



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS
BAJO EL ENFOQUE DE LEAN CONSTRUCTION,
CAJAMARCA 2017.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Bach. Dina De Los Ángeles Vásquez Vega.

Asesora:

M. Cs Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

La asesora y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Dina de Los Ángeles Vásquez Vega**, denominada:

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS BAJO EL ENFOQUE DE LEAN CONSTRUCTION, CAJAMARCA 2017

M. Cs. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero
ASESORA

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

M. Cs. Mg. Ing. Martha Huamán Tanta
JURADO

Ing. Anita Alva Sarmiento
JURADO

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha guiado y permitido culminar
en esta etapa de mi investigación,
sin perder las ganas de luchar
ni quebrarme en el intento.

A mis padres, por su amor,
por el apoyo incondicional,
sus consejos y la motivación constante
en anhelar lo que deseo
y ser una persona de bien.

A mis hermanos,
por estar conmigo siempre presentes
y brindándome su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme guiado y acompañado
en lo largo de mi vida universitaria,
por brindarme una vida de aprendizajes,
responsabilidades y experiencias.

A mis padres y hermanos,
por apoyarme en todo momento,
por su amor, su confianza,
sus consejos y la motivación constante,
y por el valor mostrado en salir adelante,
también corrigiendo mis errores
y celebrando mis triunfos.

Agradecer de manera especial
al Ing. Orlando Aguilar Aliaga,
director de la carrera de Ingeniería Civil,
por formarnos en la orientación y guía
para realizar una buena tesis de investigación.
Por ser un estupendo director, docente y un gran amigo.

A la Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero,
mi asesora de tesis, por aceptarme
para realizar esta tesis bajo su dirección.
Por su paciencia y sabios consejos brindados
durante la elaboración de este proyecto.
Por su apoyo, confianza y disponibilidad
que ha sido la clave del buen trabajo
realizado en la culminación de esta.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones	16
1.5. Delimitaciones.....	16
1.6. Objetivos	17
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	17
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1. <i>Teoría del consumo y rendimiento de la mano de obra</i>	20
2.2.2. <i>Productividad en la construcción</i>	21
2.2.3. <i>Lean Construction</i>	22
2.2.4. <i>Lean Production</i>	24
2.2.5. <i>Filosofía de Ishikawa</i>	24
2.2.6. <i>Diagrama de Pareto</i>	29
2.2.7. <i>Modelo de conversión de procesos vs. Modelo de flujos de proceso</i>	31
2.2.8. <i>Losas Aligeradas</i>	34
2.2.9. <i>Definición de términos básicos</i>	35
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	39
3.1. Operacionalización de variables	39
3.2. Unidad de estudio	41
3.3. Población	41

3.4.	Muestra (muestreo o selección)	41
3.5.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	41
3.6.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	41
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		43
4.1.	VIVIENDA 01.....	43
4.1.1.	<i>Encofrado en losa aligerada</i>	44
4.1.2.	<i>Ladrillo en losa aligerada</i>	48
4.1.3.	<i>Acero en losa aligerada</i>	52
4.1.4.	<i>Concreto en losa aligerada</i>	56
4.1.5.	<i>Control de procesos productivos</i>	61
4.2.	VIVIENDA 02.....	64
4.2.1.	<i>Encofrado en losa aligerada</i>	65
4.2.2.	<i>Ladrillo en losa aligerada</i>	69
4.2.3.	<i>Acero en losa aligerada</i>	73
4.2.4.	<i>Concreto en losa aligerada</i>	77
4.2.5.	<i>Control de procesos productivos</i>	82
4.3.	VIVIENDA 03.....	85
4.3.1.	<i>Encofrado en losa aligerada</i>	86
4.3.2.	<i>Ladrillo en losa aligerada</i>	90
4.3.3.	<i>Acero en losa aligerada</i>	94
4.3.4.	<i>Concreto en losa aligerada</i>	98
4.3.5.	<i>Control de procesos productivos</i>	103
4.4.	VIVIENDA 04.....	106
4.4.1.	<i>Encofrado en losa aligerada</i>	107
4.4.2.	<i>Ladrillo en losa aligerada</i>	111
4.4.3.	<i>Acero en losa aligerada</i>	115
4.4.4.	<i>Concreto en losa aligerada</i>	119
4.4.5.	<i>Control de procesos productivos</i>	124
4.5.	Resumen del trabajo realizado en losas aligeradas	127
4.6.	Resumen de control de procesos productivos	128
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN		131
CONCLUSIONES.....		133
RECOMENDACIONES		134
REFERENCIAS.....		135
ANEXOS.....		137
ANEXO N° 1: PANEL FOTOGRÁFICO.....		137
ANEXO N° 2: PLANOS		142
ANEXO N° 3: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO		146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados generales de mediciones de ocupación del tiempo de 50 obras en Lima.	19
Tabla 2: Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.....	21
Tabla 3: Ejemplo de Hoja de Inspección o Lista de Verificación.	28
Tabla 4: Ejemplo de Diagrama de Pareto	31
Tabla 5: Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 6 - Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 01	45
Tabla 7 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 01	47
Tabla 8 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 01	49
Tabla 9 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 01	51
Tabla 10 - Carta de Balance del Acero - Vivienda 01	53
Tabla 11 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 01	55
Tabla 12 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 01	57
Tabla 13 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 01	59
Tabla 14 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 01	61
Tabla 15 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 01	61
Tabla 16 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico – Vivienda 01	63
Tabla 17 - Ordenamiento de las causas – Vivienda 01	63
Tabla 18 - Carta de Balance del encofrado - Vivienda 02	66
Tabla 19 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 02.....	68
Tabla 20 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 02.....	70
Tabla 21 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 02.....	72
Tabla 22 - Carta de Balance del acero - Vivienda 02	74
Tabla 23 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 02.....	76
Tabla 24 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 02	78
Tabla 25 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 02.....	80
Tabla 26 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 02	82
Tabla 27 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 02	82
Tabla 28 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico - Vivienda 02.....	84
Tabla 29 - Ordenamiento de las causas - Vivienda 02	84
Tabla 30 - Carta de Balance del encofrado - Vivienda 03	87
Tabla 31 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 03.....	89
Tabla 32 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 03.....	91

Tabla 33 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 03.....	93
Tabla 34 - Carta Balance de acero - Vivienda 03	95
Tabla 35 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 03.....	97
Tabla 36 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 03.....	99
Tabla 37 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 03.....	101
Tabla 38 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 03	103
Tabla 39 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 03.....	103
Tabla 40 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico - Vivienda 03.....	105
Tabla 41 - Ordenamiento de las causas - Vivienda 03	105
Tabla 42 - Carta de Balance del encofrado - Vivienda 04	108
Tabla 43 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 04.....	110
Tabla 44 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 04.....	112
Tabla 45 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 04.....	114
Tabla 46 - Carta de Balance del acero - Vivienda 04	116
Tabla 47 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 04.....	118
Tabla 48 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 04.....	120
Tabla 49 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 04.....	122
Tabla 50 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 04	124
Tabla 51 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 04.....	124
Tabla 52 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico - Vivienda 04.....	126
Tabla 53 - Ordenamiento de las causas - Vivienda 04	126
Tabla 54 - Promedio de datos de campo sobre falla de proceso.....	128
Tabla 55 - Resumen de confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor.....	128
Tabla 56 - Resumen diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico	130
Tabla 57 - Resumen de ordenamiento de las causas.....	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Control de la Calidad	25
Gráfico 2: Ejemplo de Diagrama de Pareto	30
Gráfico 3 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado – Vivienda 01	47
Gráfico 4 - Distribución del trabajo de la Cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 01	51
Gráfico 5 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 01	55
Gráfico 6 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 01	59
Gráfico 7 - Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 01	60
Gráfico 8 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 01.....	61
Gráfico 9 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 01.....	62
Gráfico 10 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 01.....	63
Gráfico 11 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado - Vivienda 02	68
Gráfico 12 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 02....	72
Gráfico 13 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 02	76
Gráfico 14 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 02	80
Gráfico 15 - Promedios de los Trabajos en losa aligerada - Vivienda 02.....	81
Gráfico 16 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 02.....	82
Gráfico 17 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 02.....	83
Gráfico 18 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 02.....	84
Gráfico 19 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado - Vivienda 03	89
Gráfico 20 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 03...	93
Gráfico 21 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 03	97
Gráfico 22 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 03	101
Gráfico 23 - Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 03	102
Gráfico 24 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 03.....	103
Gráfico 25 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 03.....	104
Gráfico 26 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 03.....	105
Gráfico 27 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado - Vivienda 04	110
Gráfico 28 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 04..	114
Gráfico 29 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 04	118
Gráfico 30 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 04	122
Gráfico 31 - Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 04	123
Gráfico 32 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 04.....	124
Gráfico 33 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 04.....	125
Gráfico 34 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 04.....	126
Gráfico 35 - Resumen del trabajo realizado en losas aligeradas	127

Gráfico 36 - Resumen diagrama de Pareto por tipo de falla.....	128
Gráfico 37 - Resumen diagrama de Ishikawa	129
Gráfico 38 - Resumen diagrama de Pareto de causas que producen defecto	130
Gráfico 39 - Comparación de datos con el autor Ghio Castillo.	131
Gráfico 40 - Comparación de datos con los autores Morales y Galeas.....	131
Gráfico 41 - Comparación de datos con el autor Amorós del TP.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ejemplo de Diagrama de Ishikawa	28
Figura 2 - Modelo de Conversión de Procesos.....	32
Figura 3 - Modelo de Flujos de Procesos	33
Figura 4: Detalle de aligerado	34

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1: TP: vaciado del concreto	37
FOTO 2: TC: transporte de los materiales para el vaciado del concreto	37
FOTO 3: TNC: esperas y observación de la cuadrilla de trabajadores	38
FOTO 4 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 01	137
FOTO 5 - Colocación del ladrillo - Vivienda 01	137
FOTO 6 - Vaciado del concreto - Vivienda 01.....	138
FOTO 7 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 02	138
FOTO 8 - Colocación del acero - Vivienda 02.....	139
FOTO 9 - Vaciado del concreto - Vivienda 02.....	139
FOTO 10 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 03	140
FOTO 11 - Vaciado del concreto - Vivienda 03.....	140
FOTO 12 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 04	141
FOTO 13 - Vaciado del concreto - Vivienda 04.....	141

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, en la Ciudad de Cajamarca año 2017. Para lo cual se analizaron 04 viviendas ubicadas en la ciudad, dentro de los trabajos ejecutados se analizó y describió de manera concisa cómo se aplican las herramientas importantes de esta Filosofía de Lean Construction, con la finalidad de obtener los resultados de Tiempo Productivo (de acá en adelante será TP), Tiempo Contributorio (de acá en adelante será TC) y Tiempo No Contributorio (de acá en adelante será TNC), la cual servirá para obtener la productividad de dicha cuadrilla y cuáles son las fallas que afectan a la partida de losas aligeradas; dentro de los métodos usados en el presente trabajo de investigación, se observó de manera directa durante 2.5 horas promedio para cada vivienda, registrando en las fichas de recolección de datos (ver anexo 03), tomando mediciones de rendimientos y el desempeño de la cuadrilla de trabajadores contratados durante el proceso constructivo de losas aligeradas; las actividades realizadas fueron el encofrado, colocación del ladrillo, colocación del acero y el vaciado del concreto. Luego de concluir con el periodo de observación se procesó los datos en gabinete para calcular la productividad de la partida de losas aligeradas evaluadas. Después se obtuvo los resultados promedios en porcentajes para las 04 viviendas evaluadas, la vivienda 01 (TP=30.58%, TC=26.43% y TNC=42.99%), vivienda 02 (TP=36.95%, TC=39.76% y TNC=23.29%), vivienda 03 (TP=39.31%, TC=35.96% y TNC=24.72%) y vivienda 04 (TP=35.48%, TC=43.24% y TNC=21.28%), el promedio general para las 04 viviendas en el proceso de producción de losas aligeradas es TP = 35.58%, TC = 36.35% y TNC = 28.07%.

ABSTRACT

The present thesis has as main objective to evaluate the process of production of lightened slabs under the approach of Lean Construction, in the City of Cajamarca in 2017. For which we analyzed 04 houses located in the city, within the executed works was analyzed and Described in a concise way how the important tools of this Philosophy of Lean Construction are applied, with the purpose of obtaining the results of Productive Time (from here onwards it will be TP), Time (from here onwards it will be TC), and Non-Contributor Time (from here onwards it will be TNC), which will serve to obtain the productivity of said crew and what are the faults Which affect the clearance of lightened slabs; Within the methods used in the present research work, was observed directly during 2.5 hours average for each dwelling, recording in the data collection sheets (see Annex 02), taking measurements of yields and the performance of the crew of Workers hired during the construction process of lightened slabs; The activities carried out were the formwork, laying of the brick, laying of the steel and the emptying of the concrete. After completing the observation period, the data in the cabinet were processed to calculate the productivity of the lightweight slabs evaluated. After that, the average results were obtained in percentages for the four evaluated dwellings, housing 01 (TP = 30.58%, TC = 26.43% and TNC = 42.99%), housing 02 (TP = 36.95%, TC = 39.76% and TNC = 23.29 And housing 04 (TP = 35.48%, TC = 43.24% and TNC = 21.28%), the general average for the four housing units in the housing area (%), housing 03 (TP = 39.31%, TC = 35.96% and TNC = 24.72%) The production process of lightened slabs is TP = 35.58%, TC = 36.35% and TNC = 28.07%.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día, el Perú está pasando por un momento de crecimiento macroeconómico notable a nivel de Sudamérica. Así mismo, todo este crecimiento influye en el sector de la construcción, por lo que ahora este se encuentra en un momento de gran apogeo. Podemos observar este gran apogeo, en los diversos proyectos de inversión de gran magnitud que se están generando en la costa, sierra y selva; como son edificaciones de gran escala, carreteras longitudinales, estructuras para vías de tren, etc. Debido al gran movimiento de dinero que se generan en estos proyectos, también tiende a que se produjera alguna pérdida, esta sea en gran escala (Buleje, 2012).

El trabajo del recurso humano en la construcción, en general, es poco eficiente. Más del 50% del tiempo total de trabajo es destinado a trabajo no contributivo a la producción, lo que muestra la existencia de un alto potencial de mejoramiento (Martínez y Alarcón, 1988).

El crecimiento de la productividad, refleja el uso eficiente de los recursos con que cuenta una empresa o un sector. Más aún, la evolución de la productividad desempeña un papel central en el crecimiento económico que puede alcanzar un país, hecho que pone de manifiesto la importancia de avanzar en un mayor conocimiento de cómo puede ser identificada y medida (INEGI, 2003).

En el sector de la construcción y en obras se detecta que las actividades complementarias duran mayor tiempo y que cada proyecto es único, por lo cual se pueden generar factores adicionales que aumenten o disminuyan las actividades, debido a su dinámica y se caracterizan por grandes deficiencias y falta de efectividad, que afectan tanto al consumidor final como al cliente interno debido al atraso en proceso que tienen dependencia de otros (ruta crítica), generando actividades que no agregan valor, pero consumen tiempo, recursos y espacios, para finalmente traducirse en aumento de costos e incumplimiento en las entregas de los proyectos (López y Urruego, 2010).

Hoy en día existe una preocupación en el sector de la construcción, por no poseer información clara para elaborar un proyecto, por la existencia de bases de datos que permitan los rendimientos de mano de obra aproximados para cada región, además que el rendimiento de un trabajador es bajo o ineficiente (Arboleada, 2014).

Basándose en las observaciones mencionadas anteriormente, surge este proyecto que consiste en la selección y adaptación de una serie de herramientas y procedimientos que

permitan mejorar la productividad en el proceso de losas aligeradas bajo el enfoque Lean Construction. Para esto se realizó un muestreo del trabajo realizado a toda una cuadrilla de trabajadores con el fin de obtener un TP, TC y TNC. Y con los resultados obtenidos de dicha partida tener una referencia cual es el TP, TC y TNC para Cajamarca 2017.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las pérdidas en el proceso de producción de losas aligeradas, bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017?

1.3. Justificación

En este proyecto se aplica el concepto de “Lean Construction” una filosofía que busca mejorar el nivel de productividad de la industria de la construcción.

El crecimiento de la construcción en el Perú es uno de los sectores que ha ido creciendo constantemente cada año, pero no debemos descuidar las dificultades que se presenta con respecto a la productividad en obras de construcción.

El proyecto de investigación “proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017” nace por el interés de realizar una serie de evaluaciones de productividad realizadas para 04 viviendas de albañilería confinada durante su construcción, así como las malas técnicas en el proceso, nivel de productividad bajo, entre otros. Este proyecto busca optimizar métodos y técnicas constructivas con el fin de obtener un alto nivel de productividad ahorrando mano de obra, costo y tiempo.

Cuando nos referimos de pérdidas en el proceso de producción vemos cuales son estas pérdidas cometidas en campo y cuál sería la manera de mejorar y eliminar, identificando los principales problemas dando una solución bajo el enfoque de la Filosofía Lean Construction.

1.4. Limitaciones

El proyecto de investigación no presenta limitaciones

1.5. Delimitaciones

Se está considerando el desencofrado en losas aligeradas para las 04 viviendas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Seleccionar 04 viviendas en proceso constructivo de losas aligeradas en la ciudad de Cajamarca.
2. Elaborar la Carta de Balance en base a tiempos productivos, contributorios y no contributorios.
3. Comparar los datos obtenidos de los tiempos productivos, contributorios y no contributorios, con valores ya evaluados para 04 viviendas.
4. Elaborar los diagramas de Pareto e Ishikawa.
5. Determinar la productividad promedio de mano de obra en el proceso de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- Picchi (1993) en su libro: “Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios”, analizó todas aquellas pérdidas que se genera en los proyectos de edificación en Sao Paulo, llegando a concluir que se generaba un 30% de desperdicio del costo total de la obra, los cuales fueron contados en ITEMS de: Restos de materiales, espesores adicionales de mortero, dosificaciones no optimizadas, reparaciones y re-trabajos no computados en el resto de materiales, proyectos no optimizados, pérdidas de productividad debidas a problemas de calidad y costo debido a retrasos.
- Botero (2002) en su revista: “ Análisis de Rendimientos y consume de mano de obra en actividades de Construcción” establece que en el medio colombiano a pesar de existir bases de datos comerciales en las que se describen la productividad, rendimientos y consumos de mano de obra para actividades de construcción, su utilización está condicionada por un alto grado de desconfianza entre los profesionales de la construcción, quienes han modificado sus datos de acuerdo con sus necesidades o conveniencias, convirtiéndolos hasta la fecha en intentos aislados, que sumados a varios trabajos de grado presentados por estudiantes de Ingeniería, presentan una alta variación; menciona también que en el proceso de desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad del proyecto. El mismo autor en su investigación realizada en Colombia demuestra que el desconocimiento de los rendimientos reales de mano de obra en proyectos en cada región de Latino América y sus consecuencias en la elaboración y posterior ejecución de los proyectos es notorio. Esta fue una investigación sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción de proyectos de vivienda de interés social en mampostería estructural. Durante seis meses se realizaron observaciones y se tomaron datos suficientes para ser analizados estadísticamente. Como resultado, se inició la conformación de una base de datos sobre consumos de mano de obra, que incluye los factores que inciden sobre dicho consumo. Como aplicación práctica de la investigación, se desarrolló un software con el cual es posible predecir el consumo de mano de obra en las actividades estudiadas, a partir de la calificación de los factores de afectación.
- Ghio (2001), en su libro: “Productividad en obras de construcción – diagnóstico, critica y propuesta”, realizó el análisis para 50 obras en Lima, principalmente en el área de la edificación. Las obras se clasificaron por el tipo de empresa, así como por el tipo y monto de la edificación. El trabajo de investigación incluyó con el muestreo estadístico que fue de

forma aleatoria que contabilizaba en TP, TC y TNC. Esta medición fue orientada a la cuantificación de cómo es usado el tiempo por el personal obrero en toda la obra.

Los resultados más importantes fueron (tabla N° 01):

Tabla 1: Resultados generales de mediciones de ocupación del tiempo de 50 obras en Lima.

	TP	TC	TNC
Valores			
Promedio Lima	28 %	36 %	36 %
Mínimo TP	20 %	35 %	45 %
Máximo TP	37 %	36 %	26 %

Fuente: Ghio, 2001

Los resultados de ocupación del tiempo en los cuales se ha detectado un trabajo productivo (TP) promedio del orden del 28%. Esto quiere decir que, si se mejorase el sistema de gestión de la obra, manteniendo la capacidad de producción de las cuadrillas, se podría aumentar el porcentaje de tiempo ocupado por el TP, y, por ende, aumentar la producción total. Llega a la conclusión que en Lima se produce solo 2.8 horas en promedio en tiempo contributivo.

- Morales y Galeas (2006) en su tesis “Diagnóstico y Evaluación de la Relación entre el grado de Industrialización y los Sistemas de Gestión con el nivel de Productividad en Obras de Construcción”, diagnosticaron y evaluaron la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción, realizadas para 26 obras en Lima Metropolitana. Se realizó identificando y registrando adecuadamente las actividades que variaban con el fin de poder obtener un resultado comparable. La metodología empleada consistió en recorrer la obra, en los cuales se observa y anota la actividad que realiza cada obrero hasta completar 400 mediciones, durante cinco días a distintas horas. Cada actividad es clasificada según su aporte a la obra, de la siguiente manera: TP, TC y TNC. Lo cual llegaron a los siguientes resultados TP =31.50 %, TC= 43.10% y TNC= 25.40%. Concluyeron que la productividad de la mano de obra en obras de edificación para vivienda en Lima Metropolitana resulta ser de 31.50%, observándose que la mayor cantidad de tiempo, 43%, es dedicado a actividades contributivas.
- Salinas (2004) en su libro “Costos, Presupuestos, Valorizaciones y Liquidación de obra” expresa que el tema de los Rendimientos de Mano de Obra, es un parámetro de muy difícil evaluación, en razón de que al tratarse del elemento humano existen de por medio, entre

otros los siguientes factores que influyen de manera directa en el rendimiento: 1.- Edad del obrero, 2.- Capacidad física, 3.- Habilidad natural, 4.- Ubicación geográfica de la obra, etc.

- Amorós (2009) en su tesis “Estudio de los rendimientos de la mano de obra y su productividad en las edificaciones de la UNC – año 2007”, establece que la participación de la mano de obra considerada en los expedientes técnicos para edificaciones de las obras de la Universidad nacional de Cajamarca, es en promedio 29.68% del costo directo. El requerimiento de mano de obra, ha sido mayor al considerado en el expediente técnico; en el caso de la Residencia Universitaria es de 32.44% mayor al considerado en el primer expediente elaborado, trayendo consigo la reformulación del expediente. Concluye también que la productividad promedio y el rendimiento de la mano de obra, en obras de edificación de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, considerando las mismas cuadrillas, es menor en 17.32%, que la considerada en la información de CAPECO; siendo en promedio el trabajo productivo de 23.14%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teoría del consumo y rendimiento de la mano de obra

Según Botero (2002) la mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción. Los conceptos rendimiento y consumo, se prestan a confusiones entre ingenieros y arquitectos de la construcción. Es necesario entonces precisar el significado de estos dos términos.

Rendimiento de mano de obra: Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

Consumo de mano de obra: Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH/um (horas – Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Enmarcados entre los dos anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad, como lo muestra la tabla 2, de acuerdo a la propuesta de John S. Page en su libro "estimator's general construction man - hour manual"

Tabla 2: Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% -100%

Fuente: Estimator's general construction man - hour manual, John S. Page

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente (Botero, 2002).

2.2.2. Productividad en la construcción.

De acuerdo con la (Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT)) de la Cámara Chilena de la Construcción, 2001) en su artículo Índice de Productividad en la Construcción: Mito o Realidad, por productividad se deberá entender la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso la información.

Una productividad mayor significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, trabajo y tierra (Allmon, 2000).

Según Serpell citado por Botero Botero y Álvarez Villa (2004) la productividad en la construcción se define 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".

El sector de la construcción no es la excepción, y en los últimos años se ha incursionado en la implementación y adaptación de filosofías de otras industrias para el mejoramiento de la productividad. La filosofía de “Lean Construction”, una de las más conocidas a nivel mundial, cuyas estrategias y principios se han adecuados a las características y exigencias de la industria de la construcción, con el fin de optimizar los procesos involucrados durante el desarrollo de un proyecto. El sector de la construcción, en la actualidad se ve en la necesidad de cambiar o mejorar las metodologías constructivas empleadas, con el fin de lograr un buen desempeño dentro de dicha industria, considerando una mejor calidad del producto final, aumento de utilidades, así como mejorar el entorno de trabajo del obrero y personal de apoyo. “Las compañías pueden desarrollar y distribuir productos con la mitad del esfuerzo, espacio, herramientas, tiempo y costo total” (Womack, Jones, y Ross, 1992).

2.2.3. Lean Construction

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

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

- ✓ El producto y el proceso de producción son diseñados de manera conjunta para definir y alcanzar de una mejor manera los objetivos del cliente.
- ✓ El trabajo es estructurado a través del proceso de diseño del proyecto para maximizar el valor y reducir las pérdidas.
- ✓ Los esfuerzos para manejar y mejorar los rendimientos específicos son dirigidos a la mejora del rendimiento total del proyecto, debido a que este último logra ser más importante que la reducción del costo o el aumento de la velocidad en alguna actividad específica.
- ✓ El concepto de control es redefinido de “monitoreo de resultado” a “hacer que las cosas pasen”. El rendimiento de los sistemas de planeamiento y control son medidos y mejorados.

Desde el comienzo del trabajo en la teoría y métodos del Lean Construction, las dos han sido las principales contribuciones que han gobernado su desarrollo. La primera propuesta de Lauri Koskela del entendimiento de la construcción como una producción basada en el

concepto de Transformación - Flujo - Valor (TFV) y la otra es el método de control de la producción del último planificador (Last Planner) de Glenn Ballard y Gregory Howell (Morales y Galeas,2006).

Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro (Pons,2014).

Objetivos del Lean Construction

Las redes orientadas y cerradas siempre tienen actividades con holguras y el objetivo es convertir dichas actividades en críticas (holgura cero) pero teniendo en cuenta los flujos, los mismos que deben ser reducidos al mínimo con el mejoramiento continuo de la disposición en planta (layout plant) que repercute en una mejora en la producción y por ende en la productividad (Ibarra, 2011).

Características del Lean Construction

Según (Ibarra, 2011) considera estos principios:

- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Comunicación permanente.
- ✓ Eficiente uso de recursos.
- ✓ Mejoramiento continuo (kaizen).
- ✓ Constructabilidad.
- ✓ Mejoramiento de la productividad apoyándose en la Ingeniería de Métodos como la Carta de Balance.
- ✓ Reducción de los trabajos no contributivos (tiempos muertos), aumento del trabajo productivo y un manejo racional de los trabajos contributivos.
- ✓ Utilización del diagrama causa – efecto de Ishikawa (espina de pescado).
- ✓ Reducción de los costos de equipo, materiales y servicios.
- ✓ Reducción de los costos de producción.
- ✓ Reducción de la duración de la obra.
- ✓ Las actividades base son críticas y toda holgura es pérdida de costo y tiempo.

2.2.4. Lean Production

“Lean Production” es una filosofía de la industria manufacturera, puede entenderse como una nueva forma de diseñar optimizando los sistemas de producción para alcanzar los requerimientos de los clientes.

Fue desarrollada en la compañía japonesa Toyota, por el ingeniero Taichi Ohno a finales de la década de los cincuenta, influenciado por los criterios de W. Edwards Deming de Total Quality Management (TQM Control de Calidad Total). Ohno planteó objetivos concretos para el diseño de su sistema de producción, producir un carro para los requerimientos específicos de un cliente y entregarlo instantáneamente sin el uso de inventarios.

Orientados a alcanzar estos objetivos la filosofía de Lean Production plantea varias medidas como la reducción de pérdidas, las cuales están definidas como cualquier actividad que no contribuya a generación de un valor en el producto (Morales y Galeas, 2006).

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

La nueva filosofía de producción considera los siguientes elementos dentro de su diseño y control de la producción en la práctica (Koskela 1992):

- ✓ Reducción de las actividades que no agregan valor.
- ✓ Incremento del valor de la producción a través de una consideración sistemática de los requerimientos del cliente.
- ✓ Reducción de la variabilidad.
- ✓ Reducción del tiempo de los ciclos.
- ✓ Simplificación mediante la reducción de pasos, partes y relaciones.
- ✓ Incremento de la flexibilidad del producto terminado.
- ✓ Incremento de la transparencia de los procesos.
- ✓ Enfoque en el control de los procesos completos.
- ✓ Introducción de procesos de mejoramiento continuo dentro de nuestros procesos.
- ✓ Balance del mejoramiento de los Flujos con el mejoramiento de las conversiones.

2.2.5. Filosofía de Ishikawa.

Para Ayala (2012), el control de calidad consiste en el desarrollo, producción y comercialización y prestación de servicios con una eficiencia del costo y una utilidad óptimas, y que los clientes comprarán con satisfacción.

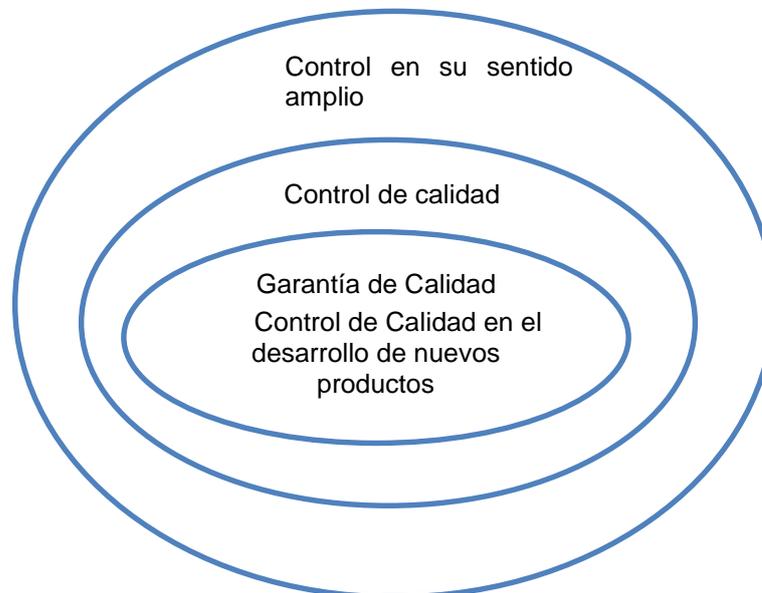
Para alcanzar estos fines, todas las partes de una empresa (alta dirección, oficina central, fábricas y departamentos individuales tales como la producción, diseño técnico, investigación, planificación, investigación de mercado, administración, contabilidad, materiales, almacenes, ventas, servicio, personal, relaciones laborales y asuntos generales) tienen que trabajar juntos. Todos los departamentos de la empresa tienen que empeñarse en crear sistemas que faciliten la cooperación y en preparar y poner en práctica fielmente las normas internas.

Esto sólo puede alcanzarse por medio del uso masivo de diversas técnicas tales como métodos estadísticos y técnicos, las normas y reglamentos, los métodos computarizados, el control automático, el control de instalaciones, el control de medidas, la investigación operativa, la ingeniería industrial y la investigación de mercado”.

Ya que el control de calidad sólo puede alcanzarse organizando todos los puntos fuertes de la empresa, a esta clase de control de calidad se la llama control de calidad total (CCT). Para poner en práctica el CCT hace falta:

- ✓ Tienen que participar todos los departamentos.
- ✓ Todos los miembros de la empresa tienen que estar implicados (directores, ejecutivos, trabajadores, etc.).
- ✓ El control de calidad se tiene que poner en práctica en conjunto.

Gráfico 1: Control de la Calidad



Fuente: Ayala, 2012.

El control de calidad total consiste en desarrollar, controlar y garantizar la calidad de los productos y servicios. Esto viene indicado en el anillo interno de la figura anterior. Sin embargo, cuando se comprende lo que quiere decir buena calidad en términos de productos

y servicios, podemos ampliar la definición del CCT y que signifique mejorar la calidad de todo, crear una empresa de alta calidad. Esto está representado en el segundo anillo de la figura. Algunas empresas utilizan el CCT en un sentido más amplio todavía, que significa aplicar rigurosamente los métodos del control de calidad a todo su trabajo (el anillo más externo de la figura) y seguir el ciclo PHCA (planificar-hacer-comprobar-actuar).

Cuando se pone en práctica el CCT, las empresas tienen libertad para elegir el punto de vista desde el que lo vayan a definir, con arreglo a la naturaleza de la empresa y la política de la alta dirección. Esto quiere decir que cuando una empresa introduce el CCT, su alta dirección tiene que anunciar claramente sus fines y su particular definición del mismo cuando lo introduzca. Sin embargo, no se tiene que olvidar la esencia del CCT: el principio de “la calidad es lo primero”, la garantía de calidad, y el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos (Ayala, 2012).

Los Principios Básicos

Las siete herramientas de Ishikawa son:

- ✓ Los diagramas de Pareto.
- ✓ Los diagramas de causa-efecto (diagramas “espinas de pescado” o Ishikawa)
- ✓ Los histogramas.
- ✓ Las hojas de control.
- ✓ Los diagramas de dispersión.
- ✓ Los flujogramas.
- ✓ Los cuadros de control.

Si bien Ishikawa admitió que no todos los problemas se podían resolver con estas herramientas, consideró que era posible encontrar una solución en el 95 por ciento de los casos, y que el operario de planta podía utilizarlas eficazmente. Si bien algunas de las herramientas habían sido bien conocidas en otra época, Ishikawa las organizó específicamente para mejorar el control de la calidad. Él creó el diagrama de causa-efecto, denominado en forma descriptiva “diagrama de espina de pescado”, otras veces llamado diagrama Ishikawa para distinguirlo de un tipo diferente de diagrama de causa-efecto utilizado en programas de computación.

Quizá la más trascendente de las herramientas sea la idea de los círculos de control de calidad (CCC). Su éxito le sorprendió incluso a él mismo, especialmente cuando la idea se exportó del Japón. Supuso que ninguna nación que no tuviera una tradición budista-confucionista sería inhóspita para los CCC. Hoy existen más de 250.000 círculos de control de calidad registrados por las oficinas centrales de Control de calidad en Japón, y más de 3.500 informes de estudios de casos de modelos implementados. Este aspecto esencial de

la gestión de calidad ha sido responsable de gran parte del mejoramiento de la calidad de los productos japoneses en las últimas décadas. Ishikawa considera que los CCC son más importantes para el sector de servicios que para la industria fabril, ya que los primeros trabajan en contacto más directo con el consumidor (Giugni,2009).

Hoja de Inspección

Mediante el diseño de un sencillo formato, se recopila información sobre indicadores, causas de los problemas etc. También es conocida como Hoja de Verificación u Hoja de Chequeo. La hoja de inspección es un registro de información que indica el número de veces que ha sucedido algo, por ejemplo, la cantidad de personas atendidas por hora en caja, tiempo de respuesta de promotores, causas de cheques devueltos, causa de solicitudes rechazadas, defectos en productos, etc. (Gonzales, 2012).

El formato debe contener la siguiente información:

- ✓ Área o departamento al que se refieren los datos.
- ✓ Fecha de recolección y hora si es necesario.

Para su elaboración se requiere:

1. Acordar el evento a observar, para que todos enfoquen lo mismo.
2. Decidir el período de tiempo en el cual se recabarán los datos.
3. Diseñar una forma clara y fácil de usar con suficiente espacio para registrar los datos.
4. Obtener los datos de manera consistente y honesta.

En este tipo de formato se utiliza para conocer la frecuencia con que aparecen las causas posibles de los problemas o también la frecuencia con que se presentan los clientes durante un determinado período, así como registrar el tiempo en que se tarda en atender un cliente o una solicitud. Igualmente puede utilizarse para recopilar pesos de productos, temperaturas de hornos, etc.

Si está bien estructurada le permite recolectar información de una forma sencilla y práctica de manera tal que no interrumpa las labores de la persona que está registrando la información.

Permite responder a pregunta tales como ¿Cuándo ocurre? ¿Dónde ocurre? ¿En qué consiste?, ¿Porque está sucediendo?, ¿Cómo sucede? ¿Con qué frecuencia?

Pasos para la elaboración de una hoja de verificación:

- ✓ Determinar claramente el proceso sujeto a observación.
- ✓ Enfocar su atención hacia el análisis de las características del proceso.
- ✓ Definir el período de tiempo durante el cual serán recolectados los datos.

- ✓ Diseñar una planilla de formato claro y fácil de usar. Asegúrese de que todas las columnas estén claramente descritas y de que haya suficiente espacio para registrar los datos.
- ✓ Obtener los datos de una manera consistente y honesta. Asegúrese de que se dedique el tiempo necesario para esta actividad.

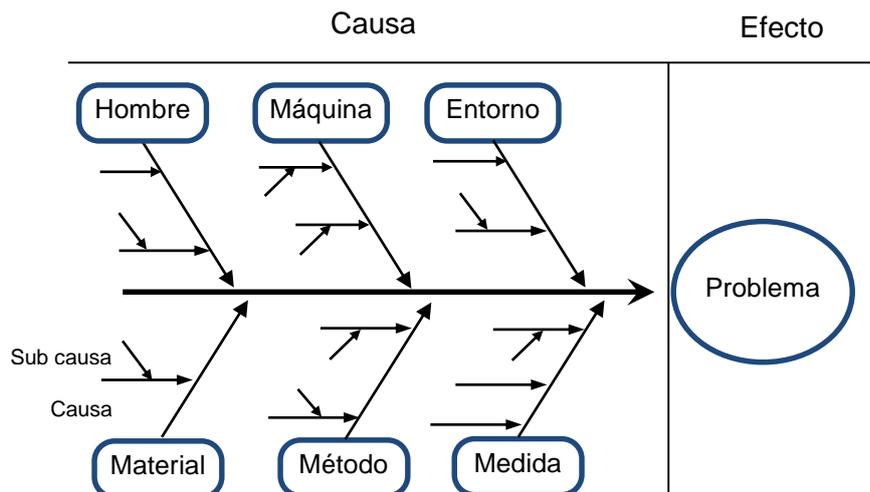
Tabla 3: Ejemplo de Hoja de Inspección o Lista de Verificación.

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOMENCLATURA	CONTEO	SUBTOTAL
Colocación de solado	S	VIII	8
Compactación	C	VI	6
Colocación de concreto	L	XI	11
Colocación de roca	R	IV	4
Vibrado	V	III	3
TOTAL			32

Fuente: González, 2012

El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Tal como se muestra en la figura siguiente:

Figura 1 - Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



Fuente: Ayala, 2012

Con este método de construcción del diagrama se debe ir directamente a las causas potenciales del problema, la selección de estas causas se hace por medio de una lluvia de ideas para tratar de atacar las causas reales y no consecuencias o reflejos. Este va de lo general a lo particular.

➤ Pasos para la construcción del Diagrama

Para Ayala (2012), los pasos que se deben seguir para la construcción de un diagrama de Ishikawa son los siguientes:

- ✓ Definir y delimitar claramente el problema o tema a analizar.
- ✓ Decidir qué tipo de diagrama de Ishikawa se usará.
- ✓ Buscar todas las causas probables, lo más concretas posibles, con apoyo del diagrama elegido y por medio de una sesión de lluvia de ideas.
- ✓ Representar en el diagrama de Ishikawa las ideas obtenidas y analizar el diagrama.
- ✓ Decidir cuáles son las causas más importantes mediante el diálogo.
- ✓ Decidir por qué causas actuar.
- ✓ Preparar un plan de acción para cada una de las causas a investigarse o corregirse.

2.2.6. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto también es conocido como la Ley 20-80 la cual expresa que *“generalmente unas pocas causas (20%) generan la mayor cantidad de problemas (80%)”*.

También se le conoce como Ley ABC utilizado para el análisis de inventarios.

Su origen se debe a los estudios realizados sobre el ingreso monetario de las personas, por el economista Wilfredo Pareto a comienzos del siglo XX.

Este tipo de análisis una forma de identificar y diferenciar los pocos “vitales”, de los muchos “importantes” o bien dar prioridad a una serie de causas o factores que afectan a un determinado problema, el cual permite, mediante una representación gráfica o tabular identificar en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o bien que tienen una incidencia o peso mayor.

También puede presentarse en otro tipo de formatos como una gráfica tipo “pastel”.

Se utiliza para establecer en dónde se deben concentrar los mayores esfuerzos en el análisis de las causas de un problema. Para ello es necesario contar con datos, muchos de los cuales pueden obtenerse mediante el uso de una Hoja de Inspección.

➤ Tipos de diagrama de Pareto

Para Gonzales 2012, existen dos tipos de diagramas de Pareto:

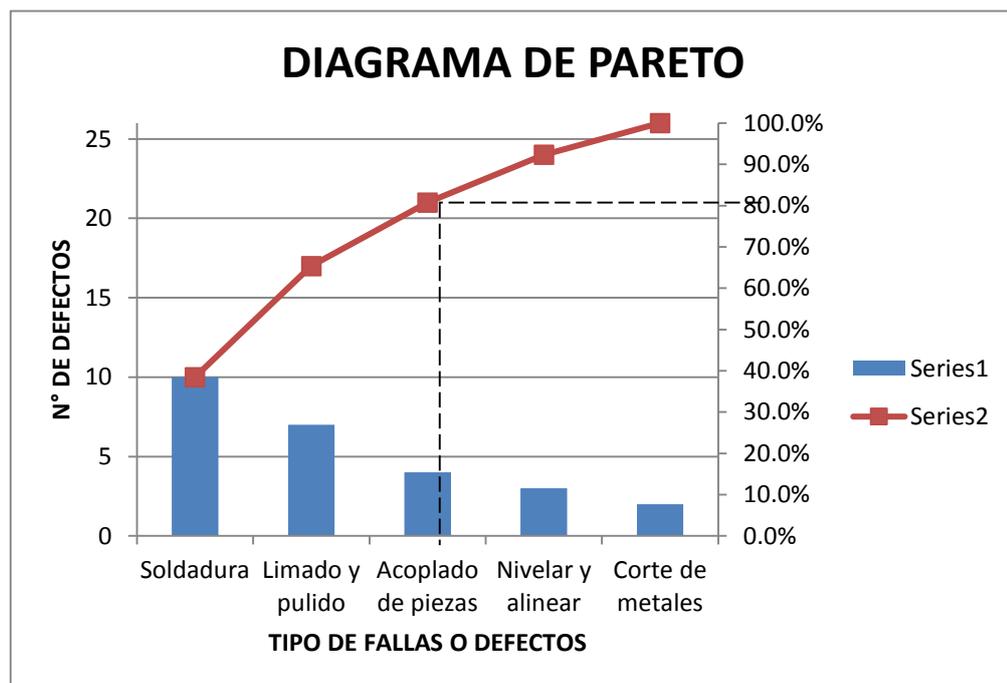
Diagramas de fenómenos. Se utilizan para determinar cuál es el principal problema que origina el resultado no deseado. Estos problemas pueden ser de calidad, coste, entrega, seguridad u otros.

Diagramas de causas. Se emplean para, una vez encontrados los problemas importantes, descubrir cuáles son las causas más relevantes que los producen.

Beneficios del diagrama de Pareto

- ✓ Es el primer paso para la realización de mejoras.
- ✓ Canaliza los esfuerzos hacia los “pocos vitales”.
- ✓ Ayuda a priorizar y a señalar la importancia de cada una de las áreas de oportunidad.
- ✓ Se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquiera de los componentes de la calidad del producto o servicio.
- ✓ Permite la comparación entre antes y después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.
- ✓ Promueve el trabajo en equipo ya que se requiere la participación de todos los individuos relacionados con el área para analizar el problema, obtener Información y llevar a cabo acciones para su solución.

Gráfico 2: Ejemplo de Diagrama de Pareto



Fuente: González, 2012

Para elaborar el Diagrama de Pareto se ordena la lista de causas, productos o clientes en forma decreciente (Mayor a menor) de acuerdo a la frecuencia con que se presentó cada una de las causas o bien el volumen de ventas por clientes o por productos. Es importante se haga en una misma unidad de medida cuando se trata de productos o clientes. Lo más conveniente es en valor monetario.

Seguidamente se calcula el porcentaje individual de cada categoría, dividiendo el valor de cada una por el total de las causas o productos.

El paso siguiente consiste en calcular el porcentaje acumulado, sumando en orden decreciente los porcentajes de cada uno de los rubros en forma acumulada.

Para categorizar los valores obtenidos se aplica la siguiente regla: aquellos ítems que se encuentren dentro del valor acumulado hasta el 80% se denominan A. Los siguientes ítems que pasen de 80,001% hasta el 95% se denominan B y al resto hasta completar el 100% se denomina C. Esto es lo que se conoce como Ley ABC o Ley 20-80, ya que aproximadamente el 20% de las causas en estudio generan el 80% del total de los efectos.

Para dibujar el gráfico: Utilizando un gráfico de barras, ordenar las causas de mayor a menor, anotando las causas en el eje horizontal (X) y los valores o frecuencia con que se presentó determinada causa en el eje vertical izquierdo (Y). El porcentaje se anota en el eje vertical derecho. Excel permite realizar este tipo de gráfico compuesto (Gonzales, 2012).

Tabla 4: Ejemplo de Diagrama de Pareto

TIPO DE FALLA O DEFECTO	Defectos Constructivos	Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Soldadura	10	10	38.5%	38.5%
Limado y pulido	7	17	26.9%	65.4%
Acoplado de piezas	4	21	15.4%	80.8%
Nivelar y alinear	3	24	11.5%	92.3%
Corte de metales	2	26	7.7%	100.0%
Totales	26		100.0%	

Fuente: González, 2012

En la tabla presentada más arriba se detallan los valores correspondientes a la cantidad de veces que se registró cada una de las causas que afectan al proceso, durante un período determinado.

Para cada causa, se calculó el porcentaje que representa en forma individual con respecto al total de causas registradas, y luego se ordenó la tabla de mayor a menor. Una vez ordenada la tabla, se calculó el porcentaje acumulado (González, 2012)

2.2.7. Modelo de conversión de procesos vs. Modelo de flujos de proceso.

Quizá una de las mejores formas de visualizar el potencial de mejoramiento en los sistemas productivos (ya sea en la construcción o en cualquier otra industria) es el nuevo modelo de

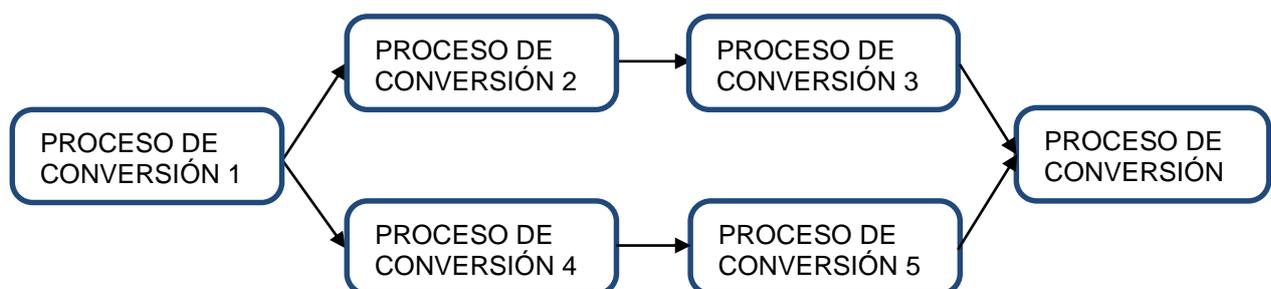
producción conocido como modelo de flujo de procesos. En esta sección se discuten tanto el modelo de flujos como el modelo convencional conocido como modelo de conversión.

En el modelo de conversión, un proceso de producción es la conversión de una materia prima en un producto terminado. El modelo de conversión de procesos es la forma clásica en que se representan los trabajos individuales en la construcción. Este es, además, el formato mental mediante el cual muchos representamos el trabajo. Así, este formato se usa para los conocidos CPM (Critical Path Method) y WBS (Work Breakdown Structure) y otros formatos estándares de representación del trabajo. Cada actividad (digamos, asentar ladrillo, vaciar concreto, colocar encofrado, etc.)

Se enmarca dentro de un rectángulo u otra figura. Cada rectángulo representa una conversión de materiales en bruto en algún producto terminado o en un proceso intermedio. Las flechas que unen dichos rectángulos nos indican la secuencia de las actividades, es decir qué precede a qué. La función principal del modelo de conversión de procesos es generar una descomposición jerárquica del trabajo, de forma que estas actividades descompuestas puedan ser controladas y optimizadas.

El proceso de conversión, sin embargo, está fundamentalmente errado. Al enfocarse únicamente en conversiones, el modelo elimina el concepto de los flujos físicos que existen entre los procesos de conversión- Estos flujos consisten principalmente de movimientos, esperas e inspecciones. En cierta forma, el modelo de conversión es una idealización correcta. Al menos desde el punto de vista del cliente tales actividades no son necesarias, ya que estas no le agregan valor al producto terminado. Sin embargo, en la práctica, el modelo ha sido interpretado de tal forma que estas actividades que no agregan valor pueden dejarse de lado y no ser consideradas, o puede pensarse que todas son actividades de conversión, y, por tanto, susceptibles de ser tratadas como actividades que añaden valor al producto (Koskela 1992).

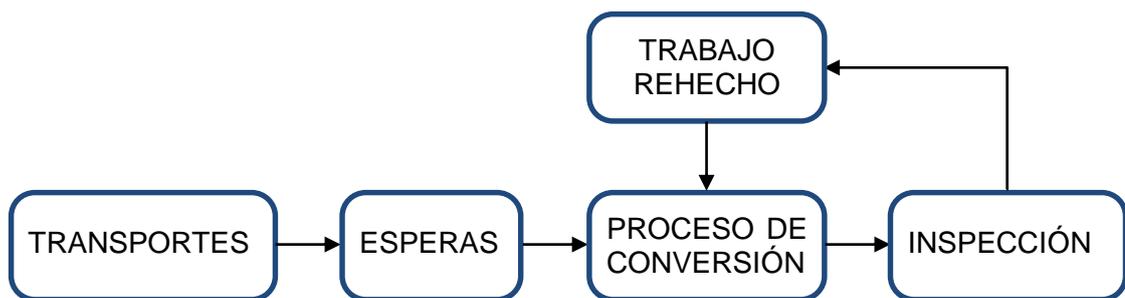
Figura 2 - Modelo de Conversión de Procesos



Fuente: Ghio, 2001

El modelo de flujo de procesos, por su parte, ve el trabajo como un flujo de información compuesto por la conversión propiamente dicha, la inspección, los transportes y las esperas. Su principal objetivo se centra en la eliminación de pérdidas y a la reducción de tiempos de cada actividad, liste enfoque, en cual se pasa de una visión en la que solo se considera el proceso de conversión a un esquema mental donde se toman en cuenta los (lujos que conectan el trabajo, permite dividir el trabajo en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) con mayor facilidad. Por otra, para el modelo de flujos representa con mayor exactitud la realidad. Por ejemplo, en la actividad de asentado de ladrillo, no solo tenemos el mero asentado del ladrillo y la mezcla. Dentro de la actividad tenemos el transporte de los ladrillos y mezcla desde el punto de recepción y preparación hasta el punto de colocación, la preparación de la mezcla, el mojado de ladrillos, la preparación de los andamios, las esperas varias, las instrucciones, las mediciones, las inspecciones, la repetición de trabajos mal ejecutados, por solo mencionar algunas otras actividades. En el caso del modelo de conversión, solo se representa la conversión propiamente dicha, obviándose el resto de los trabajos componentes de la actividad total. La conversión en sí, generalmente tiene algún nivel de perdidas (TC y TNC); sin embargo, la mayor concentración de estas está en el resto de trabajos incluidos principalmente en los flujos. El modelo de conversión, por lo tanto, se olvida de las pérdidas, lo cual dificulta encontrarlas y eliminarlas en la práctica. Esta es una de las razones teóricas por las que el nivel de TP es tan bajo en la construcción.

Figura 3 - Modelo de Flujos de Procesos
(Cada proceso se representa como la combinación de TP, RC y TNC)



Fuente: Ghio, 2001

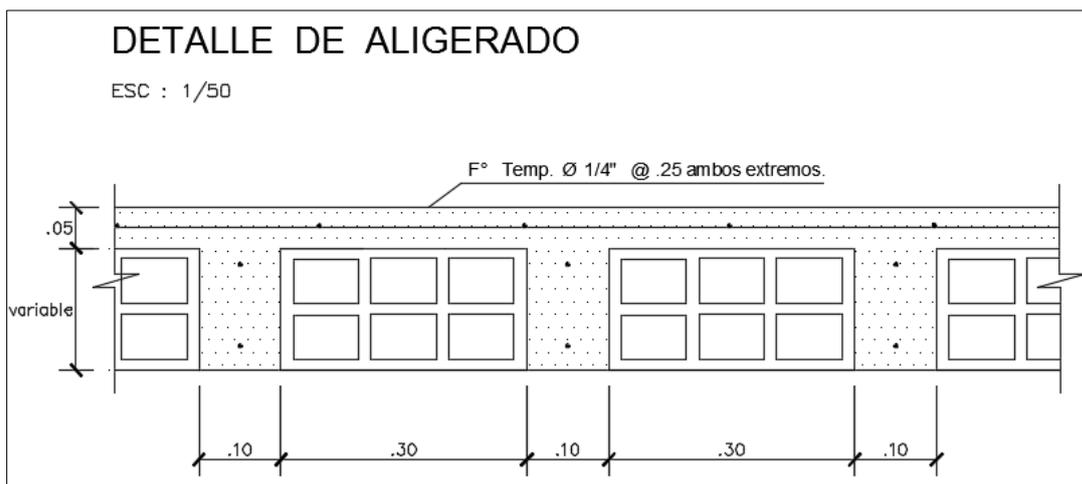
En resumen, para el modelo de representación de trabajo tradicional (modelo de conversión de procesos), las actividades de producción son concebidas como un grupo de operaciones o funciones que son controladas, operación por operación, para obtener menores costos y mejorar periódicamente con respecto a la productividad, al implementar nuevas tecnologías. Para una nueva filosofía de producción (modelo de flujo de procesos), las actividades de producción son concebidas como el flujo de procesos de materiales e información, los cuales son controlados apretada mente para obtener una mínima variabilidad y mínimos tiempos;

estos son mejorados continuamente con respecto a la reducción/ eliminación de pérdidas y generación de valor así como sometidos a perfeccionamientos periódicos con respecto de la eficiencia mediante la implementación de nuevas tecnologías (Ghio, 2001).

2.2.8. Losas Aligeradas

Para Blanco (1994): las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas esté relleno por un ladrillo aligerado (con espacios vacíos tubulares). El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes y ubicadas exactamente por debajo de las viguetas a vaciar, sobresaliendo en su ancho 2.5 cm, como mínimo a cada lado, de tal manera de permitir el apoyo de los ladrillos ubicados entre las viguetas

Figura 4: Detalle de aligerado



Fuente: Blanco 1994.

En el Perú las losas aligeradas se hacen con viguetas de 10cm. de ancho, separadas una distancia libre de 30 cm., debido a que los ladrillos se fabrican con este ancho; en otros países es usual considerar ladrillos de 40 cm. de ancho, lo que permite un mayor espaciamiento entre viguetas.

El espesor de las losas macizas o nervadas es totalmente variable, dependiendo de los requerimientos del diseño. Por el contrario, el espesor de los aligerados está prácticamente regido por el espesor de los ladrillos, ya que es común considerar una losa superior mínima de 5 cms. Así cuando se use un ladrillo de 20 cm. se tendrá un espesor total de la losa aligerada de 25 cms, (20 cm, de ladrillo y 5 cm. de losa superior).

En el Perú los aligerados usuales son de 17 cms, 20 cms, 25 cms y 30 cms., considerando que los ladrillos se fabrican en espesores de 12, 15, 20 y 25 cms., respectivamente.

Si comparamos los tres tipos de losas en cuanto a su capacidad resistente e inercia (rigidez), es obvio concluir que las losas macizas resultan más resistentes y con mayor inercia. Sin embargo, la comparación no se debería enfocar desde este punto de vista, sino considerando que al usar losas macizas podríamos especificar un menor espesor en relación a lo que se necesitaría si se usa una losa nervada o aligerada.

En el Perú el uso de las losas aligeradas está muy difundido debido a las siguientes razones:

- a) En hecho de empotrar las tuberías de desagüe en la losa, lo cual obliga a usar como mínimo espesores de 17 y/o 20 cms. En nuestro medio no es común utilizar falsos techos que podrían ocultar las tuberías colgadas, salvo en edificaciones especiales.

Si por razones de colocación de tuberías de desagüe no se pueden usar espesores de losa menores a los indicados, es evidente que un aligerado de 17 o 20 cm., resultaría más económico que una losa maciza del mismo espesor (menos concreto y menos peso, independiente del menor costo del encofrado)

- b) El hecho que la mano de obra sea relativamente económica y que por lo tanto el costo de la colocación de los ladrillos de techo no influya considerablemente en el costo total de la edificación.

- c) El menor costo de un encofrado para losas aligeradas (tablas independientes de 15 cms. de ancho) en relación al de un encofrado para losas macizas (tableros o paneles completos).

Sin embargo, en determinadas estructuras donde se tienen luces pequeñas (menores a 4.00 mts aproximadamente) y donde el problema de las tuberías de desagüe se soluciona mediante un desnivel o grada en relleno, puede ser rentable el uso de losas macizas de 12 o 13 cms, de espesor, frente a aligerados de 17 cms o 20 cms. si se considera además que con la solución de losas maciza se puede eliminar el tarrajeo o enlucido del fondo del techo, debido al uso de un encofrado liso y total (paneles, tableros de "triplay" o encofrado metálico).

2.2.9. Definición de términos básicos.

Para Ghio Castillo define los siguientes términos

- ✓ **Productividad:** es el cociente de la división de la producción ente los recursos usados para lograr dicha producción.
- ✓ **Pérdidas:** es toda aquella actividad que tiene un costo, pero no le agrega valor al producto terminado. Ejemplo: esperas, demoras, transporte, etc.

- ✓ **Producción sin pérdidas (lean production):** es aquel tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la eliminación/reducción de pérdidas. Cuenta con una serie de herramientas de gestión de la producción que le permiten reducir las pérdidas niveles bastantes bajos.
- ✓ **Trabajo Productivo (TP):** trabajo que aporta en forma directa a la producción. Ejemplo, asentar ladrillos, vaciar concreto, etc.
- ✓ **Trabajo Contributorio (TC):** trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor. Es una pérdida de segunda categoría. Ejemplo: recibir o dar instrucciones, leer planos, transporte de materiales, limpieza, etc.
- ✓ **Trabajo No Contributorio (TNC):** cualquier actividad que no genere valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor. Ejemplo: esperas, descanso, trabajo rehecho, viajes, etc.
- ✓ **Muestreo del Trabajo:** método de medición del nivel de actividad (distribución de la utilización del tiempo) de un proyecto u operación. Técnica de muy bajo costo, alta precisión y gran efectividad para implementar procesos de cambio y mejoramiento de la productividad.
- ✓ **Cuadrilla:** Es un grupo de trabajadores que es destinado a realizar un trabajo específico en la construcción.
- ✓ **Capacidad de Producción:** la cantidad de trabajo que puede llevar a cabo en un determinado tiempo una unidad e producción, ya sea individualmente o como grupo.
- ✓ **Flujo de Trabajo:** el movimiento de información y de materiales a través de la red de unidades de producción, cada uno de las cuales procesa antes de dejarlos pasar a la unidad de corriente abajo.

FOTO 1: TP: vaciado del concreto



Fuente: Elaboración propia, 2017.

FOTO 2: TC: transporte de los materiales para el vaciado del concreto



Fuente: Elaboración propia, 2017.

FOTO 3: TNC: esperas y observación de la cuadrilla de trabajadores



Fuente: Elaboración propia, 2017.

c) Hipótesis

Formulación de la hipótesis

Las pérdidas en el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, están dentro de los rangos de 26% a 37%.

Variables.

- ✓ **V. Dependiente:** Proceso de producción
- ✓ **V. Independiente:** Enfoque Lean Construction

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Tabla 5: Operacionalización de Variables

TIPOS DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD
INDEPENDIENTE	Enfoque de Lean Construction	Productividad es aquel tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la eliminación o reducción de pérdidas. Cuenta con una serie de herramientas de gestión de la producción que le permiten reducir las pérdidas niveles bastantes bajos. Se mide del trabajo realizado en TP, TC y TNC (Ghio, 2001).	Trabajo Productivo (TP)	Acero	Minuto
				Encofrado	Minuto
				Colocación de ladrillo	Minuto
				Vaciado	Minuto
			Trabajo Contributorio (TC)	Leer planos	Minuto
				Recibir / dar instrucciones	Minuto
				Transporte de materiales	Minuto
			Trabajo No Contributorio (TNC)	Observar	Minuto
				Conversar	Minuto
				Descansar	Minuto
				Permisos	Minuto
				Hablar por celular	Minuto
				Fatiga del trabajador	Minuto
				Ir a los SS.HH	Minuto
				Esperas (hacer colas)	Minuto
Realizar mandado	Minuto				
Comer en horas de trabajo	Minuto				
Caminar con las manos vacías	Minuto				
Rehacer trabajos	Minuto				

DEPENDIENTE	Proceso de producción	Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero no le agrega valor al producto terminado. Ejemplo de pérdidas: esperas, demoras, transporte, etc. (Ghio, 2001).	Pérdidas	Porcentaje	%
--------------------	------------------------------	--	-----------------	------------	---

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.2. Unidad de estudio

Se consideró al proceso constructivo de losas aligeradas.

3.3. Población

Se consideró a 04 viviendas unifamiliares que se encuentren en la fase del proceso constructivo de losas aligeradas, en la ciudad de Cajamarca 2017.

Nota: la población es por conveniencia.

3.4. Muestra (muestreo o selección)

Fue la evaluación de 04 viviendas unifamiliares que se encuentren en la fase del proceso constructivo de losas aligeradas, en la ciudad de Cajamarca 2017.

Nota: la muestra es por conveniencia.

3.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Se realizó mediante la observación directa a la cuadrilla de trabajadores para 04 viviendas unifamiliares que se encontraban en proceso de construcción, luego se llenó unas fichas técnicas que permitió evaluar las pérdidas en el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017, con una duración de una hora y un intervalo de tiempo cada un minuto, identificando los Trabajos Productivos, Trabajos Contributorios y Trabajos No Contributorios, estos tres tipos de trabajo se basó bajo el criterio de Ghio (2001)

Para el proceso de medición se visualizó desde un punto estratégico sin interrumpir sus labores de cada trabajador, la cual se llenó los formatos de acuerdo al tipo de trabajo (TP, TC y TNC) que realizaba cada trabajador.

3.6. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Procedimiento

- Primero se inspeccionó y se identificó 04 viviendas unifamiliares de albañilería confinada que estuvo en proceso de construcción en la fase de losas aligeradas.
- Se diseñó el formato para la toma apropiada de datos, estos formatos se anotan minuto a minuto los trabajos realizados por cada trabajador.
- Toma de datos en campo. Las mediciones en campo se tomaron para 04 viviendas unifamiliares, ubicándose en un punto estratégico.

- Trabajo en gabinete.
- Confeccionar la tabla de los datos tomados en campo, ordenándolas de mayor a menor.
- Elaboración del diagrama de Pareto.
- Elaboración del diagrama de Ishikawa
- Elaboración de la Carta de Balance.
- Resultados de la mejora de productividad.
- Comparar los resultados obtenidos para las 04 viviendas.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. VIVIENDA 01

✓ **Ubicación**

Jr. Los Andes Cdra. 01

Referencia: Intersección con cuadra 07 de Av. San Martín de Porres

✓ **Área:** 55.32 m².

✓ **Uso:** Vivienda Unifamiliar

4.1.1. Encofrado en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas (TT)	TT	
Colocación de las tablas (CCT)	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de solera	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO ONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 6 - Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 01

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	O	CCT	RI	CCPD
2	TM	RI	TM	RI
3	MV	RI	TM	CCPD
4	TM	RI	TM	O
5	TM	RI	TM	RI
6	TM	RI	TM	CC
7	O	CM	TM	CCPD
8	TM	MV	TM	CCPD
9	CM	RI	R	CCPD
10	MV	RI	R	RI
11	MV	RI	E	E
12	MV	CCT	E	CC
13	O	CM	CCPD	CCPD
14	TM	CM	E	E
15	TT	CM	E	E
16	O	CHT	E	E
17	TM	CCT	TM	TM
18	O	CCT	E	TM
19	MV	CM	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	C	CM	CCPD	MV
23	C	CM	O	O
24	C	O	R	O
25	C	O	R	O
26	TM	RI	RI	O
27	CM	RI	RI	O
28	CM	RI	TPD	O
29	CM	MV	O	O
30	CCPD	O	TPD	O
31	CM	O	CC	O
32	O	O	O	O
33	TPD	O	E	CM

34	O	CM	E	CCPD
35	TS	RI	RI	R
36	CS	CCT	O	R
37	TM	O	TM	R
38	CM	RI	CCPD	R
39	TM	CCT	TM	R
40	CC	RI	TM	CM
41	CS	O	R	O
42	CM	MV	E	TM
43	TM	CM	RI	TPD
44	MV	CM	CCPD	TPD
45	O	RI	RI	TPD
46	TM	MV	R	TM
47	TM	MV	R	TPD
48	O	RI	RI	TM
49	CCPD	RI	RI	O
50	RI	RI	TM	TPD
51	RI	RI	TM	CCPD
52	RI	RI	TM	E
53	CCS	RI	CC	CCPD
54	CCS	RI	TM	CCPD
55	CCPD	CM	O	CCPD
56	O	CM	O	O
57	O	CM	O	O
58	CCPD	CM	CC	O
59	O	CCT	CC	O
60	O	CCT	O	R

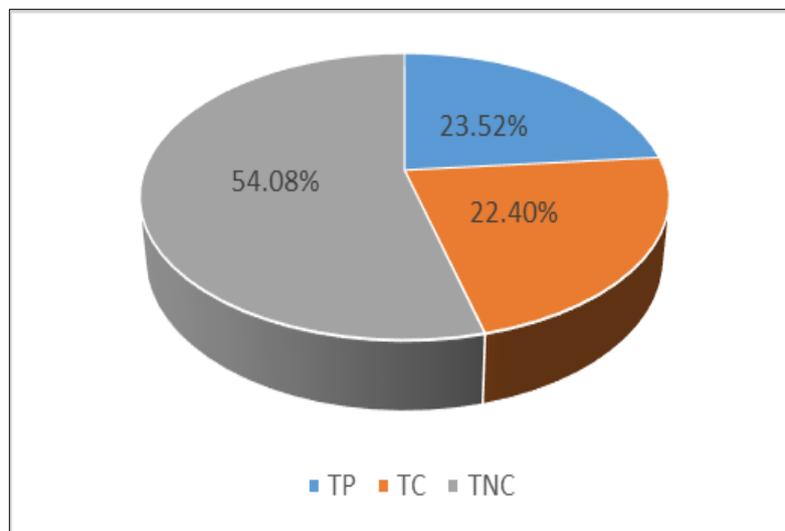
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 7 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 01

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	23.52%
TC	22.40%
TNC	54.08%
Total	100.00%

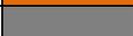
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 3 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado – Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.1.2. Ladrillo en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Colocación del ladrillo	CL	
Habilitación del ladrillo	HL	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 8 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 01

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01
1	TM	TM	TM
2	TM	TM	TM
3	TM	TM	TM
4	TM	TM	TM
5	TM	TM	TM
6	TM	TM	TM
7	TM	TM	TM
8	TM	TM	TM
9	TM	TM	TM
10	TM	TM	TM
11	TM	TM	TM
12	TM	TM	TM
13	TM	TM	TM
14	TM	TM	TM
15	TM	RT	H
16	TM	RT	R
17	TM	RT	TM
18	CL	RT	RT
19	TM	RT	RT
20	C	RT	RT
21	TM	RT	RT
22	CL	RT	TM
23	C	MV	TM
24	CL	RT	TM
25	MV	RT	R
26	CL	RT	R
27	TM	RT	R
28	TM	RT	R
29	CL	RT	R
30	TM	B	R
31	CL	RT	CT
32	RI	RT	RI
33	RT	O	R

34	RT	RT	R
35	TM	CL	R
36	TM	RT	R
37	RT	RT	R
38	RT	RT	R
39	CL	RT	TM
40	CL	CL	TM
41	CL	CL	TM
42	CL	CL	TM
43	CL	CL	TM
44	CL	CL	TM
45	CL	CL	TM
46	CL	CL	TM
47	CL	CL	TM
48	CL	CL	TM
49	CL	HL	TM
50	CL	TM	TM
51	CL	CL	TM
52	○	TM	TM
53	RT	HL	TM
54	CL	○	○
55	CL	MV	TM
56	CL	RT	RT
57	CL	RT	RT
58	CL	RT	TM
59	CL	CL	TM
60	H	CL	TM

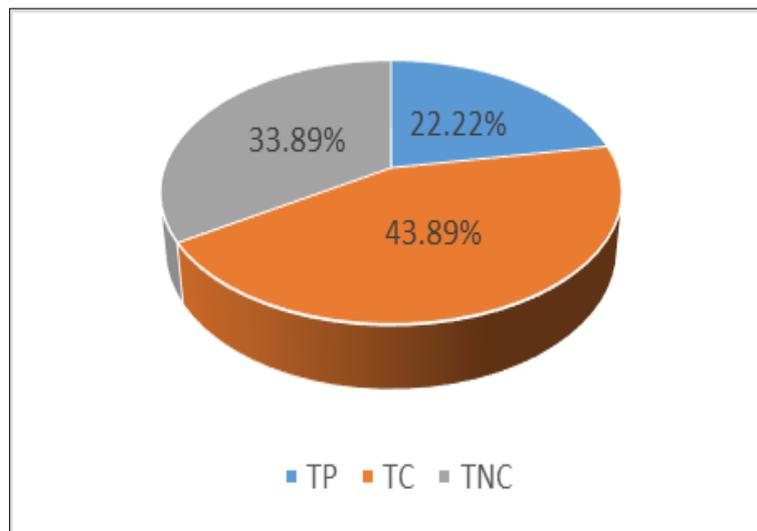
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 9 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 01

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	22.22%
TC	43.89%
TNC	33.89%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 4 - Distribución del trabajo de la Cuadrilla para la colocación del ladrillo - Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.1.3. Acero en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 10 - Carta de Balance del Acero - Vivienda 01

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	RT	TA	CCA	○
2	RT	MV	MV	MV
3	RT	TA	MV	MV
4	RT	TA	○	○
5	RT	TA	CCA	CCA
6	RT	TA	TM	TA
7	RT	MV	MV	MV
8	RT	TM	○	TM
9	RT	CCA	○	CCA
10	RT	CCA	○	CCA
11	RT	CCA	○	CCA
12	RT	CCA	○	○
13	RT	CCA	○	CCA
14	RT	AA	MV	MV
15	RT	MV	MV	MV
16	RT	CCA	CCA	MV
17	RT	CCA	CCA	CCA
18	RT	AA	○	AA
19	RT	CCA	○	CCA
20	RT	CCA	○	CCA
21	RT	CCA	CCA	CCA
22	RT	AA	AA	AA
23	RT	AA	AA	AA
24	RT	AA	AA	AA
25	RT	AA	AA	AA
26	RT	AA	AA	AA
27	RT	AA	AA	AA
28	RT	AA	AA	AA
29	RT	AA	AA	AA
30	RT	AA	AA	AA
31	RT	AA	AA	AA
32	RT	AA	AA	AA
33	RT	AA	AA	AA

34	RT	AA	AA	AA
35	RT	AA	AA	AA
36	RT	AA	AA	AA
37	RT	AA	AA	AA
38	TA	AA	AA	AA
39	RT	AA	AA	AA
40	RT	AA	AA	AA
41	RT	AA	AA	AA
42	RT	AA	AA	AA
43	RT	AA	AA	AA
44	RT	RI	RI	AA
45	RT	AA	AA	AA
46	RT	AA	AA	AA
47	RT	AA	AA	AA
48	RT	AA	AA	AA
49	RT	AA	AA	AA
50	RT	AA	AA	AA
51	C	AA	AA	AA
52	C	AA	AA	AA
53	O	AA	AA	AA
54	TM	AA	AA	TM
55	TM	AA	AA	TM
56	TM	AA	AA	TM
57	TM	AA	AA	TM
58	TM	AA	AA	TM
59	TM	AA	AA	TM
60	TM	AA	AA	TM

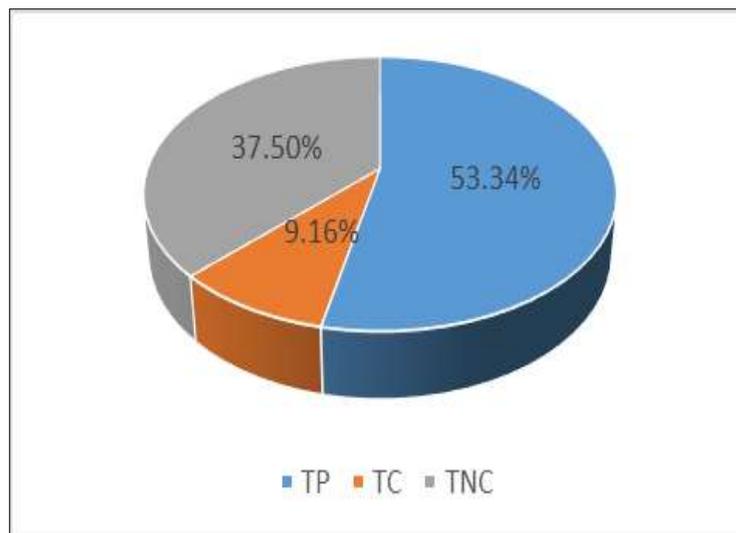
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 11 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 01

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	53.34%
TC	9.16%
TNC	37.50%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 5 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.1.4. Concreto en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 12 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 01

Nº MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	RT	RI	MV	VC	B	VC	E	O	O
2	RT	EM	VC	TM	TC	VC	TM	TM	TM
3	RT	O	E	E	TC	E	MC	O	O
4	RT	EM	CT	VC	TM	CT	MC	O	O
5	RT	EM	E	VC	E	E	TM	TM	TM
6	RT	EM	VC	TC	MV	TC	MC	O	O
7	RT	EM	MV	TC	E	VC	TM	TM	TM
8	RT	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
9	RT	EM	TC	MV	TC	E	MC	O	O
10	RT	O	E	TC	E	VC	TM	TM	TM
11	RT	O	TC	E	TC	E	MC	O	O
12	RT	EM	TC	E	TC	E	MC	O	O
13	RT	MV	E	MV	E	E	TM	TM	TM
14	RT	O	VC	TC	TC	TC	E	O	O
15	RT	EM	TC	TC	VC	TM	TM	TM	TM
16	RT	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
17	O	EM	TC	TC	TC	VC	TM	TM	TM
18	R	O	E	E	TC	TM	MC	O	O
19	R	EM	E	VC	E	E	MC	O	O
20	O	EM	E	E	E	CT	TM	TM	TM
21	RT	RT	TC	E	E	E	O	TM	TM
22	RT	RI	VC	VC	TC	TC	MC	O	O
23	O	O	E	E	E	TM	TM	TM	TM
24	O	O	E	E	B	E	TM	TM	TM
25	B	O	O	TC	TM	O	MC	O	O
26	RI	RI	TM	O	TC	TC	MC	TM	B
27	O	O	TC	TC	E	E	O	TM	O
28	RT	O	E	E	E	RI	TM	TM	TM
29	CT	MV	TC	E	TC	E	MC	O	O
30	RT	RI	E	E	TC	TC	MC	O	O
31	EM	O	VC	TC	VC	TC	O	O	O
32	EM	RI	TC	E	TC	E	TM	TM	TM

33	EM	O	TC	TC	TC	E	MC	O	O
34	MV	MV	TM	TM	TM	E	MC	TM	TM
35	EM	RI	TC	E	TC	TM	TM	TM	TM
36	O	EM	VC	VC	VC	TC	MC	O	O
37	R	O	VC	TC	VC	TC	E	O	O
38	R	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
39	R	B	TC	VC	TC	MV	MC	CT	CT
40	R	MV	TC	VC	TC	VC	TM	TM	TM
41	EM	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
42	O	EM	TC	VC	TC	E	E	O	O
43	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
44	O	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
45	R	EM	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM
46	R	O	E	E	E	E	E	TM	TM
47	C	C	VC	TC	TC	VC	MC	O	O
48	EM	EM	VC	E	VC	TC	TM	TM	TM
49	R	O	E	E	TM	CT	MC	O	O
50	R	O	E	TC	VC	E	MC	O	O
51	O	EM	E	E	E	E	TM	TM	TM
52	O	MV	TC	TC	VC	TC	MC	O	O
53	MV	O	TC	VC	VC	TC	TM	TM	TM
54	R	O	E	E	E	E	TM	TM	TM
55	R	O	VC	E	TC	VC	MC	O	O
56	B	EM	E	E	E	E	TM	TM	TM
57	MV	O	E	E	TC	E	MC	O	O
58	R	O	E	TC	VC	E	MC	O	O
59	R	EM	E	E	E	E	TM	TM	TM
60	R	O	TC	VC	VC	TC	O	O	O

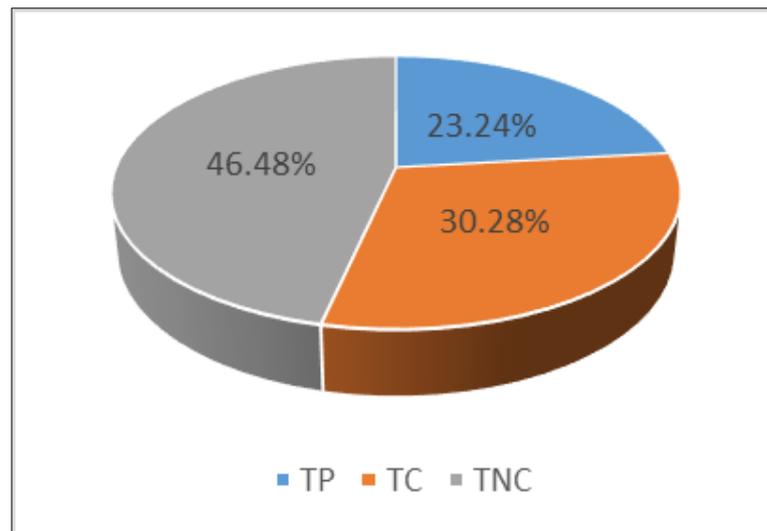
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 13 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 01

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	23.24%
TC	30.28%
TNC	46.48%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 6 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

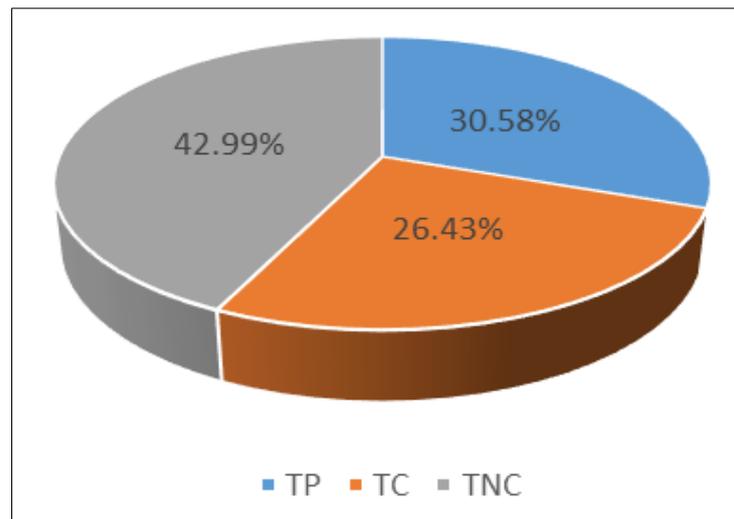
Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

- ✓ **Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada.**

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	30.58%
TC	26.43%
TNC	42.99%
Total	100.00%

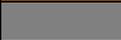
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 7 - Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.1.5. Control de procesos productivos

Tabla 14 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 01

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	CONTEO	SUBTOTAL
Encofrado	E	XI	11
Colocación del ladrillo	L	II	2
Colocación del acero	A	IV	4
Vaciado del concreto	C	VIII	8
TOTAL			25

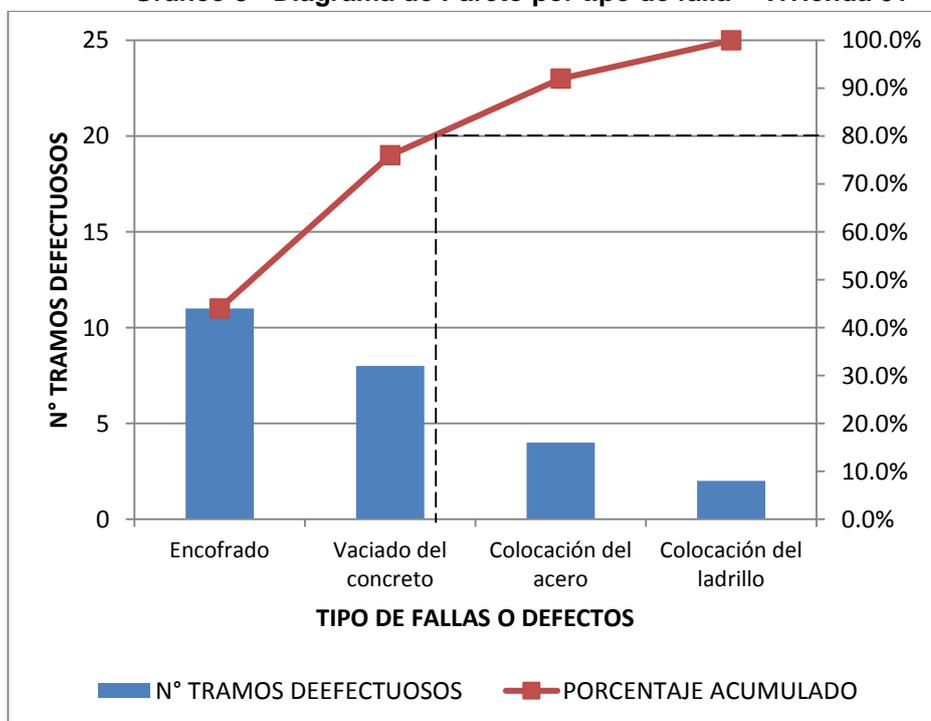
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 15 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 01

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	N° Tramos defectuosos	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Encofrado	E	11	11	44.0%	44.0%
Vaciado del concreto	C	8	19	32.0%	76.0%
Colocación del acero	A	4	23	16.0%	92.0%
Colocación del ladrillo	L	2	25	8.0%	100.0%
Totales		25		100.0%	

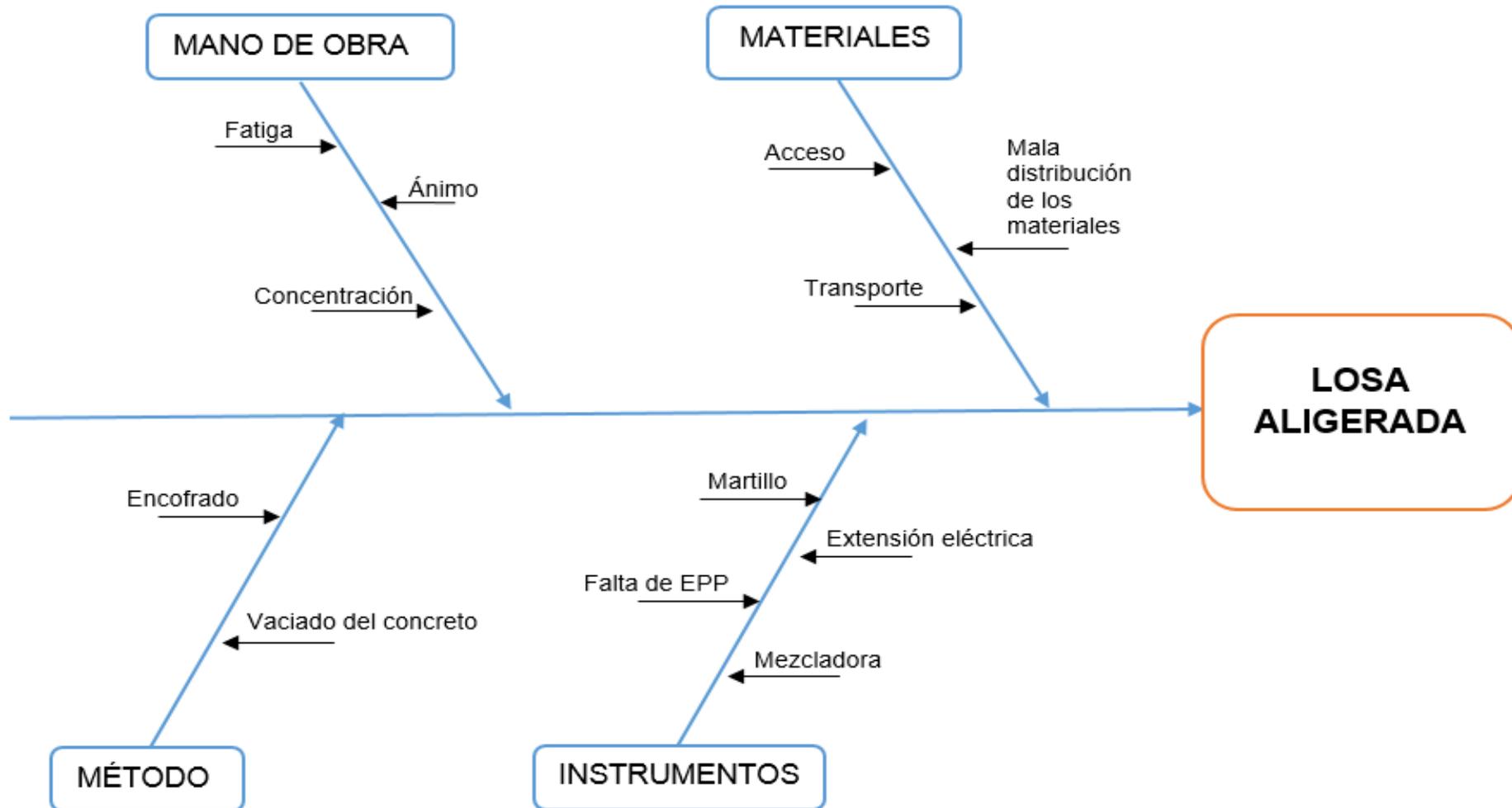
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 8 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 9 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 16 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico – Vivienda 01

CAUSAS DE LOS DEFECTOS	CONTEO	SUBTOTAL
Fatiga del trabajador	VI	6
Rehacer trabajos	VIII	8
Conversar	III	3
Transporte	IV	4
TOTAL		21

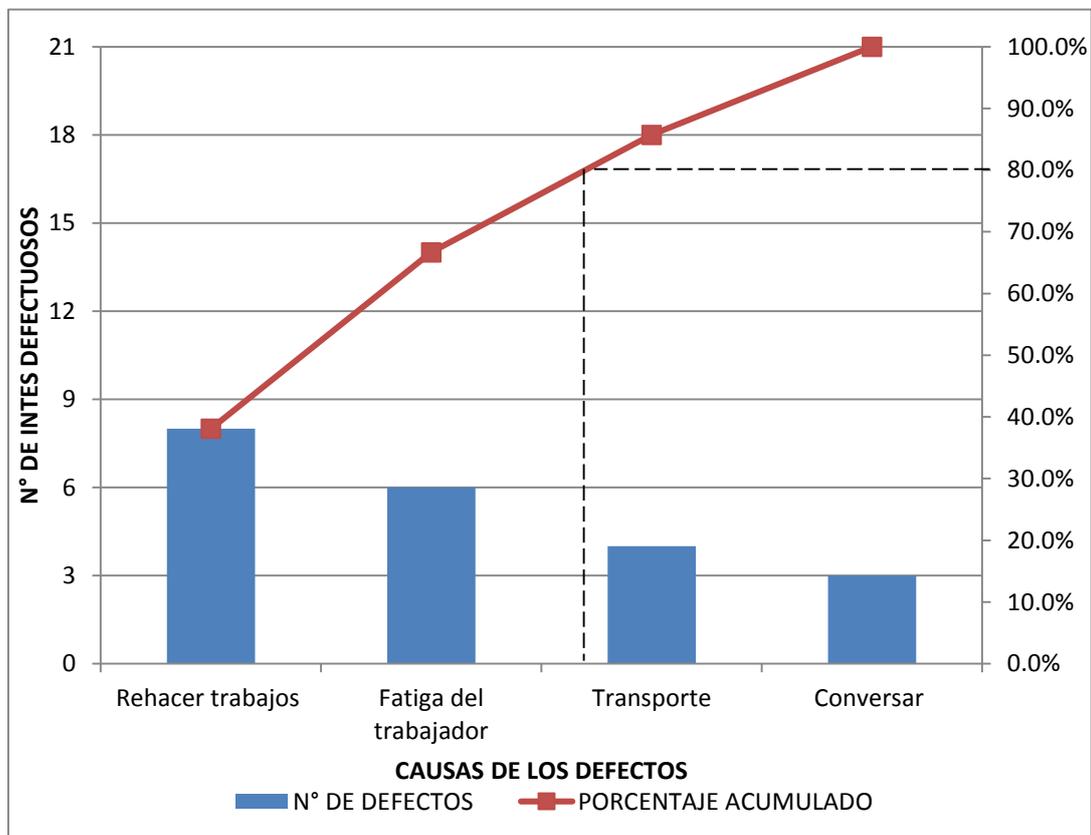
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 17 - Ordenamiento de las causas – Vivienda 01

CAUSA DE LOS DEFECTOS	N° DEFECTOS	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Rehacer trabajos	8	8	38.1%	38.1%
Fatiga del trabajador	6	14	28.6%	66.7%
Transporte	4	18	19.0%	85.7%
Conversar	3	21	14.3%	100.0%
Totales	21			

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 10 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 01



Fuente: Elaboración Propia, 2017

4.2. VIVIENDA 02

✓ **Ubicación**

Jr. Manuel Elkin Cdra. 01

Referencia: Urb. Los Eucaliptos

✓ **Área:** 130.80 m².

✓ **Uso:** Vivienda Unifamiliar

4.2.1. Encofrado en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas	TT	
Cortes de tablas	CT	
Colocación de las tablas	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de soleras	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Cortes de pies derechos	CPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 18 - Carta de Balance del encofrado - Vivienda 02

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	O	TM	RI	TM
2	CCT	RI	RI	TM
3	CCT	C	C	TM
4	CCT	CM	TS	TM
5	CCT	C	C	TM
6	CCT	C	C	TM
7	RI	MV	TM	TM
8	CCS	O	TPD	CCPD
9	RI	O	TPD	TM
10	CCS	MV	TPD	MV
11	O	MV	TPD	CM
12	TS	TS	TM	CM
13	TS	TM	MV	O
14	TS	TM	CPD	O
15	RI	MV	CPD	CM
16	O	MV	CPD	CM
17	CCPD	O	CPD	CM
18	O	TM	CS	RT
19	CCS	O	CS	CCPD
20	C	MV	CPD	MV
21	CCT	MV	CM	O
22	TM	CCS	CM	O
23	CCT	O	CM	CCPD
24	CCT	TM	CPD	CCT
25	RI	CM	CCPD	CM
26	RI	CM	TS	RI
27	CM	TPD	CM	O
28	RI	CCPD	CCS	RI
29	CM	CCPD	CCS	O
30	RI	O	CM	CM
31	RI	TM	TPD	CM
32	RI	CM	TPD	CM
33	TT	TS	TPD	RI

34	TT	LP	CPD	RI
35	RI	LP	CM	R
36	TM	CCT	TT	TM
37	CCT	TM	CT	CCT
38	RI	MV	CT	CM
39	RI	MV	TM	CM
40	CM	TM	CCT	CCPD
41	CM	TM	O	CCPD
42	CM	TM	CCT	RI
43	RI	TM	CM	O
44	O	TM	CCT	TM
45	RI	MV	CM	CM
46	O	B	CCT	CM
47	RI	B	RT	CM
48	O	MV	CM	CM
49	CS	O	CM	CCPD
50	CM	O	CM	RI
51	RI	MV	CM	RI
52	CCS	CCS	CM	CCPD
53	CPD	LP	RI	TM
54	RI	TM	CM	CM
55	CCPD	TM	TM	CCS
56	RI	MV	TM	RI
57	O	O	CM	TM
58	O	TS	MV	TM
59	O	O	CS	TM
60	O	O	TM	R

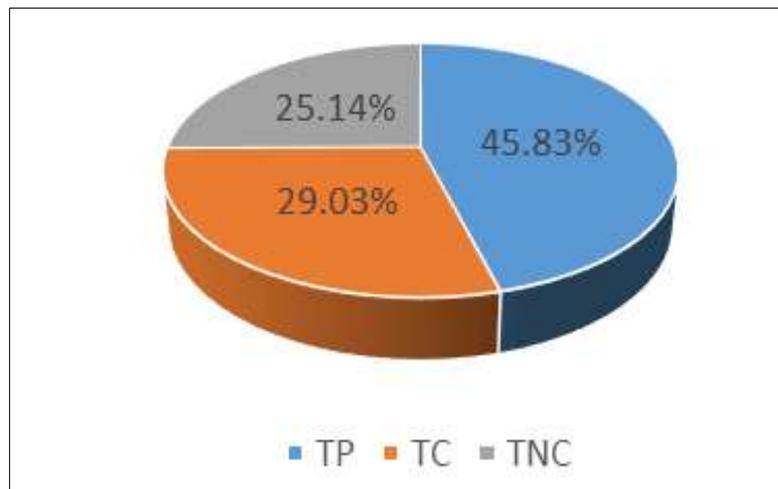
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 19 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 02

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	45.83%
TC	29.03%
TNC	25.14%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 11 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.2.2. Ladrillo en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OF + 03 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Colocación del ladrillo	CL	
Habilitación del ladrillo	HL	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 20 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 02

N° MEDICION	Oficial	Peón 01	Peón 02	Peón 03
1	CL	TM	TM	TM
2	CL	TM	TM	TM
3	CL	TM	TM	TM
4	CL	TM	TM	TM
5	CL	TM	TM	TM
6	CL	TM	TM	TM
7	CL	TM	TM	TM
8	CL	TM	TM	TM
9	CL	TM	TM	TM
10	CL	TM	TM	TM
11	CL	TM	TM	TM
12	CL	TM	TM	H
13	CL	TM	TM	H
14	E	E	E	H
15	D	D	D	H
16	D	D	D	H
17	D	D	D	H
18	TM	TM	TM	H
19	TM	TM	TM	H
20	CL	TM	TM	TM
21	CL	TM	TM	TM
22	CL	TM	TM	TM
23	CL	TM	TM	TM
24	CL	TM	TM	TM
25	E	TM	TM	TM
26	CL	D	E	TM
27	CL	D	E	TM
28	CL	TM	TM	TM
29	CL	TM	TM	TM
30	CL	TM	TM	TM
31	CL	TM	TM	TM
32	CL	TM	TM	TM
33	CL	TM	TM	TM

34	CL	TM	TM	TM
35	CL	TM	TM	TM
36	CL	TM	TM	TM
37	CL	TM	TM	TM
38	CL	TM	TM	TM
39	CL	TM	TM	TM
40	CL	TM	TM	TM
41	CL	TM	TM	TM
42	CL	TM	TM	TM
43	CL	TM	TM	H
44	E	E	E	H
45	D	D	D	D
46	D	D	D	D
47	D	D	D	D
48	TM	TM	TM	TM
49	CL	TM	TM	TM
50	CL	TM	TM	TM
51	CL	TM	TM	TM
52	CL	TM	TM	TM
53	CL	TM	TM	TM
54	CL	TM	TM	TM
55	CL	TM	TM	TM
56	CT	CT	CT	CT
57	CT	CT	CT	CT
58	CT	CT	CT	CT
59	CT	CT	CT	CT
60	CT	CT	CT	CT

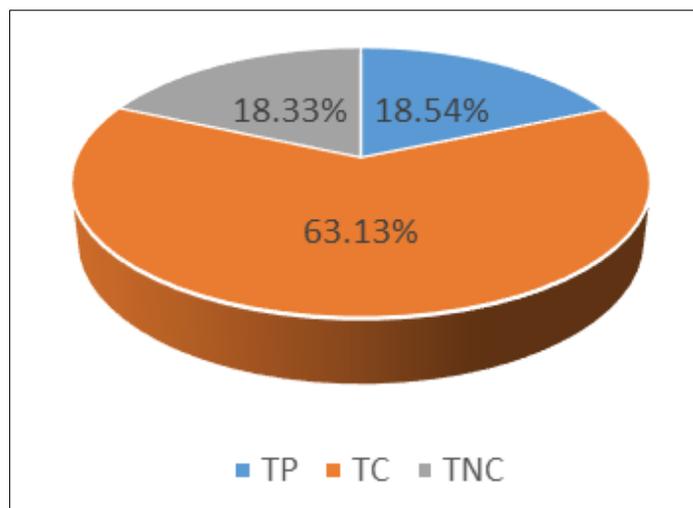
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 21 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 02

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	18.54%
TC	63.13%
TNC	18.33%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 12 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.2.3. Acero en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 03 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 22 - Carta de Balance del acero - Vivienda 02

N° MEDICION	Peón 01	Peón 02	Peón 03
1	DA	AA	AA
2	DA	AA	AA
3	DA	AA	AA
4	DA	AA	AA
5	DA	AA	AA
6	DA	AA	AA
7	CA	AA	AA
8	CA	AA	AA
9	CA	AA	AA
10	TM	AA	AA
11	TM	AA	AA
12	TM	AA	AA
13	DA	AA	AA
14	DA	DA	DA
15	TA	DA	DA
16	TA	DA	DA
17	CA	DA	DA
18	CA	TM	TM
19	CA	TM	TM
20	CCA	TM	TM
21	AA	CCA	CCA
22	AA	R	CCA
23	○	CCA	CCA
24	AA	○	RI
25	AA	CCA	CCA
26	AA	CCA	CCA
27	AA	MV	CCA
28	AA	R	TA
29	TM	○	○
30	AA	○	CA
31	○	R	CA
32	AA	RI	CA
33	AA	CCA	CCA

34	AA	CCA	TM
35	AA	O	H
36	AA	CCA	CCA
37	O	CCA	CCA
38	AA	RI	TA
39	AA	RI	DA
40	AA	RI	DA
41	TM	CCA	CCA
42	CCA	TM	TM
43	DA	RI	MV
44	CCA	R	TM
45	DA	R	CA
46	MV	O	MV
47	DA	DA	C
48	DA	DA	CA
49	DA	AA	MV
50	AA	TA	CA
51	AA	TA	CA
52	CCA	TA	CA
53	CCA	TA	O
54	CCA	MV	CCA
55	DA	O	DA
56	TM	CCA	CCA
57	CCA	TM	TM
58	AA	CCA	CCA
59	AA	MV	CCA
60	TM	AA	AA

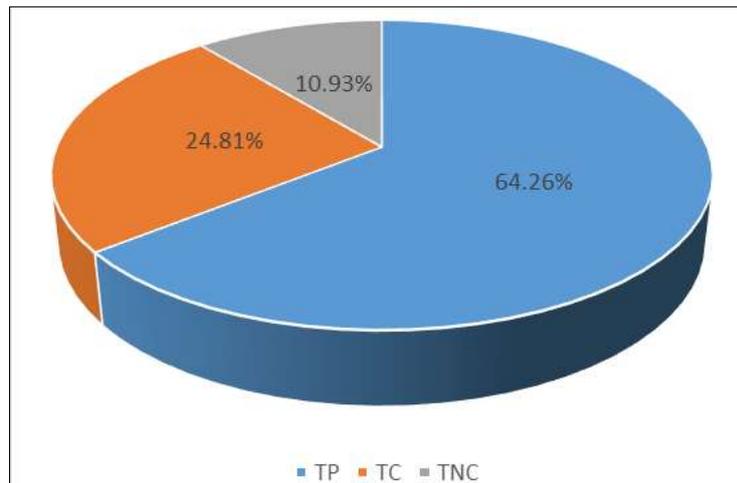
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 23 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 02

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	64.26%
TC	24.81%
TNC	10.93%
Total	100.00%

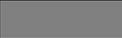
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 13 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.2.4. Concreto en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 12 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ Carta de Balance

Tabla 24 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 02

N° MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1	C	C	VC	TC	VC	TC	TC	E	E	E	MC	O	O	E
2	C	C	E	E	TC	TC	E	TC	VC	TC	E	TM	E	TC
3	R	C	TC	TC	E	E	FT	FT	TM	VC	MC	TM	TM	E
4	O	EM	TC	TC	FT	E	E	E	FT	VC	MC	E	TM	TC
5	R	O	E	E	TC	TC	TC	C	E	TC	TM	TM	FT	E
6	O	EM	CT	FT	TC	TC	FT	E	VC	VC	E	TM	TM	E
7	R	O	CT	CT	TC	TC	TC	TC	TM	E	O	TM	TM	TC
8	EM	RI	VC	TC	E	TC	TC	E	CT	CT	MC	O	O	TC
9	O	O	E	E	TC	TC	TC	VC	FT	VC	E	TM	TM	CT
10	EM	O	E	E	E	TC	TC	VC	E	TC	TM	TM	TM	TC
11	R	RI	TC	TC	TC	TC	TC	O	C	C	TM	TM	TM	TC
12	R	EM	TC	TC	E	E	E	VC	VC	TC	E	TM	O	TC
13	O	O	TC	TC	E	E	FT	FT	TM	VC	MC	E	TM	FT
14	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	E	TC	E	TM	TM	FT
15	R	EM	TC	TC	VC	TC	TC	MV	TM	E	TM	TM	TM	TC
16	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	VC	TM	TM	O	TC
17	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	TM	VC	MC	E	TM	O
18	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	E	TM	TM	O
19	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
20	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	C	FT	MC	TM	O	TC
21	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	E	E	E	TM	TC
22	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	TC	TM	TM	TM	O
23	R	RI	CT	CT	TC	TC	TC	TC	E	VC	E	TM	TM	TC
24	R	EM	TC	TC	E	E	E	E	TM	E	MC	TM	TM	TC
25	O	EM	O	O	TC	TC	TC	TC	VC	TM	TM	E	TM	TC
26	R	O	TC	TC	E	E	E	VC	VC	VC	MC	TM	O	TC
27	R	O	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	E	TM	TM	TC
28	O	EM	TC	TC	FT	E	E	VC	VC	TM	MC	TM	TM	TC

29	R	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	VC	TM	E	TM	O
30	C	EM	CT	CT	TC	E	TC	TC	E	E	E	TM	O	TC
31	EM	RI	VC	TC	VC	TC	TC	E	FT	E	MC	O	O	E
32	R	R	E	E	TC	TC	E	TC	FT	TC	E	TM	E	TC
33	R	C	TC	TC	E	E	E	VC	TM	FT	MC	TM	TM	E
34	O	EM	TC	TC	FT	E	E	E	VC	VC	MC	E	TM	TC
35	R	O	E	E	TC	TC	TC	VC	E	TC	TM	TM	E	E
36	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	E	VC	VC	E	TM	TM	E
37	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	TM	E	O	TM	TM	TC
38	EM	RI	VC	TC	E	TC	TC	E	CT	CT	MC	O	O	TC
39	O	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	VC	E	TM	TM	CT
40	EM	O	E	E	E	TC	TC	VC	E	TC	TM	TM	TM	E
41	R	EM	TC	TC	TC	TC	TC	O	VC	E	TM	TM	TM	TC
42	R	EM	TC	TC	E	E	E	VC	VC	TC	E	TM	O	TC
43	O	O	TC	TC	E	E	FT	VC	TM	VC	MC	E	TM	FT
44	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	E	TC	E	TM	TM	FT
45	R	EM	TC	TC	VC	TC	TC	MV	TM	E	TM	TM	TM	TC
46	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	VC	TM	TM	O	TC
47	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	TM	VC	MC	E	TM	O
48	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	E	TM	TM	O
49	C	O	E	C	TC	TC	TC	VC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
50	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	TM	VC	MC	TM	O	TC
51	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	E	E	E	TM	TC
52	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	TC	TM	TM	TM	O
53	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	E	VC	E	TM	TM	TC
54	R	EM	TC	TC	E	E	E	E	TM	E	MC	TM	TM	TC
55	O	EM	O	O	TC	TC	TC	TC	VC	TM	TM	E	TM	C
56	R	O	TC	TC	E	E	E	VC	VC	VC	MC	TM	O	TC
57	R	O	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	E	TM	TM	TC
58	O	EM	TC	TC	FT	E	E	VC	VC	TM	MC	TM	TM	E
59	R	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	VC	TM	E	TM	O
60	R	EM	CT	CT	TC	E	TC	TC	E	E	E	TM	O	TC

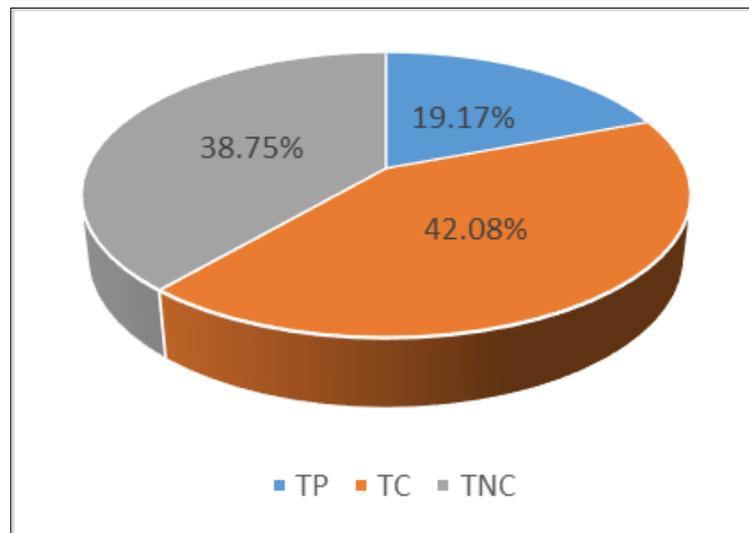
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 25 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 02

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	19.17%
TC	42.08%
TNC	38.75%
Total	100.00%

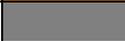
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 14 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

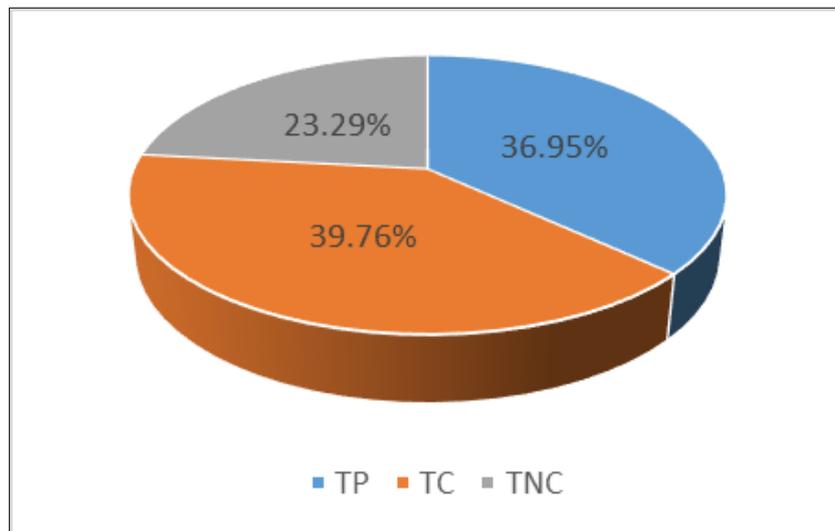
Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

- ✓ **Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada.**

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	36.95%
TC	39.76%
TNC	23.29%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 15 - Promedios de los Trabajos en losa aligerada - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.2.5. Control de procesos productivos

Tabla 26 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 02

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	CONTEO	SUBTOTAL
Encofrado	E	IV	4
Colocación del ladrillo	L	I	1
Colocación del acero	A	VI	6
Vaciado del concreto	C	X	10
TOTAL			21

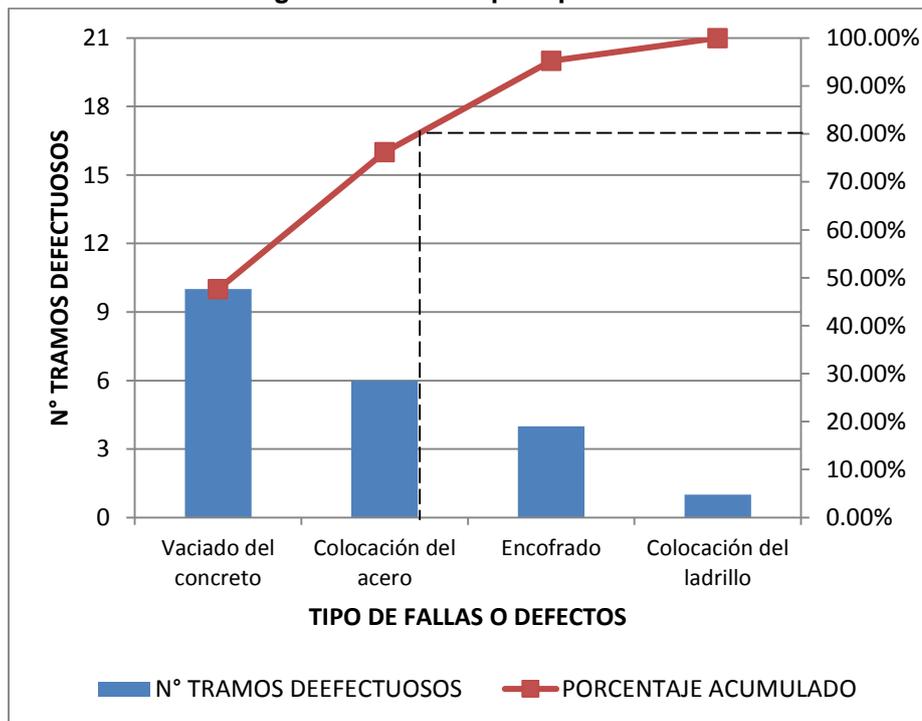
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 27 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 02

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	N° Tramos defectuosos	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Vaciado del concreto	C	10	10	47.62%	47.62%
Colocación del acero	A	6	16	28.57%	76.19%
Encofrado	E	4	20	19.05%	95.24%
Colocación del ladrillo	L	1	21	4.76%	100.00%
Totales		21		100.00%	

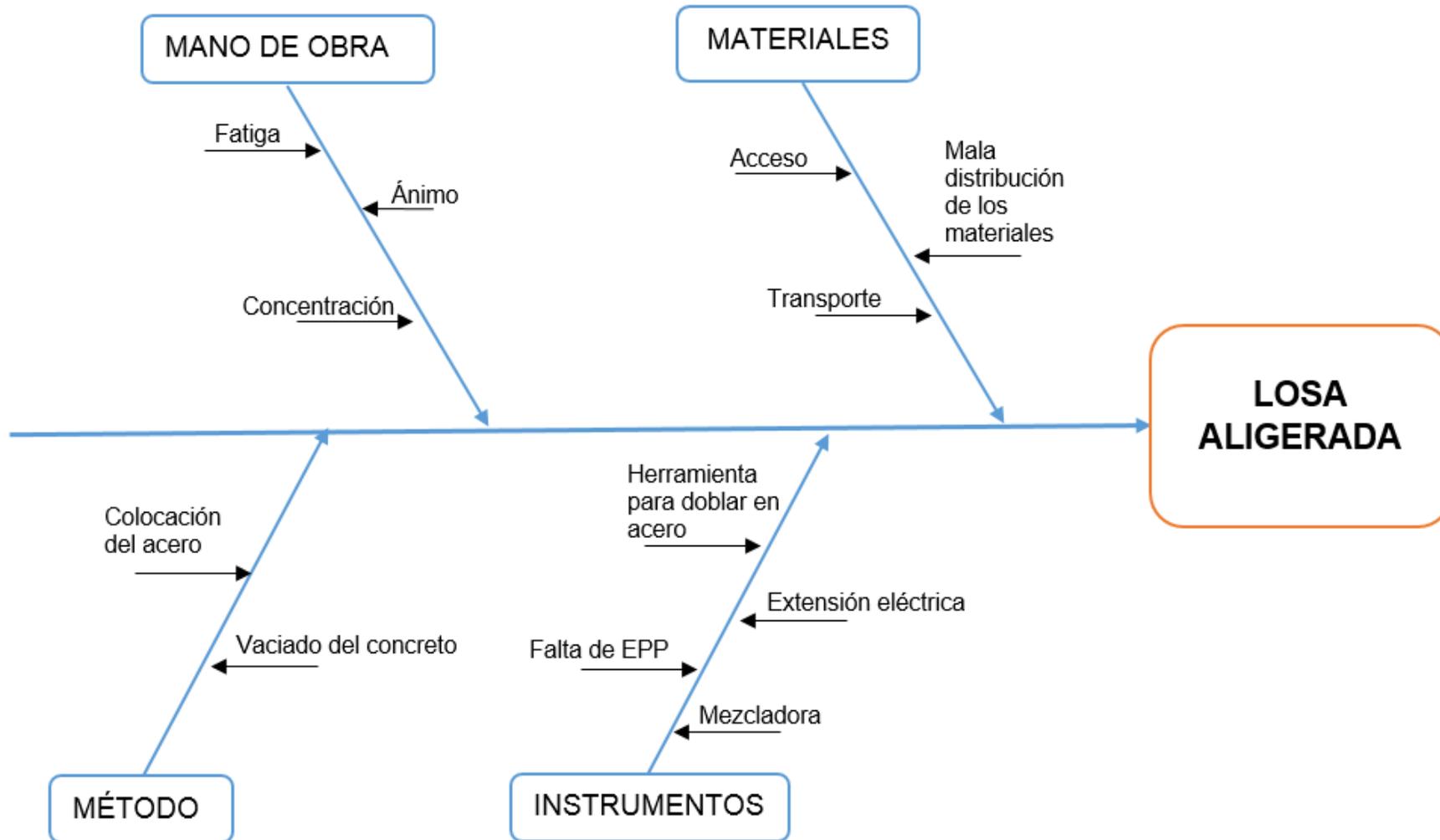
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 16 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 17 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 28 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico - Vivienda 02

CAUSAS DE LOS DEFECTOS	CONTEO	SUBTOTAL
Fatiga del trabajador	VIII	8
Falta de EPP	III	3
Herramientas para doblar el acero	V	5
Transporte	II	2
TOTAL		18

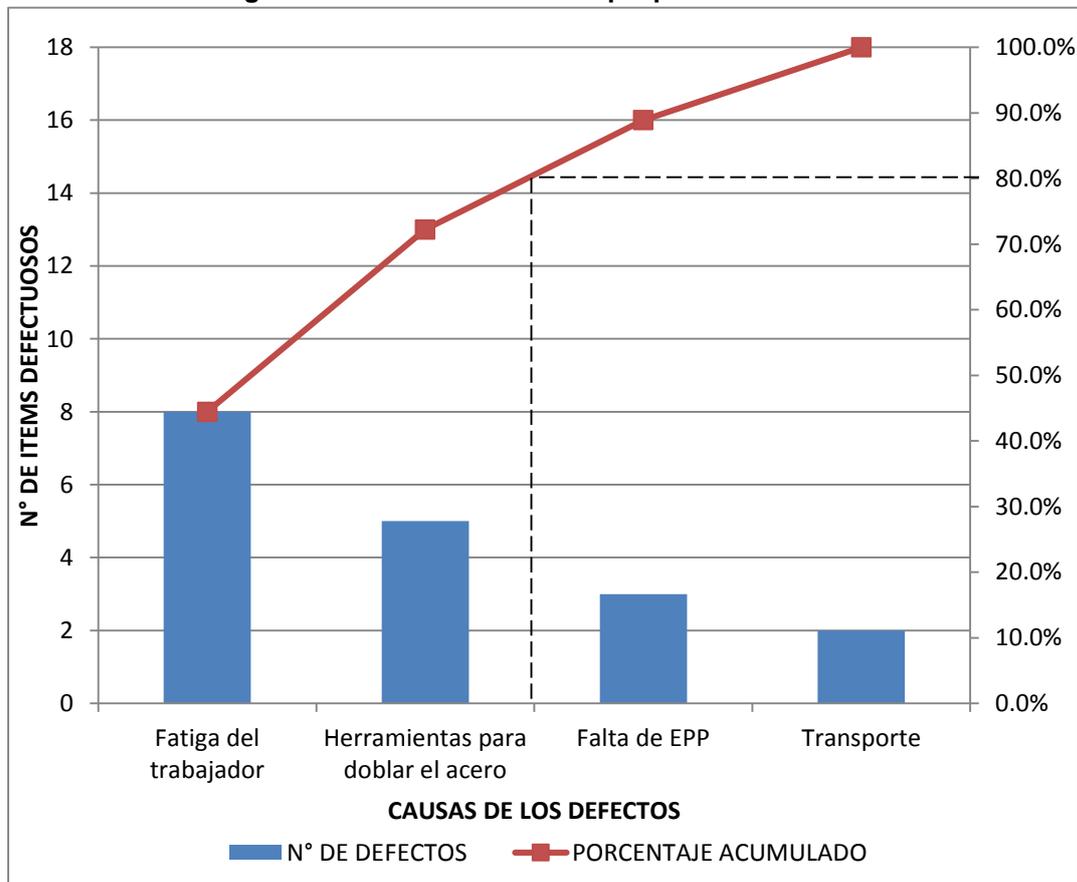
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 29 - Ordenamiento de las causas - Vivienda 02

CAUSA DE LOS DEFECTOS	N° DEFECTOS	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Fatiga del trabajador	8	8	44.4%	44.4%
Herramientas para doblar el acero	5	13	27.8%	72.2%
Falta de EPP	3	16	16.7%	88.9%
Transporte	2	18	11.1%	100.0%
Totales	18			

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 18 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 02



Fuente: Elaboración Propia, 2017

4.3. VIVIENDA 03

✓ **Ubicación**

Jr. Miraflores Cdra. 01

Referencia: Sector El Molino

✓ **Área:** 100.00 m².

✓ **Uso:** Vivienda Unifamiliar

4.3.1. Encofrado en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas	TT	
Cortes de tablas	CT	
Colocación de las tablas	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de soleras	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Cortes de pies derechos	CPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 30 - Carta de Balance del encofrado - Vivienda 03

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01
1	CM	TM	TS
2	TM	O	MV
3	TPD	O	TPD
4	CCT	TM	MV
5	RI	R	TPD
6	CM	O	TPD
7	CM	R	MV
8	CM	R	TPD
9	CM	CC	TM
10	CM	TM	TPD
11	TM	TM	TPD
12	CCT	MV	CM
13	TT	O	O
14	TT	MV	CM
15	CM	O	O
16	TT	O	TPD
17	CM	CCPD	CPD
18	TM	TM	CPD
19	CM	O	TM
20	TT	O	CCPD
21	TT	O	CCPD
22	CM	O	CPD
23	MV	O	CPD
24	CM	C	C
25	CCT	O	CCPD
26	TM	CCPD	CPD
27	TM	TM	MV
28	CM	MV	TM
29	CM	MV	TM
30	CM	O	O
31	CM	O	CCPD
32	TM	CCPD	CPD
33	TM	TM	MV

34	CM	MV	TM
35	CM	CCPD	TM
36	CM	○	○
37	CM	○	TM
38	TT	○	CCPD
39	TT	○	CCPD
40	CM	○	CPD
41	MV	○	CPD
42	CM	C	C
43	TT	○	○
44	TT	MV	CM
45	CM	○	○
46	TT	○	TPD
47	CM	CCPD	CPD
48	TM	TM	CPD
49	CM	R	MV
50	CM	R	TPD
51	CM	CC	TM
52	CM	TM	TPD
53	TM	TM	TPD
54	CCT	MV	CM
55	CM	TM	TS
56	TM	○	MV
57	TPD	○	TPD
58	CCT	TM	MV
59	RI	R	TPD
60	CM	○	TPD

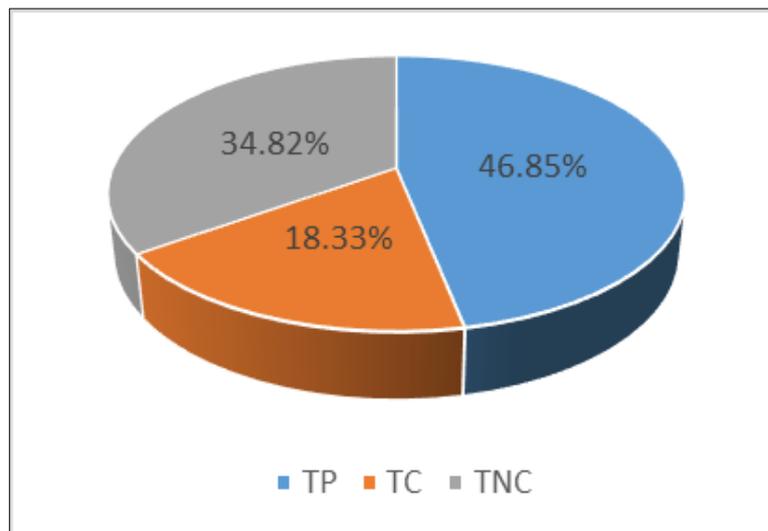
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 31 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 03

Trabajo	% Particip. Prom.
TP	46.85%
TC	18.33%
TNC	34.82%
Total	100.00%

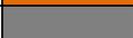
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 19 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.3.2. Ladrillo en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Colocación del ladrillo	CL	
Habilitación del ladrillo	HL	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 32 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 03

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	CL	TM	TM
2	TM	CL	TM	TM
3	TM	CL	TM	TM
4	TM	CL	TM	TM
5	TM	CL	TM	TM
6	TM	CL	TM	TM
7	TM	CL	TM	TM
8	TM	CL	TM	TM
9	TM	CL	TM	TM
10	TM	CL	TM	TM
11	TM	CL	TM	TM
12	TM	CL	TM	TM
13	TM	CL	TM	TM
14	TM	CL	TM	TM
15	TM	CL	TM	TM
16	TM	CL	TM	TM
17	TM	CL	TM	TM
18	TM	CL	TM	TM
19	TM	CL	TM	D
20	D	CL	D	D
21	D	D	D	D
22	D	D	D	D
23	TM	CL	TM	TM
24	TM	CL	TM	TM
25	TM	CL	TM	TM
26	TM	CL	TM	TM
27	TM	CL	TM	TM
28	TM	CL	TM	TM
29	TM	CL	TM	TM
30	TM	CL	TM	TM
31	TM	CL	TM	TM
32	TM	CL	TM	TM
33	TM	CL	TM	TM
34	TM	CL	TM	TM

35	TM	CL	TM	TM
36	TM	CL	TM	TM
37	TM	CL	TM	TM
38	TM	CL	TM	TM
39	TM	CL	TM	TM
40	TM	CL	TM	TM
41	TM	CL	TM	TM
42	TM	CL	TM	TM
43	TM	CL	TM	TM
44	TM	CL	TM	TM
45	TM	CL	TM	TM
46	TM	CL	TM	TM
47	TM	CL	TM	TM
48	TM	CL	TM	TM
49	TM	CL	TM	TM
50	TM	CL	TM	TM
51	TM	CL	TM	TM
52	TM	CL	TM	TM
53	TM	CL	TM	TM
54	TM	CL	TM	TM
55	TM	CL	TM	TM
56	TM	CL	TM	TM
57	TM	CL	TM	TM
58	TM	CL	TM	TM
59	TM	CL	TM	TM
60	TM	CL	TM	TM

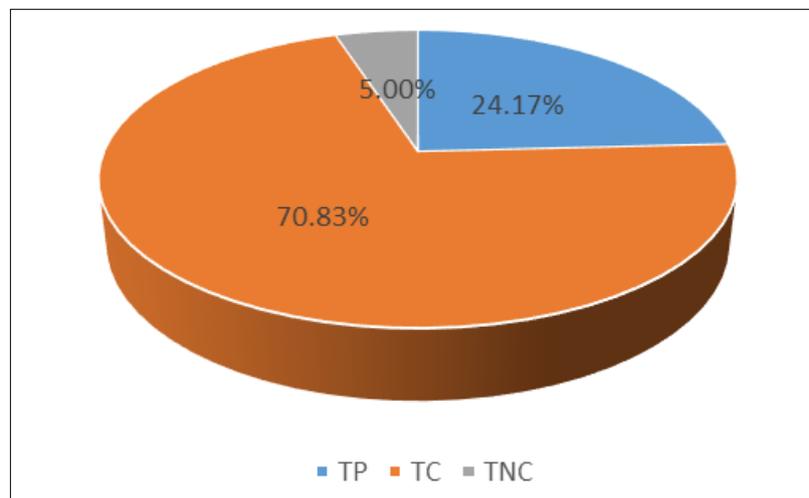
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 33 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 03

Trabajo	% Particip. Prom.
TP	24.17%
TC	70.83%
TNC	5.00%
Total	100.00%

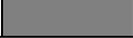
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 20 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.3.3. Acero en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 34 - Carta Balance de acero - Vivienda 03

N° MEDICION	Operario	Peón 01	Peón 02
1	O	TM	O
2	RI	TM	TM
3	RI	TM	TM
4	CCA	TM	TM
5	CCA	AA	AA
6	CCA	TM	TM
7	CCA	AA	TM
8	CCA	AA	TM
9	CCA	AA	TM
10	CCA	AA	E
11	CCA	AA	E
12	CCA	AA	E
13	CCA	AA	E
14	CCA	AA	TM
15	CCA	AA	TM
16	E	CCA	E
17	E	CCA	O
18	TA	C	C
19	CA	AA	O
20	R	O	O
21	R	C	C
22	TA	O	R
23	DA	AA	O
24	TM	AA	TM
25	TA	DA	O
26	CA	MV	O
27	TA	R	AA
28	CA	R	AA
29	TA	MV	AA
30	DA	O	AA
31	DA	O	AA
32	DA	C	AA
33	DA	C	AA

34	O	R	AA
35	DA	R	AA
36	DA	C	AA
37	DA	CT	O
38	DA	CT	O
39	MV	RI	AA
40	TM	TM	AA
41	TM	TM	AA
42	CCA	TM	AA
43	CCA	O	AA
44	CCA	RI	AA
45	CCA	RI	O
46	TA	MV	CA
47	MV	TM	CA
48	TA	TM	CA
49	TA	CA	CA
50	DA	CA	O
51	TA	O	R
52	TA	O	R
53	DA	DA	C
54	DA	DA	CA
55	TA	R	CA
56	TA	O	MV
57	DA	R	CA
58	TA	DA	DA
59	TA	AA	AA
60	TA	AA	AA

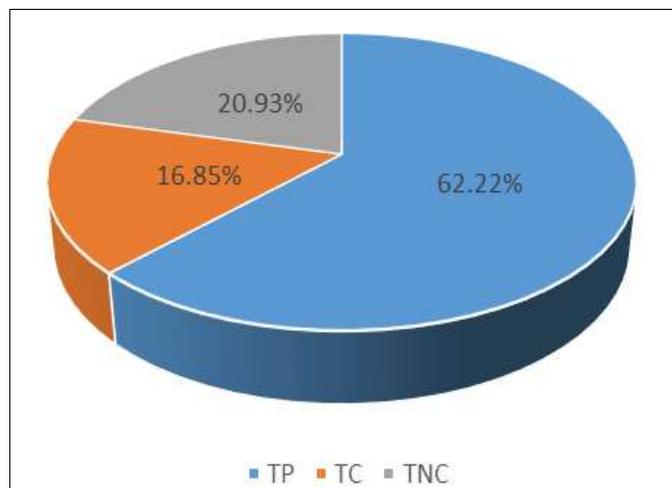
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 35 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 03

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	62.22%
TC	16.85%
TNC	20.93%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 21 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.3.4. Concreto en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 36 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 03

Nº MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	R	EM	VC	VC	E	TC	MC	TM	O
2	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TC
3	R	O	E	VC	VC	TC	TM	TM	O
4	EM	EM	VC	VC	E	TC	MC	TM	E
5	EM	EM	VC	TC	VC	TC	TM	TM	TC
6	O	R	VC	E	TC	TC	MC	O	O
7	R	EM	E	TC	TC	E	TM	TM	TC
8	EM	EM	VC	TC	E	TC	TM	TM	TC
9	O	EM	VC	TC	TC	E	C	C	TC
10	R	O	E	E	VC	TC	TM	TM	TC
11	R	EM	VC	VC	VC	TC	TM	TM	O
12	R	RI	VC	TC	VC	TC	TM	TM	E
13	R	C	VC	E	E	TC	TM	TM	E
14	O	R	E	TC	TC	TC	MC	O	O
15	R	EM	TC	TC	TC	E	TM	TM	TC
16	EM	EM	VC	TC	E	TC	TM	TM	TC
17	R	O	VC	TC	TC	TC	MC	TM	O
18	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TC
19	R	RI	E	VC	VC	TC	TM	TM	O
20	O	O	VC	VC	VC	TC	MC	TM	E
21	R	O	VC	E	E	E	TM	TM	E
22	R	EM	TC	VC	VC	TC	TM	TM	E
23	R	EM	E	VC	TC	VC	TM	TM	TC
24	R	EM	TC	E	E	TC	MC	E	TC
25	EM	C	E	VC	VC	TC	TM	TM	TC
26	EM	RI	TC	VC	B	TC	O	TM	O
27	R	O	TC	VC	B	TC	MC	O	E
28	R	C	VC	VC	TC	TC	TM	TM	E
29	R	O	VC	TC	TC	TC	MC	TM	O
30	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TC
31	R	RI	E	VC	E	TC	TM	TM	O
32	O	O	VC	VC	VC	TC	MC	TM	E

33	EM	RI	VC	E	VC	TC	TM	TM	TC
34	O	R	VC	TC	TC	TC	MC	O	O
35	R	EM	TC	TC	TC	E	TM	TM	TC
36	EM	EM	E	TC	E	TC	TM	TM	TC
37	O	O	VC	E	TC	E	C	C	TC
38	O	O	VC	VC	VC	TC	TM	TM	TC
39	R	EM	VC	VC	VC	TC	TM	TM	TC
40	R	RI	E	TC	E	TC	TM	TM	E
41	R	O	VC	TC	VC	TC	TM	TM	E
42	R	EM	TC	E	VC	E	TM	TM	E
43	R	EM	E	VC	TC	VC	TM	TM	TC
44	R	EM	TC	VC	VC	TC	MC	MV	TC
45	EM	C	E	VC	VC	TC	TM	TM	TC
46	EM	RI	TC	E	B	TC	O	TM	E
47	R	O	TC	VC	B	E	MC	O	E
48	R	C	VC	VC	TC	TC	TM	TM	E
49	R	C	VC	VC	TC	TC	TM	TM	E
50	O	R	E	E	TC	TC	MC	O	O
51	R	EM	TC	TC	TC	E	TM	TM	TC
52	EM	EM	VC	TC	E	TC	TM	TM	TC
53	R	O	VC	TC	VC	TC	TM	TM	E
54	R	EM	TC	VC	VC	TC	TM	TM	E
55	R	EM	E	E	TC	E	TM	TM	TC
56	R	EM	TC	VC	VC	TC	MC	MV	TC
57	O	O	VC	TC	TC	E	C	C	TC
58	O	O	VC	VC	VC	TC	TM	TM	TC
59	R	EM	VC	E	VC	TC	TM	TM	O
60	R	RI	E	TC	VC	TC	TM	TM	E

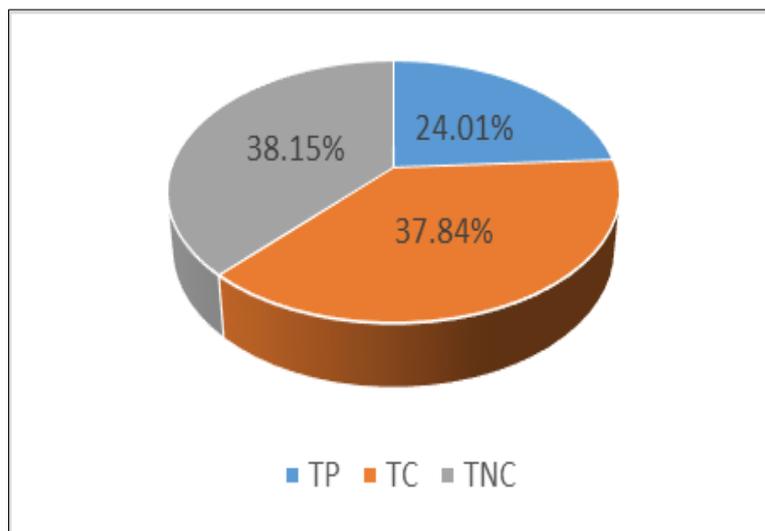
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 37 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 03

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	24.01%
TC	37.84%
TNC	38.15%
Total	100.00%

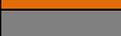
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 22 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

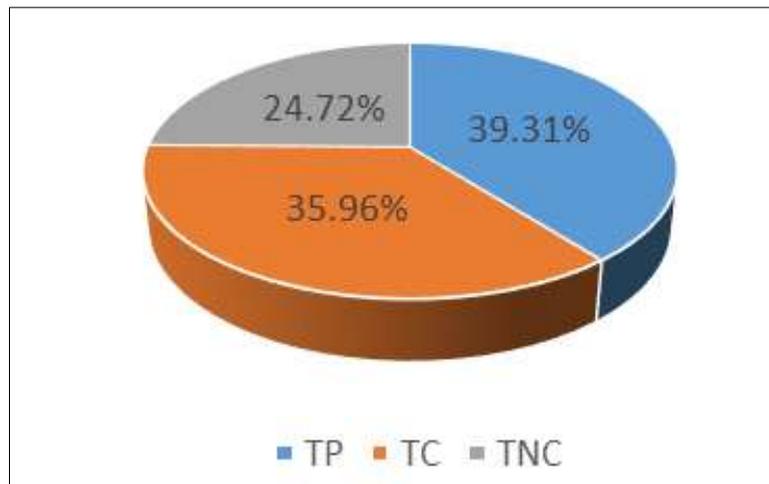
Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

- ✓ **Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada.**

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	39.31%
TC	35.96%
TNC	24.72%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 23 - Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.3.5. Control de procesos productivos

Tabla 38 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 03

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	CONTEO	SUBTOTAL
Encofrado	E	V	5
Colocación del ladrillo	L	I	1
Colocación del acero	A	VI	6
Vaciado del concreto	C	IX	9
TOTAL			21

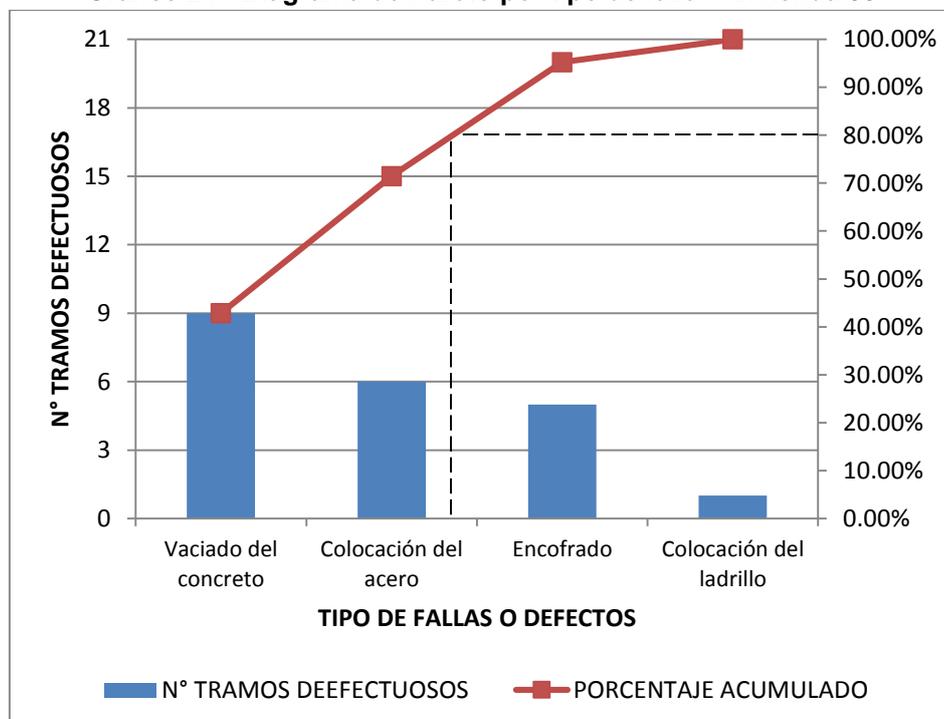
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 39 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 03

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	N° Tramos defectuosos	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Vaciado del concreto	C	9	9	42.86%	42.86%
Colocación del acero	A	6	15	28.57%	71.43%
Encofrado	E	5	20	23.81%	95.24%
Colocación del ladrillo	L	1	21	4.76%	100.00%
Totales		21		100.00%	

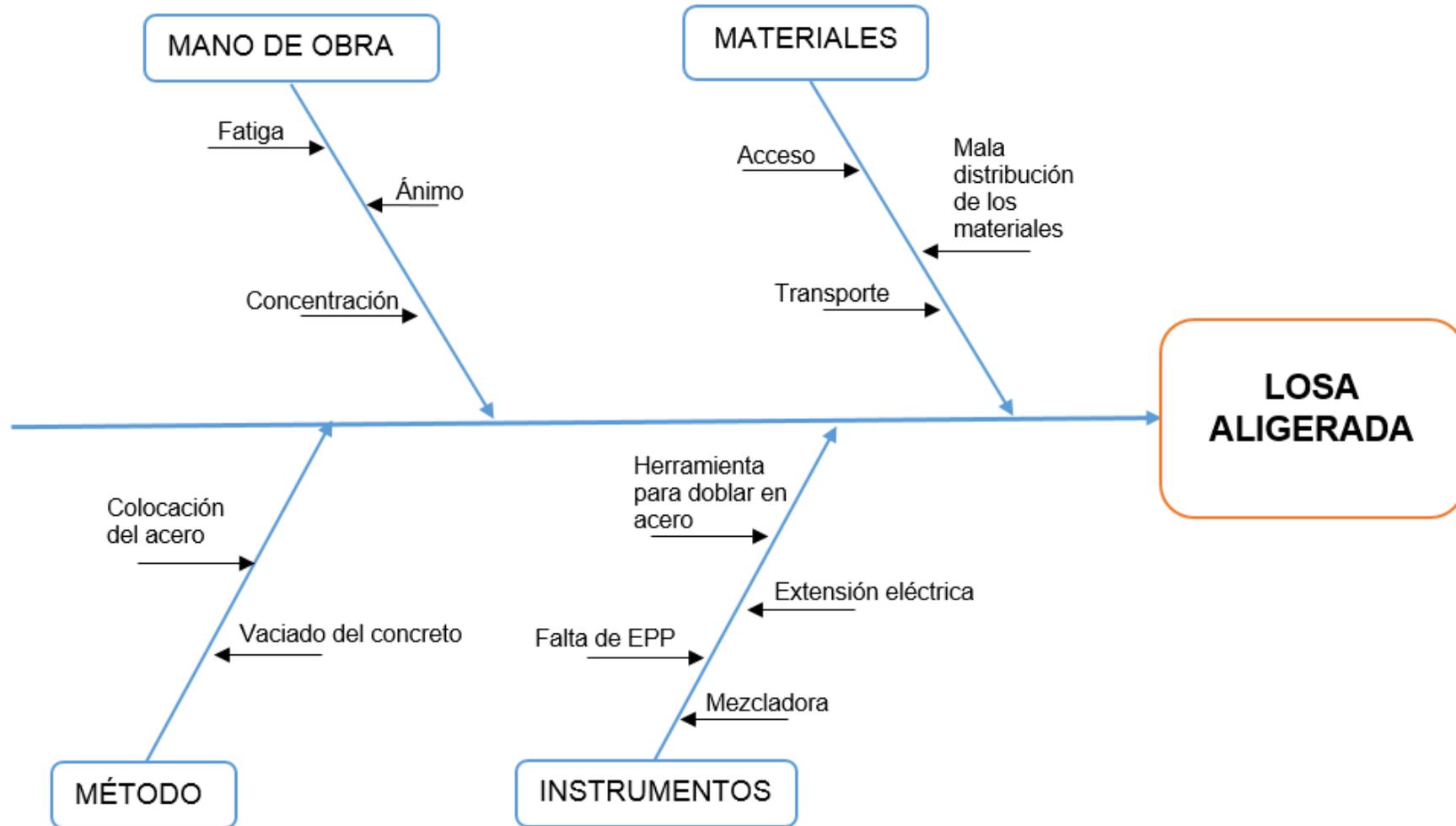
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 24 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 25 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 40 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico - Vivienda 03

CAUSAS DE LOS DEFECTOS	CONTEO	SUBTOTAL
Fatiga del trabajador	VII	7
Falta de EPP	II	2
Herramientas para doblar el acero	IV	4
Transporte	I	1
	TOTAL	14

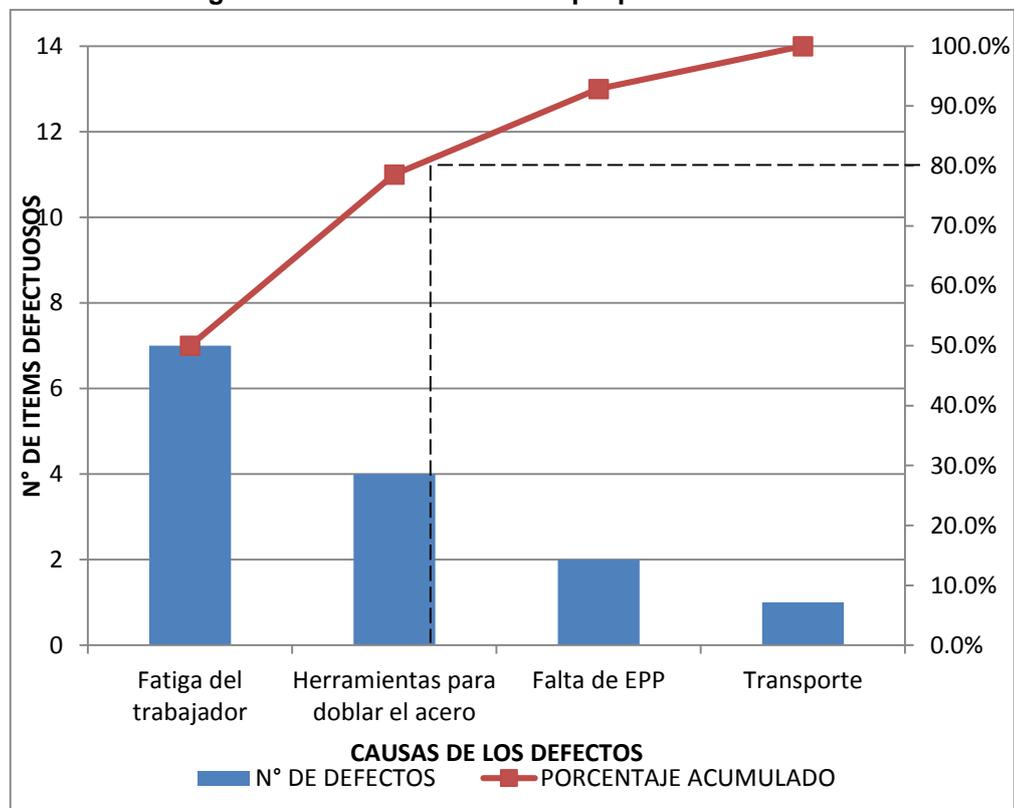
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 41 - Ordenamiento de las causas - Vivienda 03

CAUSA DE LOS DEFECTOS	N° DEFECTOS	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Fatiga del trabajador	7	7	50.0%	50.0%
Herramientas para doblar el acero	4	11	28.6%	78.6%
Falta de EPP	2	13	14.3%	92.9%
Transporte	1	14	7.1%	100.0%
Totales	14			

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 26 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 03



Fuente: Elaboración Propia, 2017

4.4. VIVIENDA 04

✓ **Ubicación**

Jr. Los Conquistadores Cdra. 01

Referencia: Intersección con cuadra 17 de Av. San Martín de Porres

✓ **Área:** 150.00 m².

✓ **Uso:** Vivienda Unifamiliar

4.4.1. Encofrado en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas	TT	
Cortes de tablas	CT	
Colocación de las tablas	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de soleras	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Cortes de pies derechos	CPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 42 - Carta de Balance del encofrado - Vivienda 04

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	O	CCT	RI	CCPD
2	TM	RI	TM	RI
3	MV	RI	TM	CCPD
4	TM	RI	TM	O
5	TM	RI	TM	RI
6	TM	RI	TM	CC
7	TM	CM	TM	CCPD
8	TM	MV	TM	CCPD
9	CM	RI	R	CCPD
10	MV	RI	R	RI
11	MV	RI	E	E
12	MV	CCT	E	CC
13	O	CM	CCPD	CCPD
14	TM	CM	E	E
15	TT	CM	E	E
16	O	CHT	E	E
17	TM	CCT	TM	TM
18	O	CCT	E	TM
19	MV	CM	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	C	CM	CCPD	MV
23	C	CM	O	O
24	C	O	R	O
25	C	O	R	O
26	TM	RI	RI	O
27	CM	RI	RI	O
28	CM	RI	TPD	O
29	CM	MV	O	O
30	CCPD	O	TPD	O
31	CM	O	CC	O
32	O	O	O	O
33	TPD	O	E	CM

34	O	CM	E	CCPD
35	TS	RI	RI	R
36	CS	CCT	O	E
37	TM	O	TM	R
38	CM	RI	CCPD	R
39	TM	CCT	TM	R
40	CC	RI	TM	CM
41	CS	O	R	O
42	CM	MV	E	TM
43	TM	CM	RI	TPD
44	MV	CM	CCPD	TPD
45	O	RI	RI	TPD
46	TM	MV	R	TM
47	TM	MV	R	TPD
48	O	RI	RI	TM
49	CCPD	RI	RI	O
50	RI	RI	TM	TPD
51	RI	RI	TM	CCPD
52	RI	RI	TM	E
53	CCS	RI	CC	CCPD
54	CCS	RI	TM	CCPD
55	CCPD	CM	O	CCPD
56	O	CM	O	O
57	O	CM	O	O
58	CCPD	CM	CC	O
59	O	CCT	CC	O
60	O	CCT	O	R

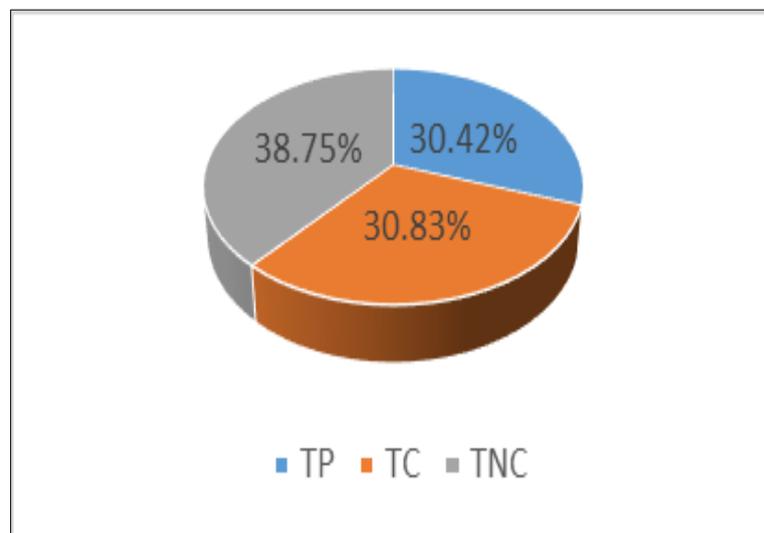
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 43 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el encofrado - Vivienda 04

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	30.42%
TC	30.83%
TNC	38.75%
Total	100.00%

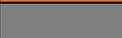
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 27 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el encofrado - Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.4.2. Ladrillo en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Colocación del ladrillo	CL	
Habilitación del ladrillo	HL	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 44 - Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 04

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	CL	TM	TM	TM
2	CL	TM	TM	TM
3	CL	TM	TM	TM
4	CL	TM	TM	TM
5	CL	TM	TM	TM
6	CL	TM	TM	TM
7	CL	TM	TM	TM
8	CL	TM	TM	TM
9	CL	TM	TM	TM
10	TM	TM	TM	TM
11	TM	TM	TM	TM
12	TM	TM	TM	TM
13	CL	TM	TM	TM
14	CL	TM	TM	TM
15	○	TM	TM	H
16	TM	TM	TM	H
17	CL	TM	TM	TM
18	CL	TM	TM	TM
19	TM	TM	TM	TM
20	○	○	TM	TM
21	CL	TM	TM	TM
22	CL	TM	TM	TM
23	CL	TM	TM	TM
24	CL	TM	TM	TM
25	CL	TM	TM	TM
26	CL	TM	TM	TM
27	CL	TM	TM	TM
28	CL	TM	TM	TM
29	CL	TM	TM	TM
30	CL	TM	TM	TM
31	CL	TM	TM	TM
32	CL	TM	TM	TM
33	CL	TM	TM	TM
34	CL	TM	TM	TM

35	CL	TM	TM	TM
36	CL	TM	TM	TM
37	TM	TM	TM	TM
38	○	○	TM	TM
39	CL	TM	TM	TM
40	CL	TM	TM	TM
41	CL	MV	TM	TM
42	CL	TM	TM	TM
43	CL	TM	TM	TM
44	CL	TM	TM	TM
45	○	TM	TM	H
46	TM	TM	TM	H
47	CL	TM	TM	TM
48	CL	TM	TM	TM
49	CL	TM	TM	TM
50	CL	TM	TM	TM
51	CL	TM	TM	TM
52	CL	TM	TM	TM
53	CL	TM	TM	TM
54	CL	TM	TM	TM
55	CL	TM	TM	TM
56	CL	TM	TM	TM
57	CL	TM	TM	TM
58	CL	TM	TM	TM
59	CL	TM	TM	TM
60	CL	TM	TM	TM

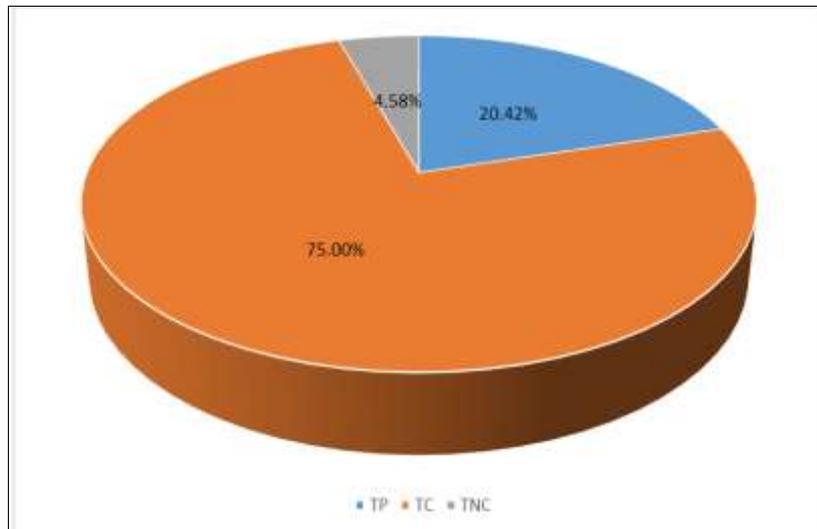
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 45 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para la colocación del ladrillo - Vivienda 04

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	20.42%
TC	75.00%
TNC	4.58%
Total	100.00%

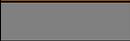
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 28 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el colocación del ladrillo - Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.4.3. Acero en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ **Carta de Balance**

Tabla 46 - Carta de Balance del acero - Vivienda 04

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TA	CA	AA	AA
2	TA	TM	TM	TM
3	CA	○	TM	R
4	CA	TM	TM	TM
5	TA	DA	CCA	CCA
6	TA	DA	CCA	CCA
7	DA	CA	AA	AA
8	DA	CA	AA	AA
9	DA	CA	AA	AA
10	TA	TM	CCA	CCA
11	TA	TM	TM	AA
12	DA	CCA	CCA	AA
13	CCA	AA	AA	AA
14	CCA	AA	AA	AA
15	TA	AA	AA	AA
16	TA	AA	AA	AA
17	TA	AA	AA	AA
18	TA	AA	AA	TM
19	LP	AA	AA	AA
20	LP	AA	AA	AA
21	TA	AA	AA	AA
22	TA	AA	AA	AA
23	CA	AA	AA	AA
24	CA	AA	AA	AA
25	○	AA	AA	AA
26	○	AA	TM	AA
27	DA	AA	AA	AA
28	DA	AA	AA	AA
29	DA	AA	AA	AA
30	DA	MV	AA	MV
31	CCA	○	B	AA
32	CCA	○	B	AA
33	CCA	TM	○	AA
34	CCA	TM	TM	AA

35	CCA	TM	TM	AA
36	CCA	TM	TM	AA
37	TA	TM	TM	C
38	TA	TA	TM	RT
39	CCA	TA	O	RT
40	CCA	TA	TA	RT
41	AA	RI	RI	RT
42	DA	O	CA	MV
43	CCA	RI	RI	MV
44	O	O	RI	B
45	CA	DA	DA	B
46	CA	DA	DA	B
47	CA	TA	TA	R
48	CCA	AA	TA	TA
49	AA	AA	AA	AA
50	AA	AA	AA	AA
51	AA	AA	AA	AA
52	AA	AA	AA	AA
53	AA	AA	AA	AA
54	AA	AA	AA	AA
55	AA	AA	AA	AA
56	AA	AA	AA	AA
57	AA	AA	AA	AA
58	AA	AA	AA	AA
59	AA	AA	AA	AA
60	AA	AA	AA	AA

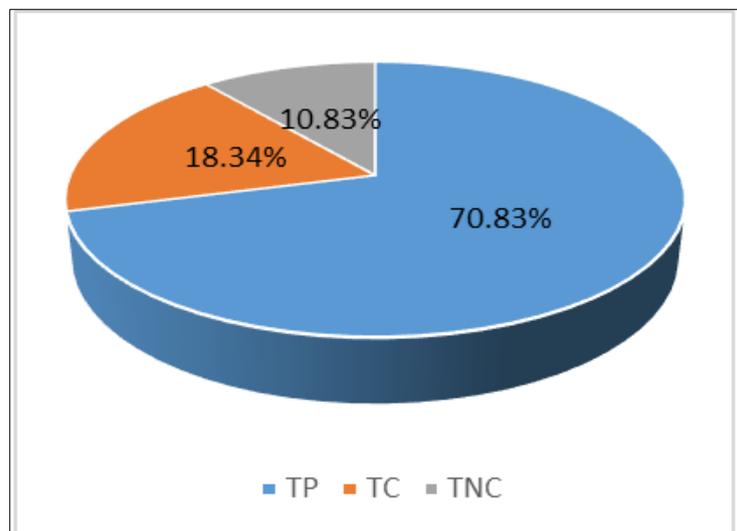
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 47 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el acero - Vivienda 04

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	70.83%
TC	18.34%
TNC	10.83%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 29 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el acero - Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.4.4. Concreto en losa aligerada

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 12 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Fuente: Elaboración Propia, 2017

✓ Carta de Balance

Tabla 48 - Carta de Balance del concreto - Vivienda 04

N° MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1	RT	RI	VC	TC	VC	TC	TC	TC	E	E	MC	O	O	TC
2	RT	EM	E	E	TC	TC	TC	TC	TC	VC	TM	TM	TM	TC
3	RT	EM	E	E	TC	TC	TC	E	VC	TC	TM	TM	TM	TC
4	RT	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
5	RT	RI	VC	TC	VC	TC	TC	TC	E	E	TM	O	O	TC
6	RT	O	E	E	TC	TC	TC	VC	TC	VC	TM	TM	TM	TC
7	RT	EM	TC	TC	E	E	FT	E	VC	TC	MC	TM	TM	TC
8	RT	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
9	RT	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	E	VC	TM	TM	TM	TC
10	RT	EM	E	E	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM	TC
11	RT	EM	TC	TC	E	E	E	E	VC	VC	MC	TM	TM	TC
12	RT	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
13	RT	RI	VC	TC	VC	TC	TC	TC	E	E	MC	O	O	TC
14	RT	EM	TC	TC	E	E	E	E	TC	VC	E	TM	TM	TC
15	RT	EM	TC	TC	E	E	E	VC	VC	VC	MC	TM	TM	TC
16	RT	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	VC	TC	MC	TM	TM	TC
17	RT	O	E	E	TC	TC	TC	E	E	VC	MC	TM	TM	TC
18	RT	EM	E	E	TC	TC	TC	TC	VC	TC	TM	TM	TM	TC
19	RT	EM	E	E	TC	TC	TC	TC	TC	VC	TM	TM	TM	TC
20	RT	RI	VC	TC	VC	TC	TC	TC	VC	TC	TM	TM	TM	TC
21	RT	EM	TC	TC	E	E	E	VC	VC	VC	MC	TM	TM	TC
22	RT	O	VC	TC	VC	TC	TC	E	E	E	MC	O	O	TC
23	RT	EM	E	E	TC	TC	TC	TC	TC	TC	E	E	TM	TC
24	RT	EM	TC	TC	E	E	E	VC	TC	VC	MC	TM	E	TC
25	RT	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	TC	TM	TM	TM	TC
26	RT	C	VC	TC	VC	TC	TC	TC	E	CT	MC	O	O	TC
27	RT	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	VC	TM	TM	TM	O
28	RT	EM	TC	TC	FT	E	E	VC	TC	E	MC	TM	TM	O
29	RT	O	E	E	TC	TC	TC	E	TC	VC	TM	TM	E	TC

30	RT	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	VC	E	TM	TM	FT
31	EM	RI	VC	TC	VC	TC	TC	TC	E	E	MC	O	O	E
32	R	EM	E	E	TC	TC	TC	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
33	R	EM	TC	TC	E	E	E	VC	TC	TC	MC	TM	TM	E
34	O	EM	TC	TC	FT	E	E	VC	TC	VC	MC	TM	E	TC
35	R	O	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	E	TM	TM	E
36	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	TC	TM	TM	TM	E
37	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TC
38	EM	RI	VC	TC	VC	TC	TC	TC	E	CT	MC	O	O	TC
39	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	VC	E	TM	TM	TM	CT
40	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	TM	TC	TM	TM	TM	TC
41	R	EM	TC	TC	TC	TC	TC	TC	VC	TC	TM	TM	TM	TC
42	R	EM	TC	TC	E	E	E	VC	TC	VC	MC	TM	E	TC
43	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	E	E	MC	TM	TM	FT
44	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	TM	TC	E	TM	TM	FT
45	R	EM	TC	TC	VC	TC	TC	TC	VC	TC	TM	TM	TM	E
46	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	E	VC	TM	TM	E	TC
47	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	TM	E	MC	TM	TM	O
48	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	VC	TC	TM	TM	TM	O
49	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	TC	TC	TM	TM	TM	TC
50	O	EM	TC	TC	E	E	FT	VC	TM	E	MC	TM	TM	TM
51	EM	O	E	E	TC	TC	TC	VC	E	TC	TM	TM	E	TC
52	EM	O	E	E	TC	TC	TC	E	TC	TC	TM	TM	TM	TC
53	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	VC	TC	E	TM	TM	E
54	R	EM	TC	TC	E	E	E	VC	TC	VC	MC	TM	TM	TM
55	R	EM	O	O	TC	TC	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM	TC
56	R	EM	TC	TC	E	E	E	E	VC	VC	MC	TM	E	TM
57	R	O	E	E	TC	TC	TC	VC	E	E	TM	TM	TM	E
58	O	EM	TC	TC	FT	E	E	E	TC	TC	MC	TM	TM	TC
59	R	O	E	E	TC	TC	VC	VC	VC	E	TM	TM	TM	TC
60	R	EM	CT	CT	TC	TC	TC	TC	E	E	TM	TM	TM	E

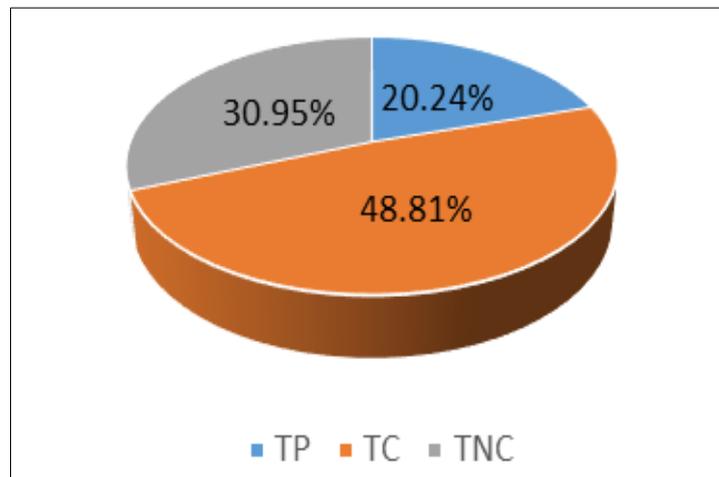
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 49 - Resumen de actividades según el tipo de trabajo para el concreto - Vivienda 04

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	20.24%
TC	48.81%
TNC	30.95%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 30 - Distribución del trabajo de la cuadrilla para el concreto - Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

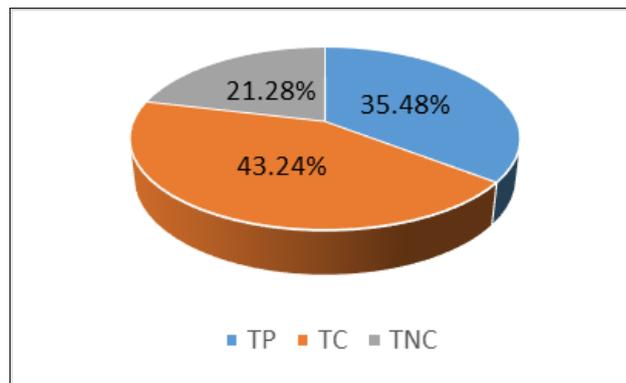
Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

- ✓ **Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada.**

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Particip. Prom.
TP	35.48%
TC	43.24%
TNC	21.28%
Total	100.00%

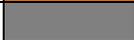
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 31 - Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.4.5. Control de procesos productivos

Tabla 50 - Datos de campo sobre falla de proceso – Vivienda 04

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	CONTEO	SUBTOTAL
Encofrado	E	VI	6
Colocación del ladrillo	L	II	2
Colocación del acero	A	IV	4
Vaciado del concreto	C	IX	9
TOTAL			21

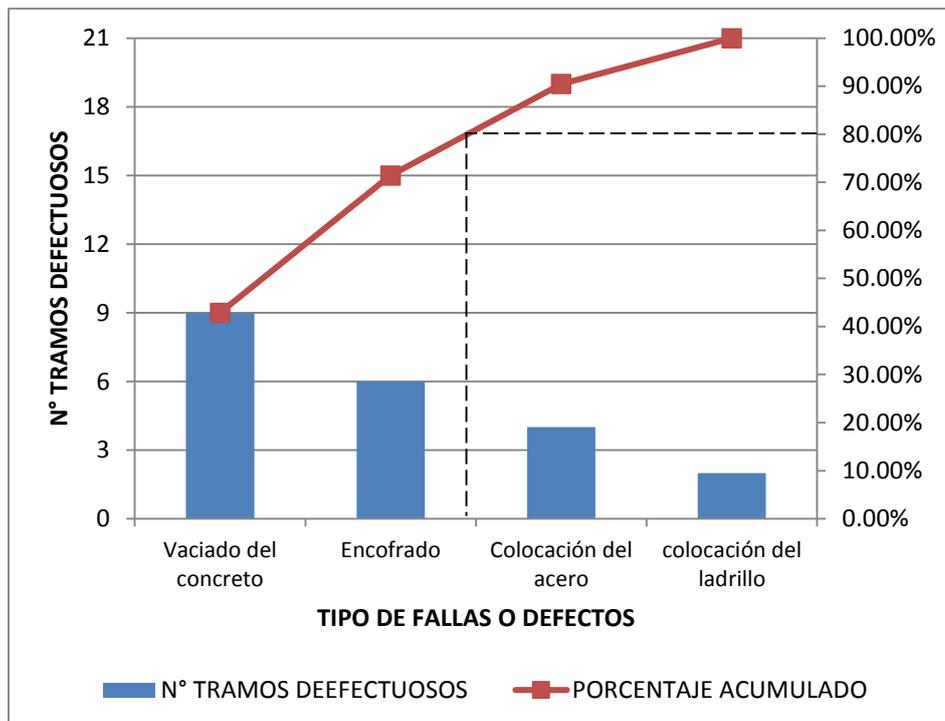
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 51 - Confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor – Vivienda 04

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	N° Tramos defectuosos	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Vaciado del concreto	C	9	9	42.86%	42.86%
Encofrado	E	6	15	28.57%	71.43%
Colocación del acero	A	4	19	19.05%	90.48%
colocación del ladrillo	L	2	21	9.52%	100.00%
Totales		21		100.00%	

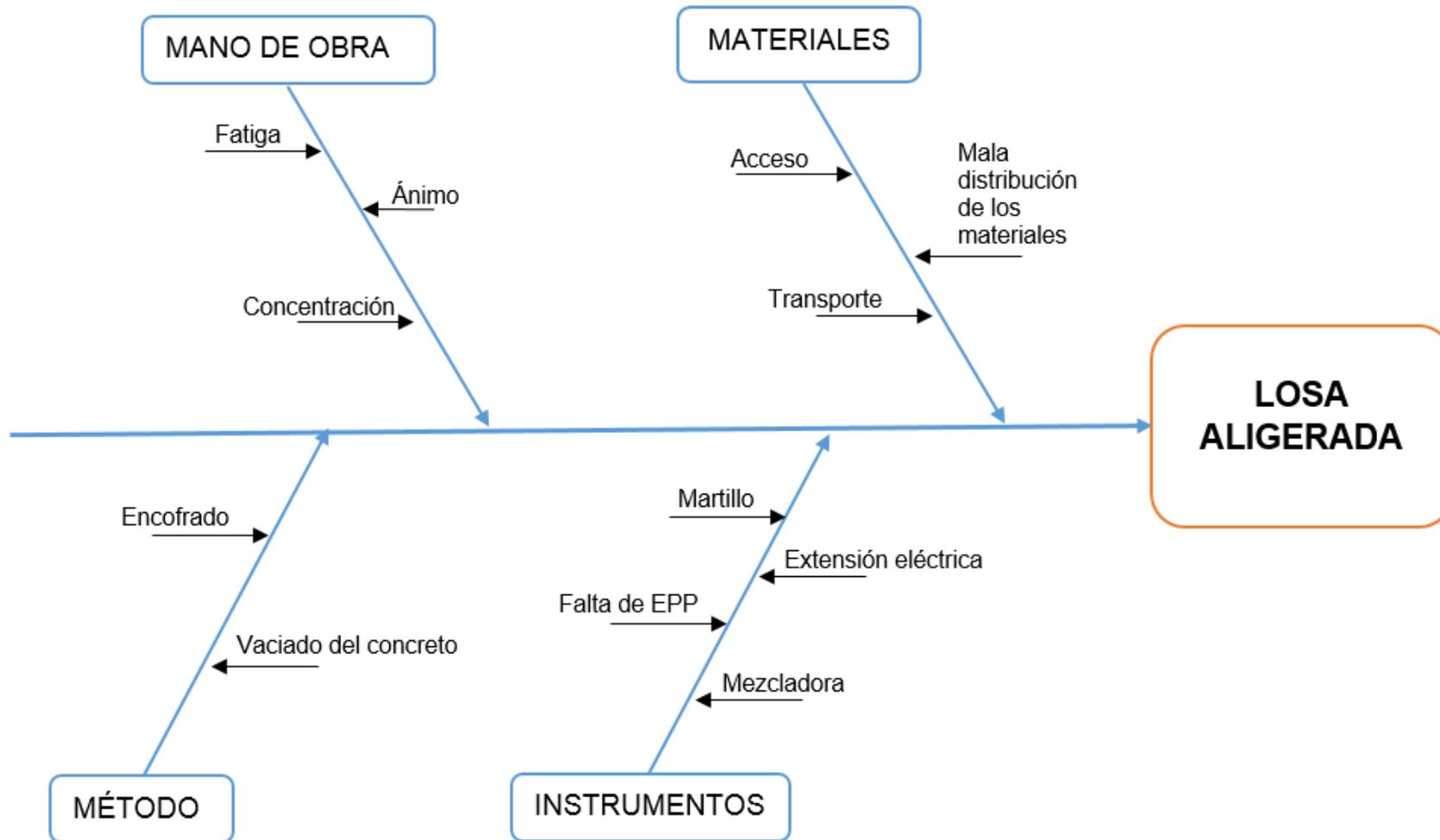
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 32 - Diagrama de Pareto por tipo de falla – Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 33 - Diagrama de Ishikawa - Vivienda 04



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 52 - Diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico - Vivienda 04

CAUSAS DE LOS DEFECTOS	CONTEO	SUBTOTAL
Fatiga del trabajador	VIII	8
Rehacer trabajos	VI	6
Conversar	III	3
Transporte	IV	4
TOTAL		21

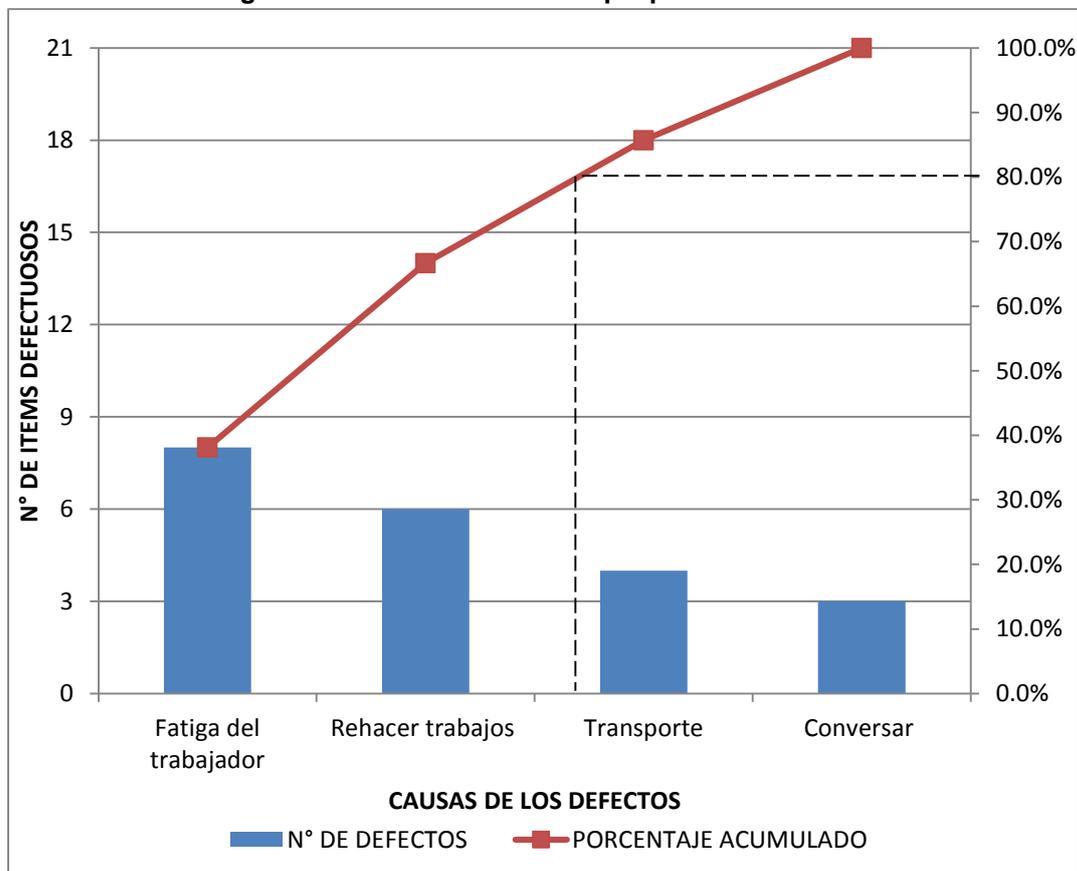
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 53 - Ordenamiento de las causas - Vivienda 04

CAUSA DE LOS DEFECTOS	N° DEFECTOS	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Fatiga del trabajador	8	8	38.1%	38.1%
Rehacer trabajos	6	14	28.6%	66.7%
Transporte	4	18	19.0%	85.7%
Conversar	3	21	14.3%	100.0%
Totales	21			

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 34 - Diagrama de Pareto de causas que producen defecto - Vivienda 04



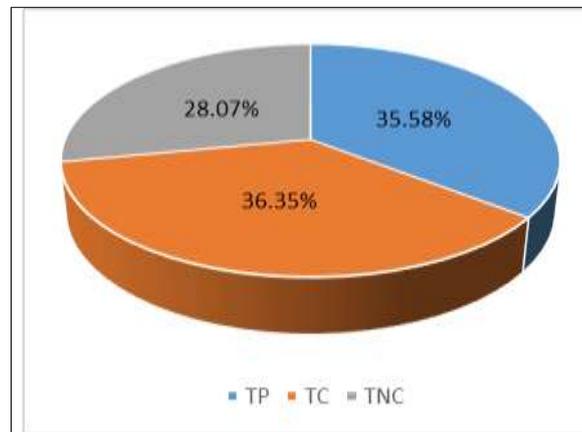
Fuente: Elaboración Propia, 2017

4.5. Resumen del trabajo realizado en losas aligeradas

Promedio de los TP, TC y TNC para las 04 Viviendas					
Trabajo	V.01	V.02	V.03	V.04	% Part. Prom.
TP	30.58%	36.95%	39.31%	35.48%	35.58%
TC	26.43%	39.76%	35.96%	43.24%	36.35%
TNC	42.99%	23.29%	24.72%	21.28%	28.07%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 35 - Resumen del trabajo realizado en losas aligeradas



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nomenclatura

Trabajo Productivo	TP	
Trabajo Contributorio	TC	
Trabajo No Contributorio	TNC	

4.6. Resumen de control de procesos productivos

Tabla 54 - Promedio de datos de campo sobre falla de proceso

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	CONTEO	SUBTOTAL
Encofrado	E	VI	6
Colocación del ladrillo	L	II	2
Colocación del acero	A	IV	4
Vaciado del concreto	C	IX	9
TOTAL			21

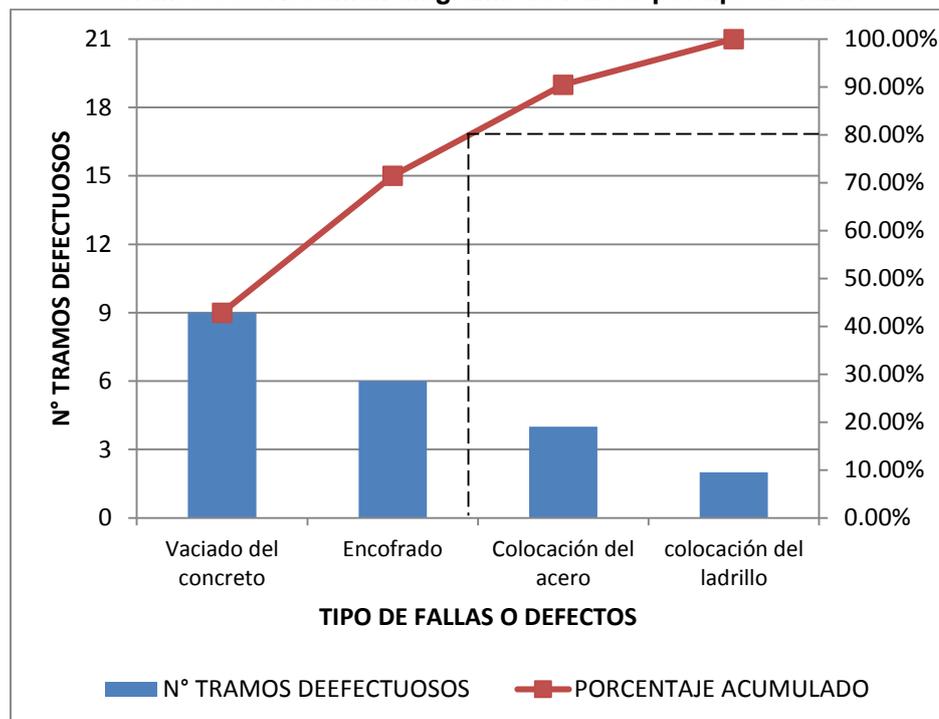
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 55 - Resumen de confección de la tabla ordenada con fallas de mayor a menor

TIPO DE FALLA O DEFECTO	NOM.	N° Tramos defectuosos	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Vaciado del concreto	C	9	9	42.86%	42.86%
Encofrado	E	6	15	28.57%	71.43%
Colocación del acero	A	4	19	19.05%	90.48%
colocación del ladrillo	L	2	21	9.52%	100.00%
Totales		21		100.00%	

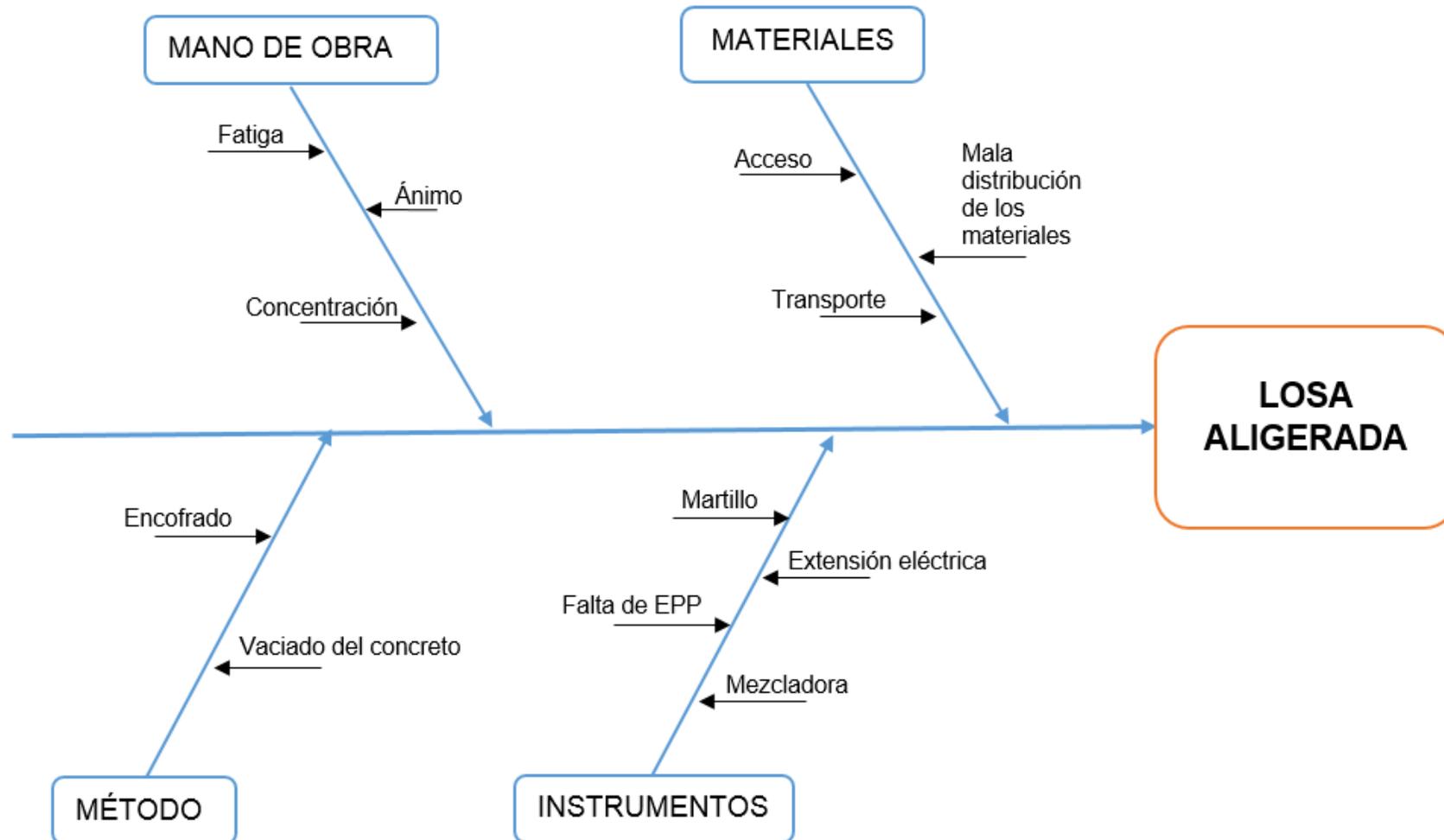
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 36 - Resumen diagrama de Pareto por tipo de falla



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 37 - Resumen diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 56 - Resumen diagrama de Pareto para analizar las causas que producen el defecto más crítico

CAUSAS DE LOS DEFECTOS	CONTEO	SUBTOTAL
Fatiga del trabajador	VIII	8
Rehacer trabajos	V	5
Conversar	IV	4
Transporte	III	3
	TOTAL	20

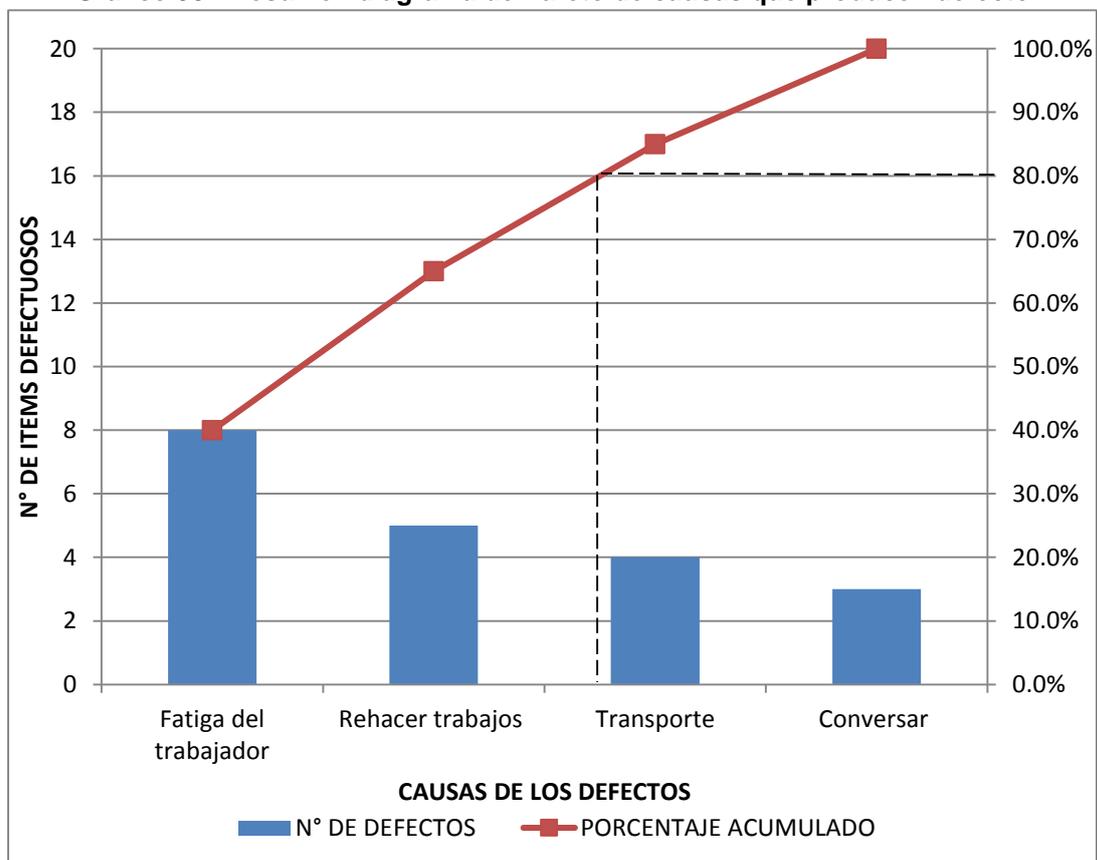
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Tabla 57 - Resumen de ordenamiento de las causas

CAUSA DE LOS DEFECTOS	N° DEFECTOS	Total Acumulado	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
Fatiga del trabajador	8	8	40.0%	40.0%
Rehacer trabajos	5	13	25.0%	65.0%
Transporte	4	17	20.0%	85.0%
Conversar	3	20	15.0%	100.0%
Totales	20			

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Gráfico 38 - Resumen diagrama de Pareto de causas que producen defecto

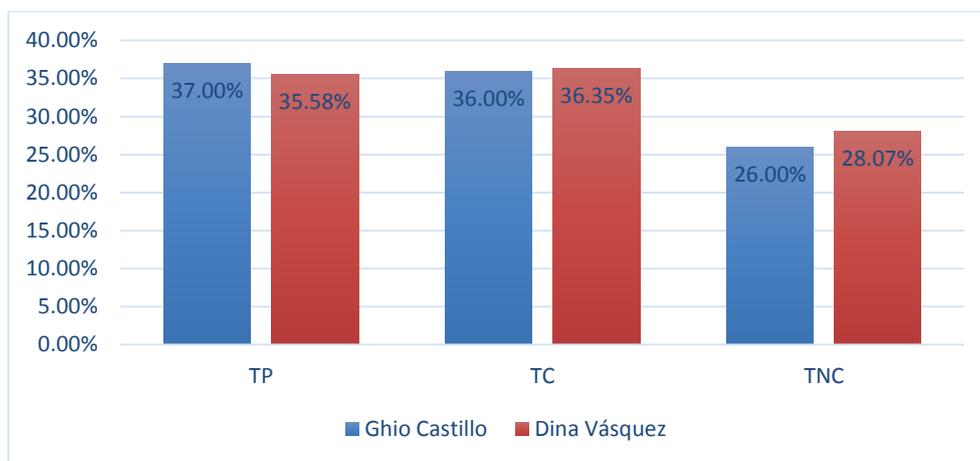


Fuente: Elaboración Propia, 2017

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

- De la hipótesis pérdidas en el proceso de producción de losas aligeradas, se consideró que está dentro de los rangos de 26% a 37%; pero al obtener la productividad promedio para 04 viviendas se concluye que, las pérdidas en el proceso de producción de losas aligeradas están en los rangos de 28.07 % a 35.58%, la cual está por debajo de los parámetros establecidos del estudio que hizo el autor Ghio Castillo para 50 edificaciones en la ciudad de Lima en el 2001.

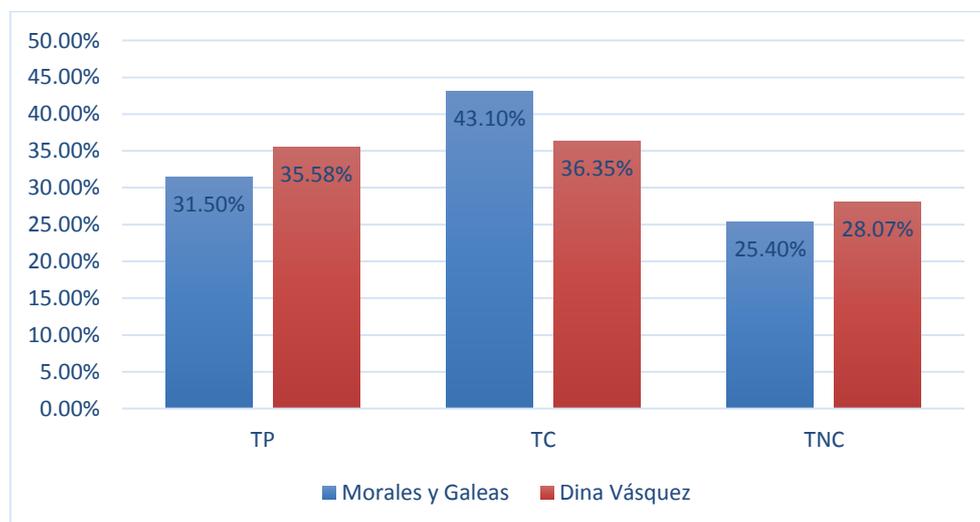
Gráfico 39 - Comparación de datos con el autor Ghio Castillo.



Fuente: Elaboración propia, 2017

- De los resultados obtenidos de la investigación (28.07% a 35.58%), llega a superar la productividad obtenida a comparación de los resultados que obtuvieron los autores Morales y Galeas que hizo el estudio para 26 viviendas en Lima Metropolitana en el 2006.

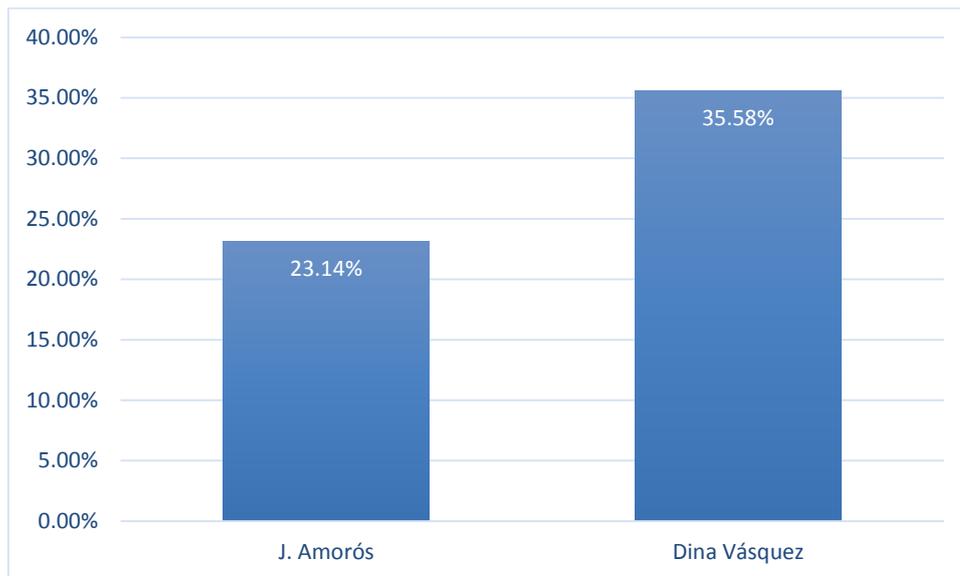
Gráfico 40 - Comparación de datos con los autores Morales y Galeas.



Fuente: Elaboración propia, 2017

- En comparación a los estudios realizados por el autor Amorós, en el año 2009 en la Ciudad de Cajamarca, para la ejecución de la obra “Residencia Universitaria”, obtuvo un promedio del trabajo productivo (TP = 23.14%), la cual quiere decir, que los resultados de dicho autor están por debajo de los resultados obtenidos que son 28.07% a 35.58%.

Gráfico 41 - Comparación de datos con el autor Amorós del TP.



Fuente: Elaboración propia, 2017

CONCLUSIONES

1. Se evaluó el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017, obteniendo un tiempo productivo $TP = 35.58\%$.
2. Se inspeccionó y se identificó las 04 viviendas unifamiliares en la etapa del proceso constructivo.
3. Se elaboró la Carta de Balance la cual se obtuvo que el $TP = 35.58\%$, $TC = 36.35\%$ y $TNC = 28.07\%$, lo que quiere decir que los resultados obtenidos cumplen con la hipótesis (26% a 37%)
4. Se elaboró los Diagrama de Pareto e Ishikawa promedio de las 04 viviendas, la cual se determinó que el tipo de falla o defecto producido en el proceso constructivos de losa aligerada es el encofrado y vaciado de concreto, la causa de estas fallas se debe a la fatiga del trabajador, rehacer trabajos, transporte y conversar.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el estudio en otras partidas como, por ejemplo: asentada de ladrillo, escaleras, columnas, vigas, etc.
2. Ampliar el estudio en otros sectores de la ciudad de Cajamarca.

REFERENCIAS

1. Arboleada, L. (2014). Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación. Medellín.
2. Ayala, P. (2012, 23 de Setiembre). Conocer la vida y filosofía de los diferentes maestros de la calidad. En blog: Maestros de la Calidad. Recuperado el 04 de octubre de 2016, desde <http://maestrosdelacalidadac103611.blogspot.pe/>
3. Allmon, E., Haas, C., Borcherding, J. y Goodrum, P. (01 de marzo de 2000). U.S. Construction Labor Productivity Trends, 1970-1998. Journal of Construction Engineering and Management, Estado Unidos y Canada, 126:2,97-104
4. Amorós, J. 2009. Estudio de los rendimientos de mano de la obra y su productividad en las edificaciones de la UNC- año 2007. Maestro en Ciencias. Cajamarca, PE. UNC.145p.
5. Blanco A. (1994) Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú
6. Botero, L. y Álvarez M. (octubre - diciembre de 2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). Universidad EAFIT, Vol. 40, número 136, 50-64.
7. Botero, B. (2002). Análisis de Rendimientos y consume de mano de obra en actividades de construccion. En Revista Universidad EAFUT No. 128.pp 09-20
8. Botero, B. (2004). Construcción sin perdidas: Análisis de procesos y filosofía Lean Construction. Medellín: LEGIS S.A.
9. Buleje, K. (2012). "Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction". Tesis en curso para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
10. Ballard, G. (1997). Look Ahead Planning: The Missing Link in Production Control. Proceedings of the 5th International Workshop on Lean Construction. Australia.
11. Corporación de Desarrollo Tecnológico "Índice de productividad en la construcción: ¿Mito o realidad? (Junio 2001). Revista Bit, 6-9.
12. Carrasco, L. y Bonelli (2000). Diagnóstico y Evaluación de los actuales Sistemas de Administración de Proyectos de Edificación en Lima Metropolitana. Tesis en curso para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
13. Ghio C.(2001). Productividad en Obras de Construcción; Diagnostico, critica y propuesta. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
14. Galarza, M. (2011). "Desperdicios de materiales en obras de construcción civil: Métodos y Control". Tesis en curso para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
15. Giugni, P. (2009, 6 de Febrero). La Calidad como Filosofía de Gestión. En blog: La Calidad en las Organizaciones, Economía, negocios y novedades en el mundo de la construcción.

- Recuperada el 04 de octubre de 2016, desde <http://www.pablogiugni.com.ar/httpwwwpablogiugnicomarp93/>
16. González, H. (2012, 11 de setiembre). Mejora Continua – Diagrama de Pareto. En blog: Calidad y Gestión ISO 9000 ISO 14000 ISO 22000 OHSAS 18000. Recuperada el 04 de octubre de 2016, desde https://calidadgestion.wordpress.com/2012/09/11/mejora_continua-diagrama_de_pareto/
 17. González, H. (2012, 11 de julio). Herramientas para la Mejora Continua. En blog: Calidad y Gestión ISO 9000 ISO 14000 ISO 22000 OHSAS 18000. Recuperada el 04 de octubre de 2016, desde <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora-continua/>
 18. Howell, G. (1990) What is Lean Construction.
 19. "INEGI": Instituto Nacional De Estadística, Geografía e Informática (2003). El ABC de los Indicadores de la Productividad. México.
 20. Ibarra, L. (2011). Lean Construction. Para obtener el Título de Ingeniero Especialista. Universidad Autónoma de México, DF, México.
 21. Koskela, L. (CIFE Technical Report # 72, September 1992). Application of The New Production Philosophy to Construction. Inglaterra: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.
 22. López, Y. y Urrego, D (2010). Determinación de variables que puede afectar el rendimiento del trabajador de la construcción cada de estudio. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/10654/3281>
 23. Martínez, C., y Alarcón, C. (1988) Programas de mejoramiento de la productividad para obras de construcción. En Revista de Ingeniería de Construcción, 5 pp. 53-79.
 24. Morales, N. y Galeas, J (2006). Diagnóstico y Evaluación de la Relación entre el grado de Industrialización y los Sistemas de Gestión con el nivel de Productividad en Obras de Construcción. Tesis en curso para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
 25. Picchi, F. 1993. Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios. São Paulo, 1993, 2 v, 462p. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
 26. Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction. Madrid. Fundación Laboral de la Construcción.
 27. Salinas S, M. (2004) "Costos y Presupuestos, Valorizaciones y Liquidación de obras" S/Edic, Edit. ICG, Lima, Perú, 86p.
 28. Soibelman, L. (1993) "As Perdas De Materiais Na Construção De Edificacoes: Sua Incidencia E Seu Controle". Porto Alegre.
 29. Schenini, P. y Zuccarelli B.(2004) "Gestão de Resíduos da Construção Civil" en COBRAC.
 30. Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross. (1992). La Máquina Que Cambió El Mundo. McGraw-Hill.

ANEXOS

ANEXO N° 1: PANEL FOTOGRÁFICO

FOTO 4 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 01



FOTO 5 - Colocación del ladrillo - Vivienda 01



FOTO 6 - Vaciado del concreto - Vivienda 01



FOTO 7 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 02



FOTO 8 - Colocación del acero - Vivienda 02



FOTO 9 - Vaciado del concreto - Vivienda 02



FOTO 10 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 03



FOTO 11 - Vaciado del concreto - Vivienda 03



FOTO 12 - Encofrado de losa aligerada - Vivienda 04



FOTO 13 - Vaciado del concreto - Vivienda 04



ANEXO N° 2: PLANOS

ANEXO 2.1.1: PLANO DE ESTRUCTURAS DE LOSAS ALIGERADAS - VIVIENDA 01

ANEXO 2.2.1: PLANO DE ESTRUCTURAS DE LOSAS ALIGERADAS - VIVIENDA 02

ANEXO 2.3.1: PLANO DE ESTRUCTURAS DE LOSAS ALIGERADAS - VIVIENDA 03

ANEXO 2.4.1: PLANO DE ESTRUCTURAS DE LOSAS ALIGERADAS - VIVIENDA 04

ANEXO N° 3: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

Anexo 03.1: Encofrado de Losa Aligerada.

Anexo 03.2: Colocación de ladrillo de techo.

Anexo 03.3: Colocación del acero.

Anexo 03.4: Concreto en Losa Aligerada.