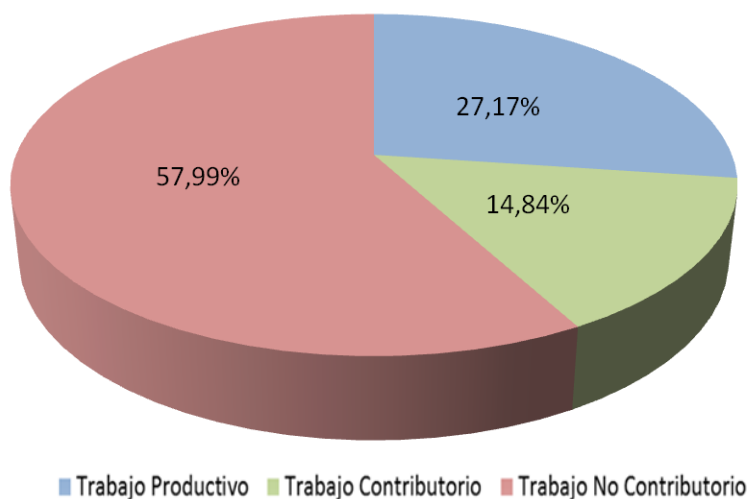
En el Gráfico 4.43, la columna T1 representa al instalador de cerámica, mientras que la columna de T2 representa al ayudante. Se observan en el gráfico que al inicio hay un gran porcentaje de No Trabaja por parte de ambos trabajadores, esto se debe a que en ese porcentaje de tiempo el maestro les vino a recriminar sobre un trabajo mal realizado, mientras que los trabajadores le reclamaban sobre los pagos y hubo una discusión entre todos. Para T2 se

observa que hay un gran porcentaje de tiempo de Ausente y No Trabaja, esto se debe a que se ausentaba sin razón alguna y cuando regresaba, el instalador de cerámica (T1) le reclamaba puesto que no lo estaba ayudando; cuando el ayudante estaba dispuesto a trabajar, el instalador de cerámica no se lo permitió, debido a que decía que no requería de sus servicios.



**Gráfico 4.44.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°1 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Las razones explicadas anteriormente, se pueden apreciar en el Gráfico 4.44, en donde la actividad de No Trabaja es la más representativa, con un 38,36%. Luego de esto está la actividad de colocación de cerámica con mortero con un 24,66%, seguido con un 16,44% para Ausente.



**Gráfico 4.45.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°1 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.45 se observa que hay un gran porcentaje de Trabajo No Contributorio, aproximadamente un 58%, esto se debe al gran porcentaje de tiempo de No Trabaja y Ausente por parte del ayudante, además de la discusión entre maestro y trabajador; lo que ocasiona que esta cuadrilla sea poco productiva con un 27,17%.

En la tabla XXIV se aprecia los niveles de actividad y coeficiente de participación observados para la cuadrilla N°1 de cerámica, en donde se observan niveles regulares para el instalador de cerámica, y niveles bajos para el ayudante. El promedio entre estos dos trabajadores real y relativo menos al 50%. Con los coeficientes de participación se observa que el ayudante no estuvo una mayor parte del tiempo contribuyendo para realizar la actividad.

**Tabla XXIV.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°1 Cerámica

Recursos	T1	T2	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	72,22%	18,67%	45,44%
Coeficiente de Participación	0,99	0,68	0,84
Nivel de actividad Relativo	71,23%	12,79%	42,01%

Fuente: Elaborado por los autores

#### f. Análisis de Costo

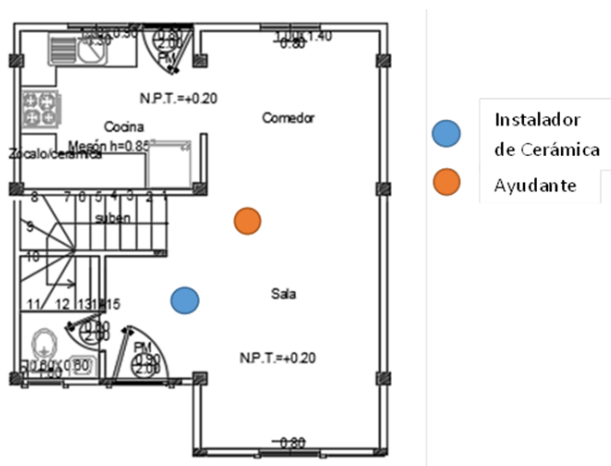
Para el rubro de cerámica se establece el Análisis de Precio Unitario, el cual indica una cuadrilla conformada por 1 instalador de cerámica, 1 peón, y un porcentaje del maestro de obra, los cuales deben rendir 2,38 m<sup>2</sup>/h. La cuadrilla N°1 está conformada por 1 instalador y 1 peón, los cuales tienen un rendimiento de 0,43 m<sup>2</sup>/h, esto representa una pérdida de 475,68% menos de lo que se tenía previsto; esto se debe al bajísimo rendimiento de esta cuadrilla por culpa del ayudante y también por una discusión previa entre el instalador de cerámica y el maestro debido a un descuento de su paga por un trabajo mal realizado, que según el instalador era injusto. Del Análisis de Precio Unitario presupuestado, también se obtiene que se utilicen 9 kg de cemento, 0,020 m<sup>3</sup> de arena fina, 0,020 m<sup>3</sup> de agua, 1,08 m<sup>2</sup> de cerámica, 0,10 fundas de porcelana y 6 unidades de separadores; mientras que de lo observado se tiene que se utilizó 1,92 m<sup>2</sup> de cerámica, 0,057 m<sup>3</sup> de arena, 50,75 Kg de cemento, 0,07 m<sup>3</sup> de agua, 0,05 fundas de porcelana y 14 separadores de cerámica; esto representa 138,31% más de lo que se tenía previsto para el costo de

materiales. El costo del material se eleva debido a una mala preparación de la mezcla, puesto que, la dosificación del mortero es de 1:2, lo que quiere decir que por cada saco de cemento se debería usar 0,128 m<sup>3</sup> de arena, transformando esto a los recipientes que utilizan en obra para transportar la arena, equivale a 7 canecas de arena, y esta cuadrilla utilizaba por cada saco de cemento, 2 canecas de arena, ocasionando que la mayor parte de la mezcla sea cemento encareciendo el costo de los materiales utilizados para realizar la actividad. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$36,20. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$11.00), se obtiene una pérdida de 229,09% del costo directo del rubro.

### **Cuadrilla N°2 de Cerámica**

#### **c. Distribución del personal utilizado**

De la misma manera que la cuadrilla N°1, se encuentra conformada la cuadrilla N°2, quienes realizaron la planta baja de la casa modelo Leonor. En la Figura 4.37 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.37.** Distribución de Cuadrilla N°2 Cerámica en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### d. Muestreo del rubro de cerámica

La Carta de Balance para la cuadrilla N°2 de cerámica se desarrolló entre los días 16 y 17 de junio del 2016, en el día 16 entre las 10:19 am y 11:42 am se realizó la colocación de las cerámicas, y el 17 de junio entre las 09:25 am y 09:47 am se realizó el emporado. La actividad se realizó en un tiempo total de 105 minutos, colocando 2,16 m<sup>2</sup> de cerámica.

#### e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados

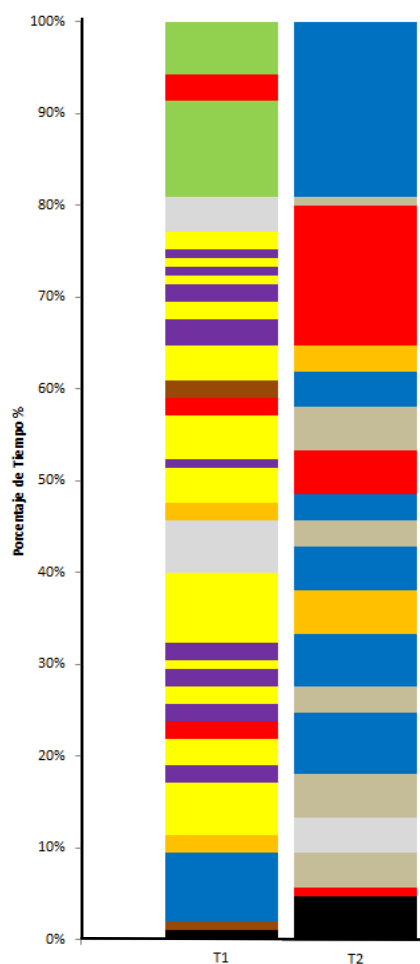
De la misma manera que en el análisis de la cuadrilla 1, se muestra la tabla XXV, en donde están las actividades identificadas por colores.

En el Gráfico 48 se muestran 2 columnas de T1 y T2, en donde T1 representa al instalar de cerámica y T2 al ayudante. En el gráfico se observa que para T2 hay mucho porcentaje de tiempo de Ausente y otro porcentaje que No Trabaja.

**Tabla XXV.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°2 Cerámica

T.P.	Colocación de Cerámica con Mortero	Yellow
T.P.	Emporar	Light Green
T.C.	Limpieza del Área de Trabajo	Black
T.C.	Nivelación/Mediciones	Brown
T.C.	Preparar Mortero	Orange
T.C.	Recortar Cerámica	Purple
T.C.	Transporte de Materiales	Tan
T.N.C.	Espera	Grey
T.N.C.	Ausente	Blue
T.N.C.	No Trabaja	Red

**Fuente:** Elaborado por los autores

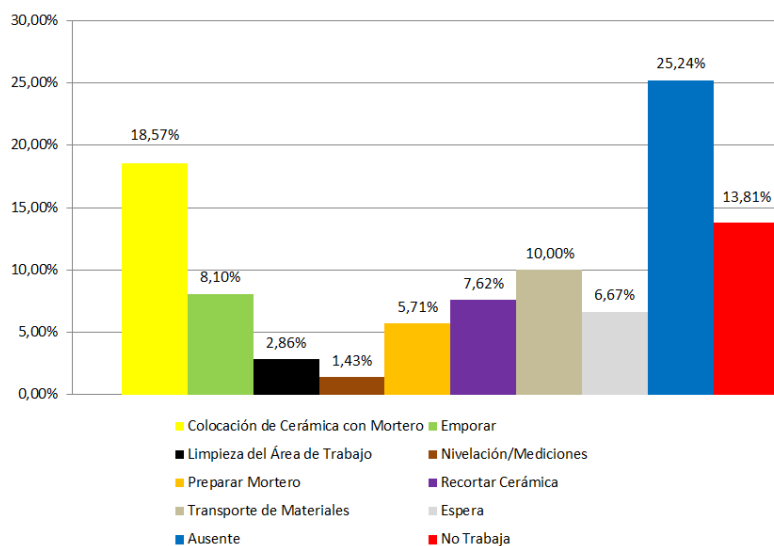


**Gráfico 4.46.** Carta de Balance Cuadrilla N°2 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Del Gráfico 4.47, se observa que los porcentajes que predominan son con un 25,24% Ausente, 18,57% para colocación de cerámica con mortero y 13,81% de No Trabaja. Los porcentajes de No Trabaja y de Ausente son debidos en mayor proporción por el ayudante, quién solo pasaba conversando y distrayendo al instalador de cerámica, lo que genera que no contribuya mucho

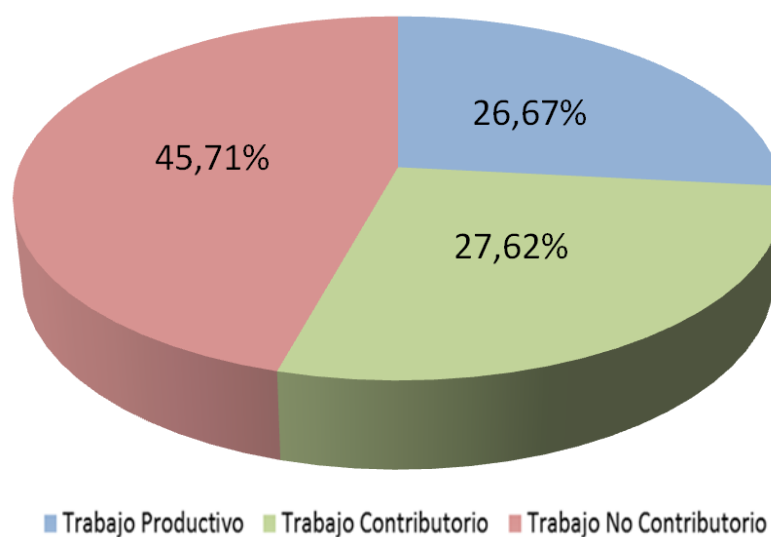


en el desarrollo de la actividad; también se observa un porcentaje de tiempo para recorte de cerámica, esto es debido a la geometría del lugar.



**Gráfico 4.47.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°2 Cerámica  
Fuente: Elaborado por los autores

Como se puede observar en el gráfico 4.48, el Trabajo No Contributorio es el que más porcentaje tiene con un 45,71%, y el Trabajo Productivo y Contributorio tienen similar porcentaje, 26,67% y 27,62% respectivamente. El gran porcentaje de Trabajo No Contributorio ocasiona que se disminuya la producción, lo que quiere decir que es tiempo está siendo desaprovechado, en mayor parte por un ayudante que casi no aporta nada, y más bien disminuye el rendimiento de la cuadrilla.



**Gráfico 4.48.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°2 Cerámica  
Fuente: Elaborado por los autores

Como se observa en la tabla XXVI, los niveles de actividad real y relativo del instalador son aceptables; sin embargo, el ayudante tiene bajos niveles, lo que ocasiona que en general esos niveles estén alrededor del 60%. Y con respecto al coeficiente de participación, el instalador de cerámica está prácticamente realizando toda la actividad, mientras que el ayudante solo está la mitad del tiempo aproximadamente.

**Tabla XXVI.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°2 Cerámica

Recursos	T1	T2	PROMEDIO
Niveles de Actividad Real	82,47%	56,67%	69,57%
Coeficiente de Participación	0,92	0,57	0,75
Nivel de actividad Relativo	76,19%	32,38%	54,29%

Fuente: Elaborado por los autores

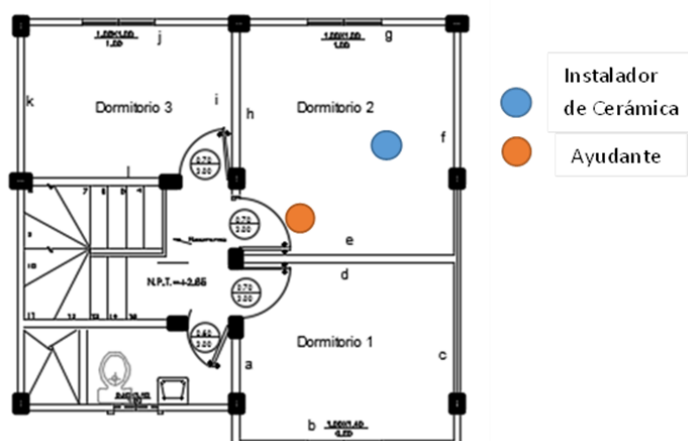
#### **f. Análisis de Costo**

La cuadrilla N°2 está conformada por 1 instalador y 1 peón, los cuales tienen un rendimiento de 0,62 m<sup>2</sup>/h, que representa una pérdida de 299,32% menos de lo que se tenía establecido para el costo de mano de obra, de igual manera que la cuadrilla anterior, el ayudante casi no ayudó al instalador. Durante la medición se observó que se utilizó 1,88 m<sup>2</sup> de cerámica, 0,021 m<sup>3</sup> de arena, 23,15 Kg de cemento, 0,04 m<sup>3</sup> de agua, 0,08 fundas de porcelana y 10 separadores de cerámica; esto representa 77,86% más de lo que se tenía presupuestado para el costo de mano de obra de este rubro. De la misma manera que la cuadrilla 1, se prepara mal el material, y además no reutilizan los recortes de cerámica sobrantes. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$26,12. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$11.00), se obtiene una pérdida de 137,45% del costo directo del rubro.

### Cuadrilla N°3 de Cerámica

#### c. Distribución del personal utilizado

La cuadrilla N°3 está conformada por 1 instalador de cerámica y 1 ayudante, los cuales realizan el trabajo de la planta alta de la casa modelo Sofía. En la Figura 4.38 se muestra la distribución en el área de trabajo de esta cuadrilla.



**Figura 4.38.** Distribución de Cuadrilla N°3 Cerámica en el área de trabajo  
**Fuente:** Plano Urbanización Villa España 2

#### d. Muestreo del rubro de cerámica

La Carta de Balance para la cuadrilla N°3 de cerámica se desarrolló entre los días 20 y 21 de junio del 2016, en donde el primer día entre las 13:20 pm y 14:29 pm, se colocó la cerámica de piso en la casa modelo Sofía de la

Urbanización Villa España 2, mientras que el segundo día entre las 09:12 am y 09:36 am se realizó el emporado. Esta cuadrilla realizó 2,46 m<sup>2</sup> de cerámica de piso en un tiempo de 88 minutos.

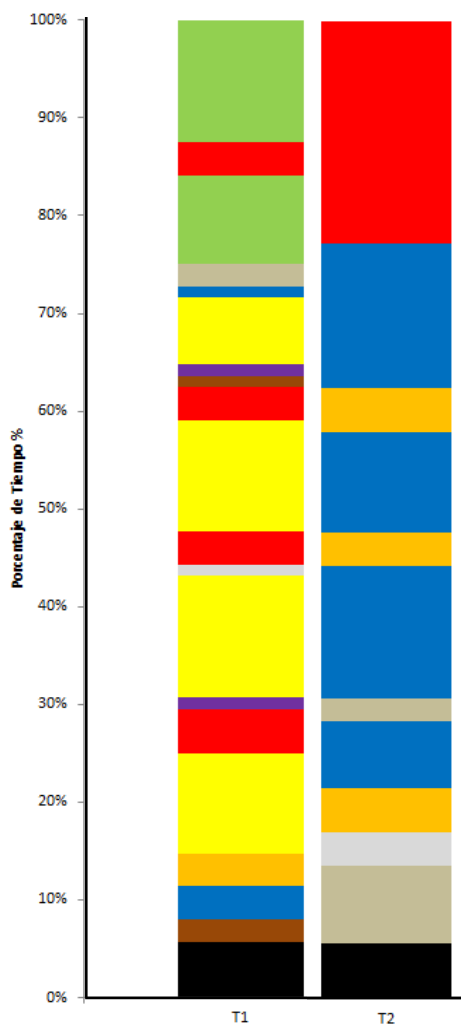
#### e. Resultados, Gráficos y Análisis de Resultados

En el Gráfico 4.49, T1 representa al instalador de cerámica mientras que T2 representa al ayudante. Así como en las otras cuadrillas, el ayudante casi no aportó nada, ya que estuvo ausente y no trabajaba como se muestra en el gráfico. El porcentaje de tiempo de no trabaja por parte del instalador de cerámica se debe a que recién había almorzado y se tomaba sus intervalos de descanso y al igual que en las cuadrillas anteriores, el ayudante se ausentaba dejando todo el trabajo al instalador de cerámica.

**Tabla XXVII.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla N°3 Cerámica

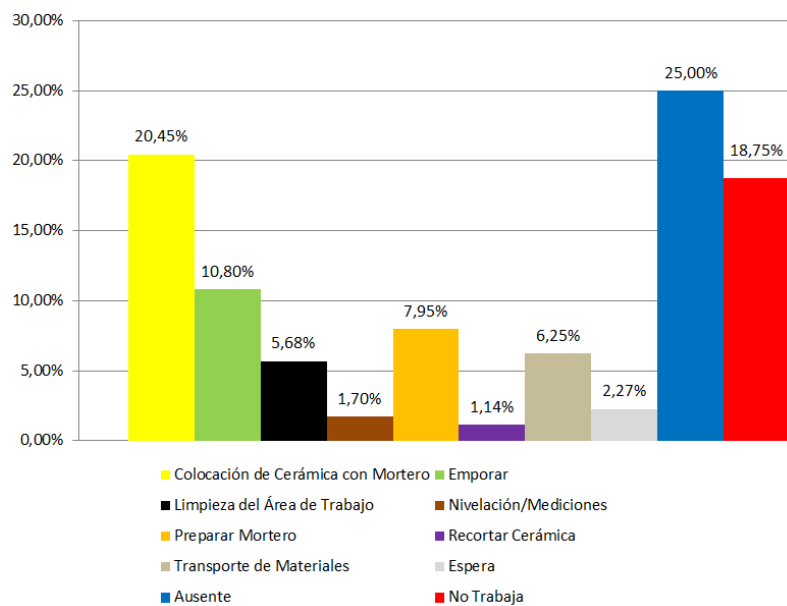
T.P.	Colocación de Cerámica con Mortero	Yellow
T.P.	Emporar	Light Green
T.C.	Limpieza del Área de Trabajo	Black
T.C.	Nivelación/Mediciones	Brown
T.C.	Preparar Mortero	Yellow
T.C.	Recortar Cerámica	Purple
T.C.	Transporte de Materiales	Light Brown
T.N.C.	Espera	Light Gray
T.N.C.	Ausente	Blue
T.N.C.	No Trabaja	Red

**Fuente:** Elaborado por los autores



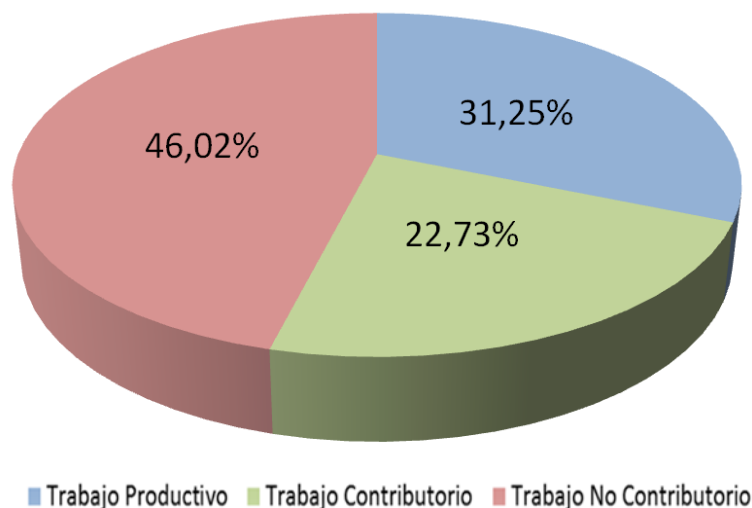
**Gráfico 4.49.** Carta de Balance Cuadrilla N°3 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

El problema de ausentismo y de no trabaja se repita como en las dos cuadrillas anteriores evidenciándose un bajo aporte por parte del ayudante y ocasionando malestar por parte del instalador.



**Gráfico 4.50.** Porcentajes de Tiempo de Actividades para Cuadrilla N°3 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

En el Gráfico 4.51, se muestra que el porcentaje de tiempo para el Trabajo No Contributorio corresponde a casi la mitad del tiempo total de la actividad, esta cuadrilla tiene un mayor porcentaje de Trabajo Productivo con un 31,25%



**Gráfico 4.51.** Niveles de Actividad para Cuadrilla N°3 Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Los niveles de actividad real y relativo promedio para esta cuadrilla son de 67,71% y 53,98% respectivamente, lo cual indica que son valores bajos para esta cuadrilla, lo que es ocasionada por un mal desempeño del ayudante como ha sucedido con otras cuadrillas.

**Tabla XXVIII.** Niveles de Actividad y Coeficiente de Participación observados de la Cuadrilla N°3 Cerámica

Recursos	T1	T2	PROMEDIO
<b>Niveles de Actividad Real</b>	83,33%	52,08%	67,71%
<b>Coeficiente de Participación</b>	0,95	0,55	0,75
<b>Nivel de actividad Relativo</b>	79,55%	28,41%	53,98%

**Fuente:** Elaborado por los autores



#### **f. Análisis de Costo**

La cuadrilla N°3 está conformada por 1 instalador y 1 peón, los cuales tienen un rendimiento de 0,84 m<sup>2</sup>/h, esto representa una pérdida de 194,26% menos de lo establecido para el costo de mano de obra; este rendimiento es bajísimo, ocasionando que el valor de la mano de obra se eleva sustancialmente. De lo observado se tiene que se utilizó 1,06 m<sup>2</sup> de cerámica, 0,021 m<sup>3</sup> de arena, 8,75 Kg de cemento, 0,030 m<sup>3</sup> de agua, 0,07 fundas de porcelana y 16 separadores de cerámica; esto representa 4,60% menos de lo que se tenía previsto para el costo de materiales; es decir está dentro del rango de desperdicio. Si se considera para obtener el costo directo del rubro sólo el costo de mano de obra y material, teniendo como constante el costo de herramientas menores y transporte, se obtiene para la cuadrilla observada un valor de \$16,38. Si se compara ese valor con el del análisis de precios establecido (\$11.00), se obtiene una pérdida de 48,91% del costo directo del rubro.

#### 4.3.5. Resumen de todos los rubros

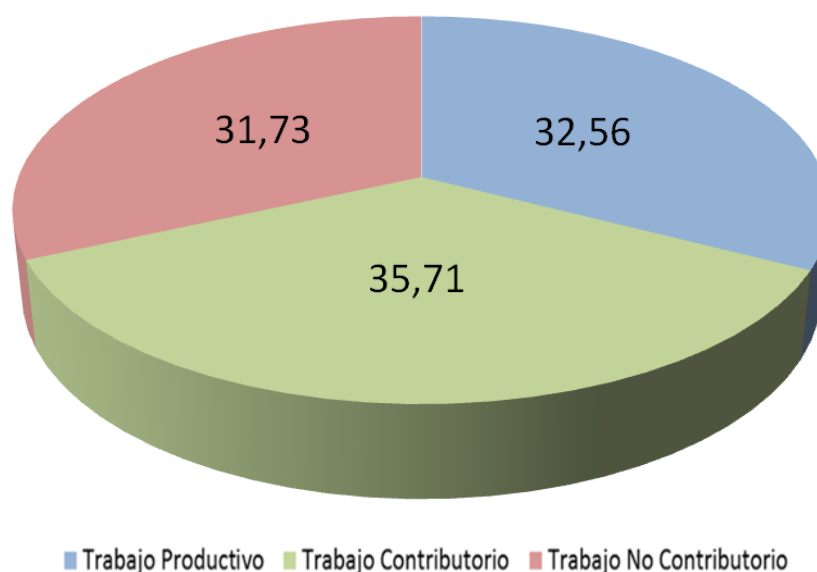
##### 4.3.5.1. Mampostería

Luego de haber realizado el análisis de cada cuadrilla de mampostería, se procede a realizar un análisis conjunto para obtener resultados generales del rubro de mampostería; con lo cual se realiza un promedio ponderado a través de los tiempos totales y los niveles de actividad de las Cartas de Balance de cada cuadrilla. En la Tabla XXIX se resumen los resultados obtenidos. Al comparar los resultados promedios obtenidos de todas las cuadrillas de Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio con los resultados de la investigación de Serpell 2002, se tiene que el trabajo Contributorio si está dentro de lo establecido; sin embargo, el trabajo productivo es ligeramente inferior con un 5,4%, ya que este valor está añadido al trabajo no Contributorio; pero en general los resultados son aceptables. Aunque es imposible tener un 0% de Trabajo No Contributorio debido a que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso, se deben tratar de tener niveles de trabajo no Contributorio bajos, como el que se observó para la cuadrilla N°1 del 20%. A pesar que los resultados son aceptables, de acuerdo a Vilca 2014, indica que, para alcanzar resultados óptimos en los cumplimientos de los rendimientos establecidos, es necesario alcanzar porcentajes de Trabajos Productivos mayores al 40%.

**Tabla XXIX.** Niveles de Actividad Promedio para Mampostería

Cuadrilla	Trabajo Productivo (%)	Trabajo Contributorio (%)	Trabajo No Contributorio (%)	Tiempo Total (minutos)
1	34,08	45,92	20	71
2	36,74	33,33	29,92	88
3	28,57	31,37	40,06	119
<b>Promedio</b>	<b>32,56</b>	<b>35,71</b>	<b>31,73</b>	

Fuente: Elaborado por los autores

**Gráfico 4.52.** Niveles de Actividad Promedio para Mampostería

Fuente: Elaborado por los autores

De igual manera, se realiza un promedio ponderado mediante los tiempos totales de la actividad, y los niveles de actividad real, niveles de actividad relativos y coeficiente de participación, para de esta manera obtener unos resultados globales para el rubro de mampostería. En la Tabla XXX se muestran los resultados. Los valores de nivel de actividad real indican cuanto

porcentaje de tiempo trabaja la cuadrilla, estos valores son regulares y podrían ser más óptimos, ya que existe un 32% de tiempo del cual no se está produciendo debido a trabajadores se ponen a conversar; mientras que el nivel de actividad relativo, es aquel porcentaje de tiempo en el cual se trabaja considerando las ausencias de los trabajadores; es decir que en un 32% de tiempo, los trabajadores se ausentan por ir a comprar bebidas, comidas, etc.

**Tabla XXX.** Niveles de Actividad Real, Relativo y Coeficiente de Participación Promedio para Mampostería

Cuadrilla	Nivel de Actividad Real (%)	Coeficiente de Participación	Nivel de Actividad Relativo (%)	Tiempo Total (minutos)
1	83,31	0,96	80	71
2	76,63	0,91	70,08	88
3	75,05	0,8	59,94	119
<b>Promedio</b>	77,66	0,88	68,27	

**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla XXXI, se muestra los tiempos, cantidad producida y la productividad de cada cuadrilla, además de los porcentajes de ganancias/pérdidas de mano de obra, materiales y del costo directo del rubro. La productividad se mide mediante una razón entre las horas-hombre utilizadas y la cantidad de trabajo realizado (hh/m<sup>2</sup>). La productividad de la cuadrilla N°1 es la mayor, debido a que se utilizan menos horas-hombres para producir 1 m<sup>2</sup> de pared; esto se debe a que esta cuadrilla se sintió supervisada, por lo que realizaron su mejor esfuerzo, en comparación de las otras dos cuadrillas, las cuales no trabajaron

por momentos. Las otras dos cuadrillas tuvieron productividades menores a la cuadrilla tipo del análisis de precios establecido que es de 0,40; a pesar de eso, se tuvieron ganancias por rendimientos que fueron bajas en comparación con la cuadrilla N°1. La alta productividad se debe al trabajo en equipo de las cuadrillas, ya que 3 trabajadores pueden hacer 4 veces el trabajo de una persona, sin embargo, 4 trabajadores individuales pueden hacer 4 veces el trabajo de una persona, lo que genera que se disminuya el personal para realizar una actividad; con esto, se logra una ganancia promedio por mano de obra de 12,81%.

Un factor a tomar en cuenta es la supervisión a los trabajadores, puesto que, de esta manera los trabajadores podrán rendir más; esto se observa al comparar la productividad que se obtuvo entre la cuadrilla 1 y las otras dos cuadrillas, debido a que fue aproximadamente 30% más productiva. También se observa que la cantidad de material que utilizan las cuadrillas es menor al que se presupuesta, estando dentro del margen de desperdicio. Con respecto a la productividad, pueden ser buenos, sin embargo, se observó que muchas veces no se seguía con el procedimiento constructivo correcto como, por ejemplo, la poca verificación de alineamiento vertical y horizontal de la pared, o chicotes que estaban doblados, lo que podría ocasionar que a futuro se tenga que volver a realizar el trabajo; y esto sería una pérdida para la empresa por rehacer trabajos. Los trabajadores por querer realizar más rápido las

actividades, no realizan adecuadamente el proceso constructivo, disminuyendo la calidad de la construcción y por lo tanto restando valor a la misma.

En general, se obtuvo una ganancia promedio de mampostería de 5,93% del costo directo del rubro.

**Tabla XXXI.** Resumen de Análisis de Costo Mampostería

Cuadrilla	Cantidad Realizada m2	Tiempo Total (min)	Productividad (HH/m2)	Ganancia/Pérdida Mano de Obra	Ganancia/ Pérdida Materiales	Ganancia/ Pérdida del Costo Directo
1	16,76	71	0,35	22,50%	3,52%	10,15%
2	9,4	88	0,47	5,31%	0,84%	2,40%
3	13,39	119	0,44	10,63%	2,35%	5,24%
		<b>Promedio</b>	<b>0,42</b>	<b>12,81%</b>	<b>2,24%</b>	<b>5,93%</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### 4.3.5.2. Enlucido de Fachada

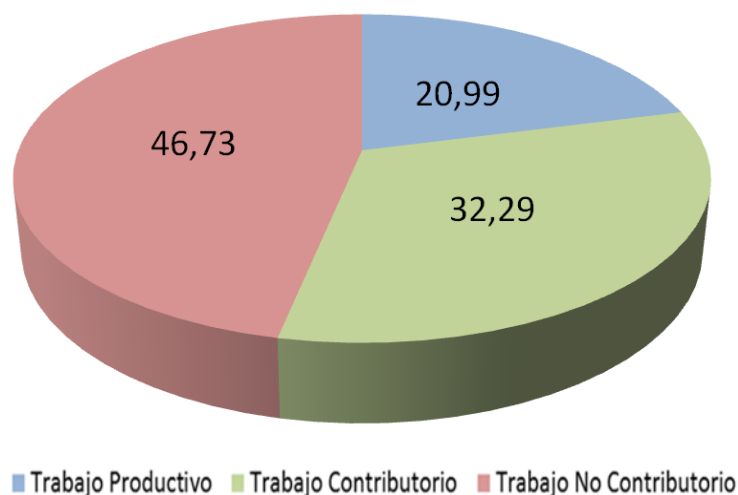
De la misma manera que se realizó para el rubro de mampostería, se realiza un promedio ponderado para Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio para todas las cuadrillas, los cuales se muestran en la tabla XXXII. En el Gráfico 4.53, se muestran los resultados obtenidos; en donde el Trabajo No Contributorio es el que más porcentaje tiene con un 46,73% seguido del Trabajo Contributorio con 32,29% y finalmente un Trabajo Productivo del 20,99%. Al realizar una comparativa con los porcentajes promedio de Trabajo Productivo (38%), Contributorio (36%) y No Contributorio

(26%) de la investigación de Serpell 2002, se tiene que solamente el trabajo Contributorio está cercano a esos valores, el Trabajo No Contributorio excede en un 20%. Uno de los motivos por el cual el Trabajo No Contributorio tiene un porcentaje elevado es que los trabajadores estuvieron utilizando gran parte de su tiempo para hacer otras actividades que no contribuyen a la producción del rubro analizado, además de mucho tiempo de ausencia por ir a comprar comidas y bebidas a una tienda cercana, además de tener una gran incidencia el tiempo de espera por materiales al inicio de la jornada de trabajo; todos estos factores inciden directamente en el Trabajo No Contributorio, lo que provoca que se disminuya el tiempo de Trabajo Productivo.

**Tabla XXXII.** Niveles de Actividad Promedio para Enlucido

<b>Cuadrilla</b>	<b>Trabajo Productivo (%)</b>	<b>Trabajo Contributorio (%)</b>	<b>Trabajo No Contributorio (%)</b>	<b>Tiempo Total (minutos)</b>
1	19,01	26,31	54,68	484
2	27,56	37,4	35,04	244
3	19,07	37,17	43,77	337
<b>Promedio</b>	20,99	32,29	46,73	

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.53.** Niveles de Actividad Promedio para Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Se realiza también un promedio ponderado para los niveles de actividad real y relativa, además del coeficiente de participación de todas las cuadrillas que se muestran en la tabla XXXIII. El nivel de actividad real promedio es del 66%, esto quiere decir que en un 44% no se realizó trabajo que contribuya a la realización del rubro de enlucido, lo que afecta directamente a que se produzca menos de lo establecido para este rubro. Con el nivel de actividad relativo promedio de las cuadrillas, se obtiene que aproximadamente en un 47% del tiempo, no se trabajó; es decir, hubo mucho tiempo de ausencias y de realizar otras actividades las cuales mermaron la productividad de la cuadrilla.



**Tabla XXXIII.** Niveles de Actividad Real, Relativo y Coeficiente de Participación Promedio para Enlucido

Cuadrilla	Nivel de Actividad Real (%)	Coeficiente de Participación	Nivel de Actividad Relativo (%)	Tiempo Total (minutos)
1	57,48	0,79	45,32	484
2	82,86	0,79	64,96	244
3	66,05	0,85	56,23	337
<b>Promedio</b>	66,01	0,81	53,27	

**Fuente:** Elaborado por los autores

En la tabla XXXIV se muestran productividades, tiempos, cantidad realizada y ganancias/pérdidas de mano de obra, materiales y del Costo Directo del rubro. Las tres cuadrillas tienen pérdidas por rendimientos, esto se debe a su baja productividad, al comparar estos valores con el rendimiento promedio del estudio de MESUNCO 2003, el cual es 0,427 m<sup>2</sup>/hh. La pérdida promedio por mano de obra es de 45,46% más de lo establecido para el costo de mano de obra. Entre las tres cuadrillas, la que posee menos pérdidas en mano de obra es la cuadrilla N°2, esto se debe a que el trabajo no Contributorio es de aproximadamente 15% menos comparado con las otras dos cuadrillas. La productividad promedio de todas las cuadrillas fue de un 0,65 hh/m<sup>2</sup>, el cual es muy superior al establecido para el análisis de precios de este rubro; es decir, que se tiene una productividad menor, debido a que se debe utilizar más horas hombre para producir un metro cuadrado de enlucido. Para todas las cuadrillas se ha tenido una pérdida con respecto a los materiales, en un promedio de 45,46% de pérdida; esto se debe al desperdicio de mezcla que se produce por parte de los trabajadores, además de utilizar recipientes con orificios, en donde

la mezcla se escurre. Cabe recalcar que el precio unitario del rubro de enlucido es el mismo, tanto para paredes interiores como exteriores, cuando no debería ser así, puesto que, el precio unitario de una pared exterior es mayor al de una pared interior. Además, valor del precio unitario de este rubro es muy bajo; y es por eso que se tiene que tratar de minimizar pérdidas que puedan ocurrir, en este caso se dieron grandes pérdidas por desperdicio de material y mano de obra. Todo esto afecta al costo directo del rubro de enlucido, lo que ocasiona que se hace encarezca, teniendo una pérdida de 38,60% del costo directo del rubro.

**Tabla XXXIV.** Resumen de Análisis de Costo Enlucido

Cuadrilla	Cantidad Realizada m2	Tiempo Total (min)	Productividad (HH/m2)	Ganancia/ Pérdida Mano de Obra	Ganancia/ Pérdida Materiales	Ganancia/ Pérdida del Costo Directo
1	32,15	71	0,75	-77,09%	-54,11%	-66,60%
2	32,15	88	0,51	-9%	-3,46%	-6,32%
3	32,15	119	0,7	-51%	-33,77%	-42,89%
		<b>Promedio</b>	0,65	-45,46%	-30,45%	<b>-38,60%</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### 4.3.5.3. Cerámica

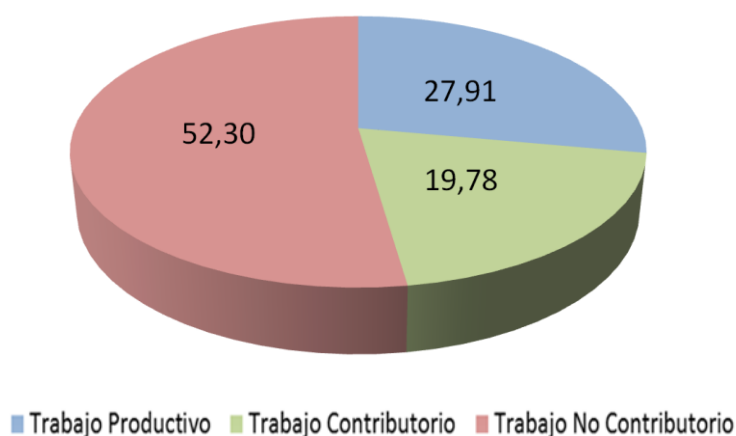
De manera similar como se realizó para los rubros anteriores, se presenta un análisis en conjunto entre todas las cuadrillas de cerámica. En la tabla XXXV, se presentan los niveles de actividad promedio de todas las cuadrillas, con la cual se realiza el gráfico 4.54. En estos se observa que más del 50% corresponde al Trabajo No Contributorio, esto es por la poca

contribución que realizó el ayudante con el instalador de cerámica. Si se compara los porcentajes promedios de Trabajo Productivo (38%), Contributorio (36%) y No Contributorio (26%) del trabajo de investigación de Serpell 2002, se observa que la producción es un 10% menos de lo que se indica y los tiempos improductivos son el doble de lo que debería ser.

**Tabla XXXV.** Niveles de Actividad Promedio para Cerámica

Cuadrilla	Trabajo Productivo (%)	Trabajo Contributorio (%)	Trabajo No Contributorio (%)	Tiempo Total (minutos)
1	27,17	14,84	57,99	219
2	26,67	27,62	45,71	105
3	31,25	22,73	46,02	88
<b>Promedio</b>	<b>27,91</b>	<b>19,78</b>	<b>52,30</b>	

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.54.** Niveles de Actividad Promedio para Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores

Con respecto a los niveles de actividad real y relativa, son valores de aproximadamente el 50%, lo que quiere decir que estas cuadrillas están trabajando a la mitad de lo que debería ser; por lo tanto, estarán produciendo menor cantidad de lo que se presupuesta. Todos estos resultados tienen que ver con los tiempos improductivos, puesto que, si se los reduce, los porcentajes de tiempo Productivo y Contributorio aumentarían. Una de las principales causas del tiempo improductivo es ocasionado por el ayudante, quien no contribuyó para agilizar el trabajo, disminuyendo el rendimiento de la cuadrilla. También otra de las causas es el descontento entre los trabajadores y maestro por las discusiones que se generaron, que ocasionaron que se genere un tiempo improductivo y además que los trabajadores disminuyan su motivación para realizar su trabajo.

**Tabla XXXVI.** Niveles de Actividad Real, Relativo y Coeficiente de Participación Promedio para Cerámica

Cuadrilla	Nivel de Actividad Real (%)	Coeficiente de Participación	Nivel de Actividad Relativo (%)	Tiempo Total (minutos)
1	45,44	0,84	42,01	219
2	69,57	0,75	54,29	105
3	67,71	0,75	53,98	88
<b>Promedio</b>	56,35	0,80	47,70	

**Fuente:** Elaborado por los autores

Del análisis de costo de todas las cuadrillas de cerámica, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla XXXVII. En esta tabla se observa que la productividad de todas las cuadrillas es muy baja comparada con la que se estableció en el presupuesto (0,41); es decir se utiliza demasiadas horas

hombre para realizar un metro cuadrado, lo que ocasiona que los costos de la mano de obra se eleven sustancialmente. Sin embargo, la productividad establecida en el análisis de precio es alta comparado con la del estudio de Botero 2002, el cual indica que la productividad óptima es de 0,435. Además, también se obtuvo que la cantidad del material utilizada, fuera muy superior a la que se tenía prevista en el presupuesto, principalmente por el excesivo uso de cemento por una mala dosificación de los trabajadores, además de la no reutilización de los recortes de las piezas de cerámica. Los valores promedio de ganancia/pérdida de mano de obra y materiales son de 323,09% y 70,52%, respectivamente, esto representa una pérdida de 138,48% del costo directo del rubro para la empresa constructora; es decir, una gran pérdida por m<sup>2</sup>. El desconocimiento de realizar una actividad produce que se la haga mal y peor aún, que se pierda dinero por parte de la empresa que contrata a ese personal de trabajadores. La falta de control que se observó en obra, ocasiona que los trabajadores no realicen un adecuado trabajo y desperdicien mucha cantidad de material, afectando directamente a la empresa constructora. También las discusiones entre trabajadores ocasionan que se pierda tiempo y que se produzca menos. De la misma manera que para los otros dos rubros, el valor del precio unitario de este rubro es muy bajo; por lo que se han generado grandes porcentajes de diferencias en pérdidas.

**Tabla XXXVII.** Resumen de Análisis de Costo Cerámica

Cuadrilla	Cantidad Realizada m2	Tiempo Total (min)	Productividad (HH/m2)	Ganancia/ Pérdida Mano de Obra	Ganancia/ Pérdida Materiales	Ganancia/ Pérdida del Costo Directo
1	2,91	219	2,34	-475,68%	-138,31%	-229,09%
2	2,16	105	1,62	-299,32%	-77,86%	-137,45%
3	2,46	88	1,2	-194,26%	4,60%	-48,91%
	<b>Promedio</b>		1,72	-323,09%	-70,52%	<b>-138,48%</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### 4.3.5.4. Influencia en el Presupuesto

En el estudio de Vilca 2014, se indica que, entre los rubros de mampostería, enlucidos y cerámicas abarcan aproximadamente el 20% del presupuesto total de una obra de vivienda. Este porcentaje se divide aproximadamente en 7,12% para mampostería, 8,48% para enlucido y 4,38% para cerámica.

Si se realiza un análisis para estimar cual es la influencia positiva o negativa que podrían tener los rubros analizados con respecto al presupuesto, se podría obtener porcentajes de ganancias/pérdidas con respecto al presupuesto de la obra. Para el caso del rubro de mampostería, se obtiene una ganancia de 5,93% del costo directo del rubro; para el rubro de enlucido existe una pérdida del 38,60% del costo directo del rubro y para cerámica existe una enorme pérdida del 138,48% del costo directo del rubro. Si se llevan estos valores al porcentaje del presupuesto total, se tiene que para mampostería se tiene una ganancia del 0,42%, para enlucido una pérdida de 3,27%, y para cerámica un

valor alarmante de pérdida de 6,07%; lo que quiere decir que, se está pagando otra vez el rubro de cerámica. Hay que tener en cuenta que el análisis de rendimientos y cuantificación de material utilizado, se realizó entre 3 cuadrillas, y esto no es muy representativo, puesto que se debería realizar mayores mediciones para obtener un valor representativo. Pero el análisis sirve para tener una idea de lo que podría estar sucediendo en obra.

Es aquí donde hay que tener cuidado cuando se acepta construir con precios bajos, puesto que, para obtener ganancias y no salir con saldo en contra, se debe hacer producir lo mayor posible, optimizando los recursos invertidos. Para el caso del rubro de mampostería se obtuvo ganancia, debido a la buena distribución de trabajo de las cuadrillas en obra, teniendo rendimientos buenos. Sin embargo, para los rubros de enlucido de fachada y revestimiento de cerámica de piso, se obtuvieron rendimientos muy bajos, y, además, hubo gran desperdicio de material, lo que incide notablemente en la generación de pérdidas.

#### 4.3.6. Mejoras y Descripción de Carta de Balance Ideal

Luego del análisis de resultados de todas las cuadrillas de mampostería, enlucido y cerámica, se evidencia que uno de los problemas es la falta de supervisión por parte de los residentes y maestros, debido a que los trabajadores se ausentan para ir a comprar a las tiendas durante la jornada de

trabajo, se ponen a conversar entre ellos, se pasean sin hacer nada, se ponen a hablar por celular, ya que esto representa tiempos improductivos para la actividad que están realizando. Otro de los problemas es la falta de control por parte de los residentes y maestros sobre el material que se utiliza, puesto que, los trabajadores desperdician mucho material y no lo reutilizan, además de realizar una mala dosificación de mezcla de mortero como es el caso de cerámica. Para reducir este impacto se plantean las siguientes propuestas.

- Realizar supervisiones periódicas durante diferentes horarios de trabajos y a distintas cuadrillas, para de esta manera disminuir tiempos improductivos de los trabajadores y si es el caso llamarles la atención.
- Cuando se realicen las supervisiones periódicas, observar la cantidad del material que está siendo utilizada para alguna actividad específica, y posteriormente compararla con las establecidas para ese rubro.
- Tener un registro de control de utilización de materiales para cada actividad específica, de esta manera se podría encontrar alguna anomalía en la utilización del mismo.
- No utilizar a las cuadrillas que estén trabajando en actividades específicas para realizar otras actividades que no les corresponde; más bien tener una cuadrilla para esa actividad.
- Exigir que todas las cuadrillas dejen limpio su área de trabajo luego de finalizar su jornada, puesto que luego otra cuadrilla tendría que realizar esa



limpieza, y será más difícil limpiarla porque el material estará endurecido por lo que se perderá más tiempo para comenzar su actividad.

- Tener una mayor coordinación con los proveedores de materiales; puesto que ese tiempo de espera puede perjudicar directamente a la producción, especialmente en los inicios de jornada.
- Preferiblemente no utilizar recipientes de madera para realizar la mezcla húmeda; puesto que pueden estar mal hechos, por lo que la mezcla se escurriría y se desperdiciaría.
- Utilizar la siguiente dosificación para preparar la mezcla de mortero para los rubros de enlucido, mampostería y cerámica. Esta dosificación es para preparar el volumen de un recipiente observado en obra.

**Tabla XXXVIII.** Dosificaciones recomendadas

Número de Canecas (18 L) para realizar mezcla un recipiente de 60x60x20 cm			
MATERIAL	ENLUCIDO	MAMPOSTERIA	CERAMICA
Cemento	0,54	0,63	0,63
Arena	2,60	2,50	2,50
Agua	0,80	1,00	1,00

**Fuente:** Elaborado por los autores

- Para las cuadrillas de cerámica, se debe tener ayudantes más eficientes que contribuyan a tener un mayor rendimiento y no disminuirlo, provocando discusiones y peleas sin sentido. Conformar una mejor cuadrilla de cerámica, en donde el ayudante esté dividido entre dos a tres instaladores de cerámica para ayudarlos.

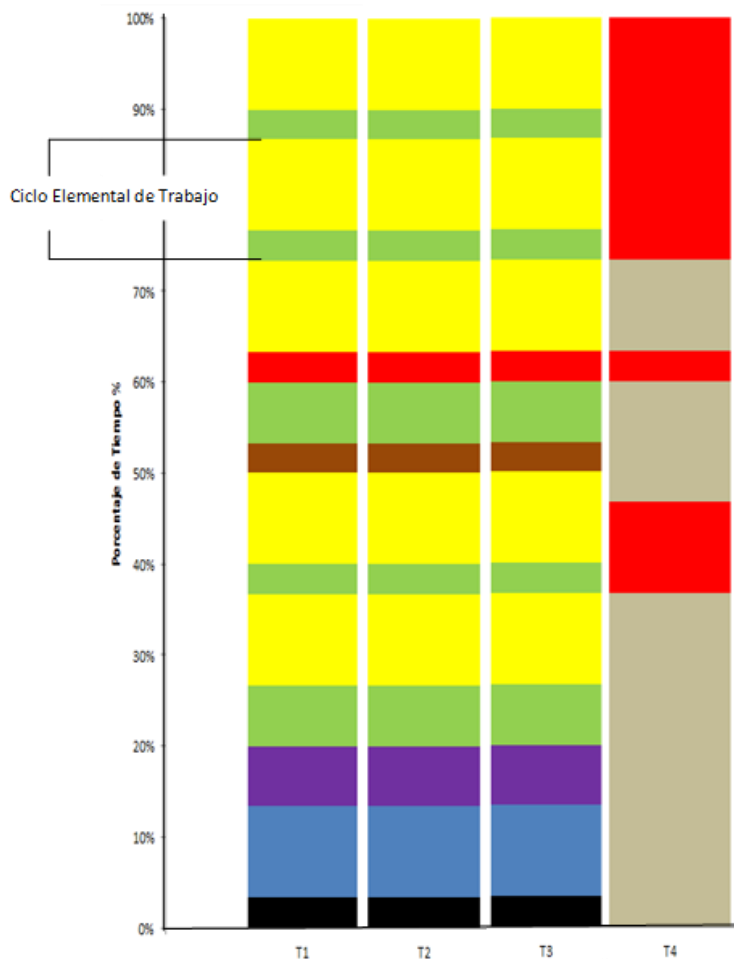
#### 4.3.6.1. Carta de Balance Ideal Mampostería

Si se toma la cuadrilla N°1, que tiene el rendimiento más alto, que es de 2,83 m<sup>2</sup>/h, el cual fue para planta alta, y se asume ese rendimiento para el levantado de paredes de planta baja. Además, se elimina una actividad contributiva de “preparación de mezcla seca” por parte del ayudante y se elimina a un ayudante, con lo cual se podría aumentar la productividad para el levantado de paredes de planta baja. Para hacer este análisis, la cuadrilla estaría conformada por 3 albañiles y 1 ayudante para acarrear material, puesto que el ayudante sí podría abastecer a los tres albañiles y ya no prepararía la mezcla seca, sino que les daría directamente los materiales a los albañiles. Al realizar el análisis de costo, se obtendría una ganancia por rendimiento del 34,38% más de lo previsto para el costo de la mano de obra; lo que representa una ganancia del 14,30% del costo directo del rubro. En los siguientes Gráficos 57 y 58 se muestran los resultados obtenidos. En el Gráfico 57, se observa un ciclo elemental de trabajo que es el de preparación de la mezcla húmeda y colocación de bloques con mortero, el cual contribuye a mejorar la productividad y disminuir los trabajos no contributivos.

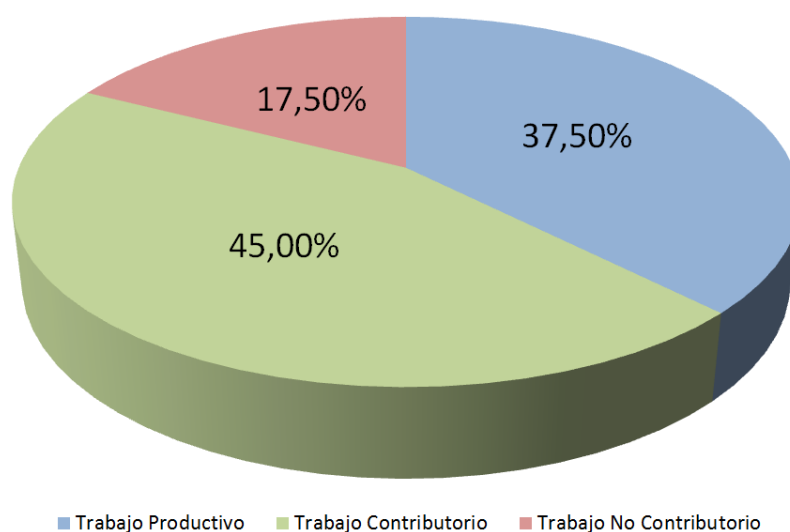
**Tabla XXXIX.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla de Mampostería Ideal

T.P.	Colocación de Bloque con Mortero	Yellow
T.C.	Trazo de Replanteo	Blue
T.C.	Preparación del Área de Trabajo	Black
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Light Green
T.C.	Transporte de Materiales	Light Brown
T.C.	Mediciones	Brown
T.N.C.	No Trabaja	Red

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.55.** Carta de Balance Ideal Cuadrilla de Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.56.** Niveles de Actividad Ideal Cuadrilla de Mampostería  
**Fuente:** Elaborado por los autores

#### 4.3.6.2. Carta de Balance Ideal Enlucido

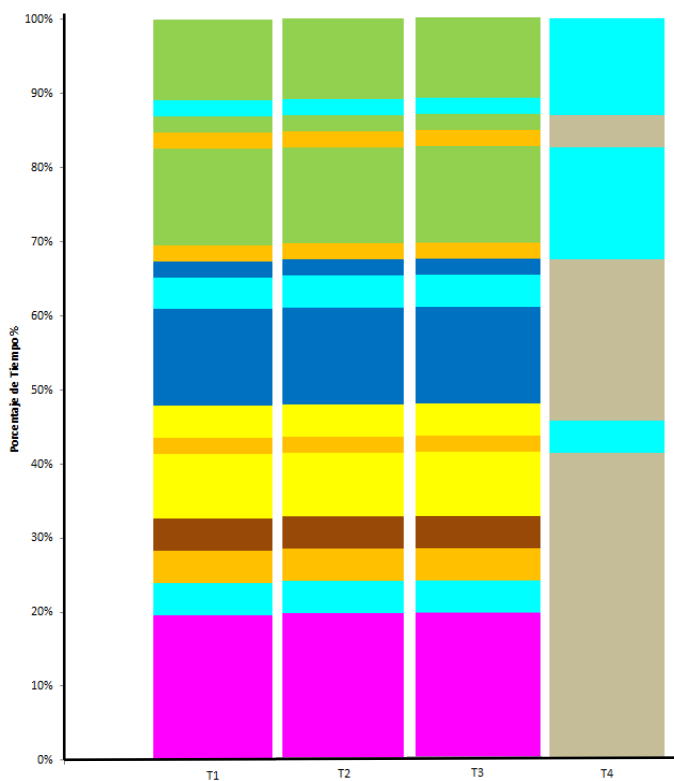
Para esta carta de balance, se plantea la cuadrilla N°2 que está conformada por 3 albañiles y 1 ayudante, la cual tiene el mejor rendimiento entre las 3 cuadrillas ( $1,98 \text{ m}^2/\text{h}$ ), y, además, se plantea disminuir tiempos improductivos como “Realizar Otras Actividades” y utilizar andamios metálicos livianos, lo cual permite disminuir tiempos contributorios; con todo esto se estima llegar a tener un rendimiento de  $2,52 \text{ m}^2/\text{h}$ ; es decir una productividad de  $0,40 \text{ hh}/\text{m}^2$ . Al realizar el análisis de costo, se tendría una ganancia por rendimiento de  $14,55\%$  más de lo previsto para el costo de mano de obra; esto

representa una ganancia de 12,57% del costo directo del rubro. La carta de balance ideal se muestra a continuación.

**Tabla XL.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla de Enlucido Ideal

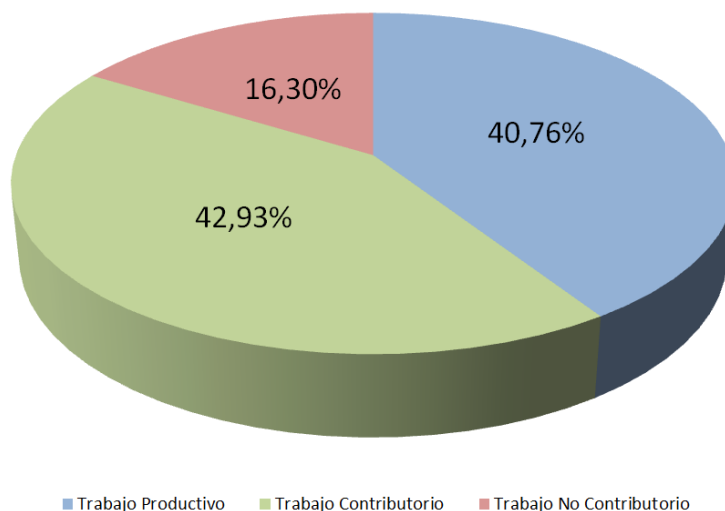
T.P.	Colocación de Mezcla (champeado)	Yellow
T.P.	Nivelación/ Reglado	Blue
T.P.	Acabado (alisado)	Light Green
T.C.	Armar Andamio	Magenta
T.C.	Transporte de Materiales	Tan
T.C.	Colocación de Maestras/Mediciones	Brown
T.C.	Preparación de Mezcla Húmeda	Orange
T.N.C.	No Trabajo	Cyan

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.57.** Carta de Balance Ideal Cuadrilla de Enlucido

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Gráfico 4.58.** Niveles de Actividad Ideal Cuadrilla de Enlucido  
**Fuente:** Elaborado por los autores

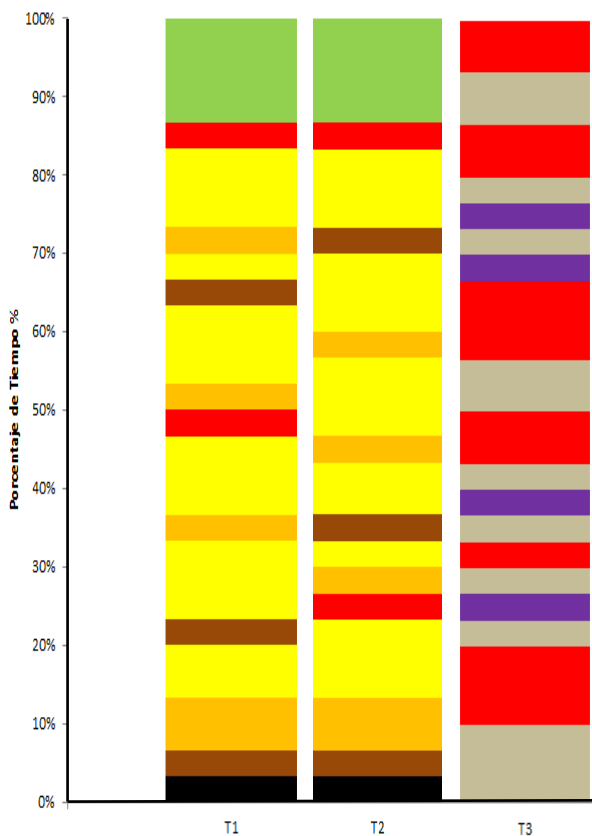
#### 4.3.6.3. Carta de Balance Ideal Cerámica

Para esta carta de balance se conforma una cuadrilla de 2 instaladores de cerámica y 1 ayudante, puesto que del análisis realizado se tiene que el ayudante solo trabajó en un 30%, por lo que sí podría abastecer a los dos instaladores, además, se le asigna la tarea de realizar el recorte de cerámica, el cual es un trabajo Contributorio, para así reducir tiempos improductivos; y finalmente se disminuyen tiempos improductivos de discusiones entre trabajadores. De esta manera se tendría un rendimiento de 2,08 m<sup>2</sup>/h; es decir, una productividad de 0,48 m<sup>2</sup>/hh. Al realizar el análisis de costo se obtiene una ganancia por rendimiento de 8,11% más de lo previsto en el costo de la mano de obra; lo que representa una ganancia de 5,55% del costo directo del rubro. La carta de balance ideal se muestra a continuación.

**Tabla XLI.** Representación por colores de cada actividad Cuadrilla de Cerámica Ideal

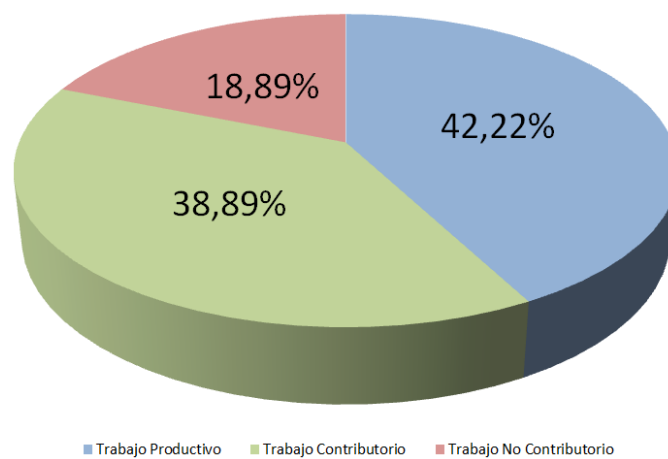
T.P.	Colocación de Cerámica con Mortero	Yellow
T.P.	Emporar	Light Green
T.C.	Limpieza del Área de Trabajo	Black
T.C.	Nivelación/Mediciones	Brown
T.C.	Preparar Mortero	Orange
T.C.	Recortar Cerámica	Purple
T.C.	Transporte de Materiales	Grey
T.N.C.	No Trabaja	Red

Fuente: Elaborado por los autores



**Gráfico 4.59.** Carta de Balance Ideal Cuadrilla de Cerámica

Fuente: Elaborado por los autores



**Gráfico 4.60.** Niveles de Actividad Ideal Cuadrilla de Cerámica  
**Fuente:** Elaborado por los autores



# CAPITULO V

## 5. COMPARATIVA ENTRE METODOLOGÍAS ANALIZADAS

Las metodologías descritas en el presente documento han sido utilizadas para detectar las fuentes de pérdidas en la construcción de la urbanización Villa España 2, y además estas metodologías ayudan a mejorar la productividad para futuras obras de construcción. Todas estas metodologías utilizan los criterios de Lean Construction, los cuales buscan un proceso de mejora continua en una empresa, minimizando o eliminando todas aquellas actividades que no añaden valor, a través de la optimización de recursos. A continuación, se realiza un análisis de ventajas y desventajas entre todas las metodologías, para seleccionar la metodología que sería más conveniente utilizar.

### 5.1 Ventajas

#### 5.1.1. Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra

- ✓ Permite identificar pérdidas más importantes en la obra de construcción según el criterio de profesionales, quienes están más

involucrados en los procesos constructivos, y tienen mayor conocimiento sobre los problemas que afectan la obra de estudio.

- ✓ Permite identificar las fuentes de pérdidas y su grado de ocurrencia durante la construcción.
- ✓ Permite investigar sobre las causas de las pérdidas generadas.
- ✓ Mejora la participación y el compromiso del personal involucrado en el estudio.

#### 5.1.2. Encuesta de Detenciones y Demoras

- ✓ Permite identificar las fuentes más frecuentes de interrupciones a lo largo de la jornada de trabajo.
- ✓ Permite cuantificar los tiempos de detenciones y demoras, los cuales afectan en la producción diaria de la obra.
- ✓ Con los resultados obtenidos, se pueden implementar acciones correctivas para disminuirlas.
- ✓ Permite comprometer a los trabajadores y a la administración para trabajar en conjunto, en busca de detectar los problemas y poder solucionarlos, para que así ambas partes obtengan beneficios.

### 5.1.3. Carta de Balance de Recursos

- ✓ Permite comprender de mejor manera el proceso constructivo de una actividad específica del personal involucrado.
- ✓ Permite determinar de una manera más exacta los tiempos no contributorios, con lo cual se puede asignar de mejor manera las actividades que realizan los obreros, trabajando más inteligentemente.
- ✓ Permite determinar los rendimientos actuales de las cuadrillas, con lo cual se plantean mejoras para obtener un mejor trabajo en equipo de las cuadrillas, disminuyendo o aumentando integrantes para que trabajen de manera más eficiente, aumentando el rendimiento de dichas cuadrillas.
- ✓ Permite llevar un mejor control del material utilizado en la actividad específica de construcción analizada.
- ✓ Al realizar un trabajo más eficiente por parte de los trabajadores, permite obtener mayores ingresos por producción para ellos.
- ✓ Se disminuye el costo de la mano de obra y materiales previsto para la empresa, lo cual significa una ganancia para ellos.
- ✓ Al tener buenos rendimientos, se logra cumplir los plazos de entrega, evitando multas y pérdidas para la empresa.

## 5.2 Restricciones

### 5.2.1. Encuesta de Detección de Pérdidas en Obra

- ✓ Esta metodología se basa en la opinión de los profesionales, que tal vez no pueda ser tan precisa debido a que no quiera hacer quedar mal a la empresa.
- ✓ Esta metodología permite identificar las fuentes de pérdidas, pero no cuantificarlas; por lo que no se sabe si estas pérdidas son de gran magnitud o no.
- ✓ Debido al ritmo de trabajo que requiere la construcción, puede que los profesionales no tengan tiempo para realizar esta encuesta.
- ✓ Tal vez los profesionales no crean necesario realizar esta metodología, por lo que no se comprometerían a realizarla.
- ✓ Al ser muy extensa la encuesta, tal vez los profesionales no la realicen adecuadamente debido a querer terminarla rápidamente para continuar con sus labores.

### 5.2.2. Encuesta de Detenciones y Demoras

- ✓ Los tiempos que se obtienen no son exactos, debido a que son estimaciones del jefe de cuadrilla; por lo que estos valores podrían ser erróneos.

- ✓ Las encuestas puede que se hagan de una manera muy rápida por parte de los jefes de cuadrilla para que no les quite tiempo, de esta manera no le ponen toda la dedicación necesaria.
- ✓ Que el jefe de cuadrilla no se comprometa a realizar la encuesta, debido a que perdería tiempo de su jornada laboral o retrasaría su salida al final de la misma.
- ✓ Que no sean reales las respuestas por parte de los trabajadores, para no perjudicar a la empresa.
- ✓ Esta metodología abarca sólo los problemas de tiempos improductivos, pero no problemas de materiales ni de procesos constructivos.

### 5.2.3. Carta de Balance de Recursos

- ✓ Que la actividad de construcción que se requiera analizar aun no haya comenzado en obra, por lo que habría que esperar el avance de las cuadrillas.
- ✓ Que las cuadrillas sean muy numerosas, lo que dificultaría la toma de datos.
- ✓ Esta metodología solo se centra en una actividad específica para analizar, por lo que no se podrían detectar pérdidas en otras áreas.

- ✓ La actividad que se escoja para analizar, tal vez no sea la que mayores problemas y pérdidas presenten en comparación con otras actividades de construcción.
- ✓ Que los profesionales que vayan a aplicar esta metodología no estén lo suficientemente capacitados para realizarla.
- ✓ Requiere tiempo realizarla en obra, por lo que podría ser cansado para los profesionales que la apliquen.
- ✓ Falta de compromiso de los miembros del equipo o rechazo a cambios de actitud.

En resumen, para poder aplicar cualquiera de las metodologías analizadas en este documento, se encuentra una restricción que podría ser muy evidente, es la resistencia al cambio por parte de los empleados, en especial por parte de los obreros, puesto que creen que aplicar la filosofía Lean sería muy complejo, además de que se perdería mucho tiempo poder realizar cualquier metodología. Otra restricción podría ser la preocupación de la gerencia por la rentabilidad que tendría la empresa a través de la transición hacia una gestión Lean y también el costo que involucraría implementar este tipo de enfoque de gestión.

### **5.3 Selección de la Metodología más Adecuada**

Todas las metodologías explicadas en este documento, tienen sus ventajas y restricciones para poder aplicarlas, las cuales fueron mencionadas anteriormente.

La metodología más adecuada a criterio de los autores es la Carta de Balance de Recursos, debido a que, a pesar de concentrarse en una sola actividad, se tienen datos más precisos en comparación a las demás metodologías. También en esta metodología se pueden cuantificar las pérdidas económicas, puesto que se detectan pérdidas de tiempo, así como también de materiales. Además, se pueden distribuir de mejor manera el personal de las cuadrillas, reduciendo gastos de personal innecesario, para de esta manera obtener rendimientos más eficientes. Finalmente permite detectar las actividades que no contribuyen al proceso constructivo, lo que ayuda a mejorarlo en comparación a las demás metodologías que no lo hacen.

### **5.4 Presupuesto**

Las metodologías analizadas son utilizadas para la fase de diagnóstico. Con la información obtenida de las diversas metodologías, se tiene que el mayor problema es la planificación y control; por lo que se sugiere aplicar la herramienta de Last Planner (Último Planificador) para corregir todas estas

falencias. A continuación, se muestra un presupuesto referencial para poder implementar dicha herramienta durante un periodo de 4 meses.

En este presupuesto se considera personal administrativo y personal técnico; además de establecer un campamento en la obra, con sus respectivas adecuaciones. Se considera capacitar al personal sobre aspectos técnicos y de recursos humanos. (Chavarry, 2010)

Implementar el Programa de Mejoramiento de la Productividad equivaldría aproximadamente el 0,7% del presupuesto de la obra analizada. El presupuesto para el PMP se muestra en la siguiente tabla.



Tabla XLII. Presupuesto para implementación de PMP

PRESUPUESTO						
Programa de Mejoramiento de la Productividad (PMP)						
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Meses	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	<b>Personal Técnico</b>					6240
1.1	Ing. De metrados y valorizaciones	mes	4	0,20	5000,00	4000
1.2	Ing. Asistente de Oficina Técnica	mes	4	0,20	2500,00	2000
1.3	Procesador de Datos	mes	2	0,20	600,00	240
2	<b>Personal Administrativo</b>					5580
2.1	Administrador	mes	4	0,15	2500,00	1500
2.2	Bodeguero	mes	4	0,20	600,00	480
2.3	Planificador 1	mes	4	1,00	600,00	2400
2.4	Planificador 2	mes	2	1,00	600,00	1200
<b>Otros Gastos</b>						
3	<b>Equipos</b>					1740
3.1	Equipos de Oficina	Global		1,00	1740,00	1740
4	<b>Campamentos</b>					1600
4.1	Oficina de Contratista	Global		1,00	800,00	800
4.2	Almacenes	Global		1,00	500,00	500
4.3	Mobiliarios, enseres, ventiladores, etc.	Global		1,00	300,00	300
5	<b>Capacitación</b>					1500
5.1	Capacitación del Personal	Global		1,00	1500,00	1500
6	<b>Servicios</b>					2152
6.1	Gastos Técnicos	mes	4	1,00	250,00	1000
6.2	Servicios (agua, luz, internet, etc.)	mes	4	1,00	200,00	800
6.3	Estantería metálica	U	1	1,00	100,00	100
6.4	Copias	mes	4	1,00	63,00	252
<b>TOTAL, de Costos Directos</b>						18812
<b>Incentivo por cumplimiento de metas (15%)</b>						2821,8
<b>VALOR TOTAL</b>						<b>21633,8</b>

Fuente: Chavarry, 2010

## CONCLUSIONES

1. De la primera alternativa, la cual es la encuesta a los profesionales de obra, indican que los rubros en donde más se considera que existen pérdidas son: los enlucidos, instalación de cerámica, mampostería, fundición de hormigón preparado en sitio y encofrados de estructuras. La causa que más fue destacada para indicar lo anterior, es la gran cantidad de desperdicio del material y el consumo excesivo del mismo, ya sea, cemento, arena, piezas de cerámica, bloques, madera y clavos; la cual es considerada una de las fuentes de pérdidas más importantes dentro de la obra.
2. Otras de las fuentes de pérdidas más importantes, que fueron indicadas por los encuestados, son las reparaciones, trabajo rehecho, tiempo ocioso de los ayudantes y el retraso de las actividades.
3. El problema más frecuente detectado fue la falta de control (37%), ya sea por parte del residente o maestro de obra. Este valor es bajo, por lo que se podría asumir que la empresa no debería preocuparse por esto. Sin embargo, si se toma en cuenta los porcentajes de frecuencia ocasional, esto se eleva a un valor de 78%; es decir, los profesionales indican un

evidente problema en esto. Además, no es el único problema que la mayoría de profesionales encuestados observa, también se suma el problema de planificación, organización, irresponsabilidad de mano de obra, motivación de mano de obra, capacitación y de información.

4. De la segunda alternativa, la encuesta a los jefes de cuadrillas, se puede concluir que, en los enlucidos, la causa por la que más se pierde tiempo es por las esperas de material, sumado a esto el agotamiento físico que presentan los obreros durante toda la jornada de trabajo, lo que los lleva a tomar descansos. Del gráfico resumen de área, se puede notar que, un problema puntual de gran importancia es la espera por material que no llega a obra, adicionándose a esto problemas que se presentaron durante los 5 días de la encuesta, los cuales fueron: esperas por materiales internos, esperas por herramientas de trabajo y el agotamiento de los trabajadores. Sin embargo, todos los valores fueron bajos, puesto que al sumar todas las horas-hombres que se perdió, da como resultado 74,67 en toda la semana, lo que representa un 17% de horas perdidas en la semana; es decir, el 83% de horas restantes de la semana, los trabajadores estuvieron realizando trabajos contributorios y trabajos productivos, lo que lleva a tener una mayor producción para la empresa. No se debe confiar demasiado en este valor, debido a que en general, el valor de trabajo no Contributorio es alrededor del 25%.

5. De la tercera alternativa, la Carta de Balance de Recurso, se puede notar, que los niveles promedio de Trabajo No Contributorio tanto para mampostería, enlucido de fachada e instalación de cerámica son de 31,73%, 46,73% y 52,30% respectivamente; de igual manera, los niveles de actividad real fueron de 77,66%, 66,01% y 56,35%. Todo esto es debido a múltiples factores que fueron observados, entre estos se pueden destacar los siguientes: los trabajadores se ponen a pasear, a conversar entre ellos, realizan otras actividades, se ausentan de su lugar de trabajo para ir a comprar comida y bebida a tiendas, existen tiempos de espera por material al inicio de la jornada, además existen problemas laborales entre trabajadores lo que conlleva a discutir entre ellos. Aunque es imposible tener un 0% de Trabajo No Contributorio debido a que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso, se deben tratar de tener niveles de trabajo no Contributorio bajos, alrededor del 26%.
  
6. Al comparar los resultados promedios obtenidos de todas las cuadrillas de mampostería de Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio con los resultados de la investigación de Serpell 2002, TP (38%), TC (36%) y TNC (26%), se tiene que el trabajo Contributorio está dentro de lo establecido; sin embargo, el trabajo productivo es ligeramente inferior con un 5,4%, ya que este valor está añadido al trabajo no Contributorio; pero

en general los resultados son aceptables. Con esto se refleja que existió una aceptable producción por parte de las cuadrillas; sin embargo, al realizar el análisis de costos para estas cuadrillas se obtuvo pérdidas por rendimiento de mano de obra, debido a que se tienen rendimientos inferiores a los establecidos. Es por esto que, para alcanzar resultados óptimos en los cumplimientos de rendimientos establecidos, es necesario alcanzar porcentajes de Trabajos Productivos mayores al 40%.

7. Otra conclusión que se obtiene del análisis entre las cuadrillas de mampostería, es la gran influencia que tiene un supervisor de obra sobre los trabajadores, puesto que, la primera cuadrilla trabajó de manera rápida y sin desperdiciar tiempo, con una productividad de 0,35 hh/m<sup>2</sup>; mientras que las demás, se tomaban mucho tiempo de descanso y se ausentaban; mermando el rendimiento de estas cuadrillas a 0,47 y 0,44 hh/m<sup>2</sup>.
8. Para enlucido se tienen porcentajes promedio de Trabajo Productivo de 20,99%, Trabajo Contributorio de 32,29% y Trabajo No Contributorio de 46,73%; comparando estos resultados con los de la investigación de Serpell 2002 se tiene que solamente el trabajo Contributorio está cercano a esos valores, el Trabajo No Contributorio excede en un 20%. Uno de los motivos por el cual el Trabajo No Contributorio tiene un porcentaje elevado es que los trabajadores estuvieron utilizando gran parte de su

tiempo para hacer otras actividades, además de los largos tiempos de espera por material al inicio de la jornada de trabajo, lo que no contribuye a la producción del rubro analizado. De lo descrito anteriormente, se obtiene que una mala planificación en el inicio de la jornada contribuye a que los trabajadores no puedan rendir de la mejor manera, puesto que esperan por materiales para poder comenzar su labor; sin embargo, también se observó que los trabajadores no estaban listos para comenzar su actividad, una vez que el material llegó al sitio.

9. Para la instalación de cerámica se tienen porcentajes de 27,91%, 19,78% y 52,30% para TP, TC y TNC respectivamente; esto se debe a la poca contribución que realizó el ayudante, ausentándose por largos períodos de tiempo y causando conflictos dentro de la cuadrilla, lo que mermaba tiempo de producción. Además de los conflictos entre el instalador de cerámica y su ayudante, se observó una discusión entre el maestro y el instalador, por causa de un descuento de su paga por un trabajo mal realizado, que a criterio del instalador era injusto. Esto afecta al rendimiento del instalador de cerámica, puesto que, trabaja desmotivado.
  
10. Para el Análisis de Costo de los 3 rubros analizados, se tiene que para mampostería existe una ganancia del 5,93% del costo directo del rubro; para enlucido se tiene una pérdida del 30,45% del costo directo del rubro; para cerámica existen pérdidas muy elevadas siendo estas del 138,48%

del costo directo del rubro. La falta de control que se observó en obra, ocasiona que los trabajadores no realicen un adecuado procedimiento constructivo y desperdicien mucha cantidad de material, ya que esta fue muy superior a la que se tenía prevista en el presupuesto, principalmente por el excesivo uso de cemento por una mala dosificación de los trabajadores, además de la utilización de recipientes para mezclar con orificios por donde se escurría la mezcla y la no reutilización de los recortes de las piezas de cerámica, lo que afecta directamente a la empresa constructora.

11. La incidencia en el presupuesto que tienen los 3 rubros analizados es de - 8,9%; es decir, una pérdida importante para la empresa constructora. Además, se debe tomar en cuenta que los precios son bajos, por lo que, es aquí donde hay que tener cuidado cuando se acepta construir con precios bajos, puesto que, para obtener ganancias y no salir con saldo en contra, se debe tratar de producir lo mayor posible, optimizando los recursos invertidos. A pesar que el análisis de rendimientos y cuantificación de material utilizado, se realizó entre 3 cuadrillas, y esto no es muy representativo, puesto que se debería realizar mayores mediciones para obtener eso; este análisis sirve para tener una idea de lo que podría estar sucediendo en obra.

12. Puesto que, los resultados muestran que el mayor problema es la planificación y control, se puede aplicar la herramienta de Last Planner (Último Planificador) para corregir estas falencias observadas y contrarrestar estas pérdidas. El valor para poder implementar esta filosofía es de aproximadamente 0,7% del presupuesto total de la obra. Las pérdidas de los rubros analizados para este proyecto son de 8,92% del presupuesto de la obra, que al comparar con el valor de la inversión es mucho menor que las pérdidas encontradas; puesto que es preferible invertir 0,7% para el programa de productividad, que tener la cantidad de pérdidas encontradas.

13. Todas las metodologías analizadas buscan identificar los factores que causan las pérdidas y encontrar las fuentes de donde se originan. Aunque todas las obras civiles son diferentes, la información que se presenta en este documento puede servir de gran utilidad para diversos proyectos civiles a futuro, permitiendo centrar la atención a los aspectos específicos encontrados y de esta manera poder minimizarlos.

14. El primer paso para introducir la filosofía Lean Construction, es identificar las pérdidas que se presenten en la obra, ya que esta información es de suma importancia para poder aplicar los principios de Lean Construction. Para poder aplicarse en obra es necesario que toda la empresa se comprometa, es decir, gerencia, personal técnico de obra y trabajadores;



puesto que, si alguno de los mencionados no lo hace, será complicado que se logre el objetivo requerido. Para poder cambiar el enfoque de gestión tradicional, se debe incorporar el proceso de Lean Construction de manera gradual, debido a que la resistencia al cambio y la credibilidad que pueda tener este nuevo enfoque llevará tiempo para realizar un compromiso real entre todas las partes involucradas; es decir, hay que tratar de cambiar la mentalidad de todos los que forman parte de la construcción.

15. El proyecto fue realizado considerando los aspectos sociales, económicos y éticos. Este nuevo enfoque de gestión para la construcción traerá beneficios para todas las partes involucradas. La empresa constructora obtendrá mayores ganancias a las previstas y podrá entregar el proyecto dentro de los plazos establecidos, aumentando la credibilidad y confianza de la empresa. El cliente recibirá un producto de calidad y dentro de los plazos establecidos. Los trabajadores obtendrán mayores ingresos, debido a que, generalmente las cuadrillas ganan por producción a la semana. Los profesionales involucrados tendrán una mejor visión para planificar y optimizar los recursos que la empresa invierte para la construcción. Se empezaría a crear una cultura de optimización de recursos y de mejoramiento continuo, buscando la excelencia en los trabajos.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar una mayor supervisión por parte del residente y maestro de obra, hacia los trabajadores, para de esa manera evitar las ausencias y tiempos de ocio de los trabajadores, disminuyendo los tiempos improductivos.
2. Verificar que los trabajos que han sido terminados, estén ejecutados correctamente, para de esa manera evitar algún problema a futuro por alguna falla constructiva, lo que provocaría tener que realizarlos nuevamente.
3. Tener un registro de la cantidad de material que es utilizada para una actividad específica cada día, de esta manera se puede controlar si se excede, se desperdicia o existe robo de material para cada actividad específica.
4. Capacitar a los obreros para que realicen los trabajos de la manera correcta constructivamente, de esta manera se disminuirá las fallas constructivas que suelen suceder, además de obtener una mejor calidad de construcción.

5. Realizar una planificación a corto plazo, la cual permita conocer con pocos días de anticipación, los trabajos que se vayan a ejecutar en la obra. De esta manera se evita las esperas por material al inicio de la jornada, la falta de personal para realizar un trabajo, la descoordinación entre cuadrillas de trabajo, etc.
6. Motivar a los obreros, puesto que, un obrero motivado es un obrero productivo. Esto se logra con una mejor comunicación entre los profesionales de obra y sus obreros, destacando los buenos trabajos realizados por los obreros, o a su vez, corrigiendo de una manera fraterna a los mismos.
7. Realizar un Benchmarking interno; es decir, realizar una comparación con los niveles más altos de lo que se quiera mejorar, esto puede ser los rendimientos de trabajadores, calidad de trabajo, producción, avances de obra y costos, los cuales fueron obtenidos previamente en la empresa. Estos valores se pondrían como meta para lograr una mayor productividad.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Alarcón, L. Construcción sin Pérdidas: La Aplicación de Nuevas Filosofías de Producción en la Construcción, Revista BIT N°2. Corporación de Investigación de la Construcción, 1994.

[2] Alarcón, L. & Armiñana, E. Un Nuevo Enfoque en la Gestión: La Construcción Sin Pérdidas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Universidad Politécnica de Valencia, 2009.

[3] Alarcón, L. & Diethelm, S. Organizándose para Implementar Prácticas Lean en Empresas Constructoras. Revista Ingeniería de Construcción. Volumen 17- N°1, páginas 54-59, 2002.

[4] Alarcón, L. & Martínez, L. Programas de Mejoras de la Productividad para Obras de Construcción. Revista de Ingeniería de Construcción N°5, páginas 53-79. Pontificia Universidad Católica de Chile, 1988.

[5] Allmon, E. U.S. Construction Labor Productivity Trends, Journal of Construction Engineering and Management, University of Texas, Austin, U.S.A, 2000.

[6] Botero, L. Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT N°128. Medellín, Colombia, 2002.

[7] Botero, L. & Álvarez, M. Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción, Revista Universidad EAFIT N° 130. Medellín, Colombia, 2003.

[8] Botero, L. & Álvarez, M. Guía de Mejoramiento Continuo para la Productividad en la Construcción de Proyectos de Vivienda. ISSN: 0120-341X. Volumen 40-N°136, páginas 50-64. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia, 2004.

[9] Campero, M. & Alarcón, L. "Administración de Proyectos Civiles" (3 era Edición). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 2008.

[10] Cevallos, E. Control de Calidad y Productividad en la Construcción del Programa Habitacional de Interés Social Ciudad Alegría. Trabajo para obtener título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica Particular de Loja, 2012.

[11] Chavarry, C. Control de costos en obras de construcción civil. Trabajo Presentado como requisito parcial para la obtención del Título Profesional de

Ingeniero en Estadística e Informática. Universidad de San Martín de Porres de Lima, Perú, 2010.

[12] Coronel, J. Planificación y Control del Proceso Productivo en la Construcción de Proyectos Civiles: Un Manual/Guía para la Implementación del Last Planner System. Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2010.

[13] Coyopai, D. Identificación de Pérdidas de Producción en un Proyecto de Construcción en Valdivia y Manual de Prácticas Lean. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Austral de Chile, 2015.

[14] Crespo, W. Mejora de la Productividad en la Construcción de Edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction. Trabajo Presentado como requisito parcial para la obtención del grado de: Magister en Gerencia de la Construcción. Universidad Central del Ecuador, 2015.

[15] Delgado, P. Inteligencia de Negocios para Empresas de Construcción y la Gestión de Proyectos con enfoque en las mejores prácticas. Tesis de graduación previa a la obtención del título de Magister en Administración de Empresas. Universidad del Azuay, 2014.

[16] Encalada, D. & Poveda, J. Implementación del Sistema del Último Planificador para la Construcción del Edificio 1 en el Campus Puce-Nayón. Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.

[17] Escuela de Construcción Civil. Revista de la Construcción. Edición Semestral. Volumen 4-Nº2. ISSN: 0717-7925. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005.

[18] Holcim Ecuador S.A. Manual Pegado de piezas de mampostería, 2015.

[19] Holcim Ecuador S.A. Manual Enlucido de pared con cemento Holcim, 2015.

[20] Koskela, L. Application of the new production philosophy to construction, 1992.

[21] López, S. Producción sin Pérdidas en la Construcción. Tesis (Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Industrial) y Memoria (Título de Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 1997.

[22] Mantilla, S. & Ariza, S. Metodología para el Mejoramiento y Control de la Mano de Obra. Universidad Industrial de Santander, 2008.

[23] Martínez, L. (1998). Programa de Mejoramiento de la Productividad para Obras de Construcción en Chile. Memoria (Título de Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería.

[24] Martínez, L. Verbal R & Serpell, A. Recomendaciones para Aumentar la Productividad en la Construcción, Revista de Ingeniería de Construcción N°8. Pontificia Universidad Católica de Chile, 1990.

[25] Pérez, A. Detección de Pérdidas Operacionales en la Construcción de Edificios de Oficina de más de 30 000 m<sup>2</sup> con Plantas Libres. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile, 2010.

[26] Pino, L. Procesos eficientes Lean Construction – Mejoramiento de la Productividad. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú, 2016

[27] Pons, J. Introducción a Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción (1era Edición). Depósito Legal: M-6849-2014, 2014.

[28] Santana, J. El Tiempo Improductivo en Obras de Construcción. Revista Ingeniería de la Construcción N° 7. Universidad Católica de Chile, 1989.



[29] Serpell, A. Administración de Operaciones de Construcción (2da Edición). Universidad Católica de Chile, Santiago, 2002.

[30] Serpell, A. Gestión Productiva de la Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ingeniería de la Construcción. Santiago, Chile, 1992.

[31] Serpell, A. Administración de Operaciones de Construcción. Ediciones Universidad Católica de Chile, 1997.

[32] Serpell, A. & Verbal, R. Análisis de Operaciones mediante Cartas de Balance. Revista Ingeniería de Construcción N°9. Pontificia Universidad Católica de Chile, 1990.

[33] Smith, W. & Mayhua, J. Rendimientos Mínimos y Promedios de mano de obra en Lima. Documento de Trabajo de MESUNCO de Lima, Perú, 2003.

[34] Vilca, M. Mejora de la Productividad por medio de las Cartas de Balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas-UPC, 2014.