

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**MEJORA DE PROCESOS EN LOS PROYECTOS COMUNITARIOS
REALIZADOS POR UNA ONG USANDO HERRAMIENTAS DE LEAN
CONSTRUCTION**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta:

KENNETH MATHEUS CAIRAMPOMA CARO

ASESOR: DR. JORGE VARGAS FLOREZ

Lima, 08 de Junio de 2021

RESUMEN DE TESIS

La presente tesis tiene por objetivo elaborar un estudio, en el cual se puedan obtener mejoras en los procesos presentes en los proyectos comunitarios realizados por la ONG TECHO PERU, para este fin se hace uso de herramientas de calidad, con especial énfasis en la aplicación de metodologías de *Lean Construction*, de esta manera se espera reducir tiempos improductivos en el proyecto, además de poder ser parte del ciclo de mejora continua en la organización.

Estos proyectos comunitarios se encuentran relacionados a las características que posee cada comunidad, pudiendo existir algunas similitudes entre los mismos; sin embargo, la no existencia de un mapa de procesos, es una de las razones por la cual el estudio presentará los diagramas de flujo necesarios incluyendo herramientas de mejora continua para cada tipo de procesos.

TECHO PERU es una ONG que tiene como objetivo contribuir con la reducción de pobreza en el país, específicamente trabajando en los departamentos de Lima y Piura, al momento de realizar la investigación la ONG se encontraba en alrededor de 6 distritos, en constante colaboración con 613 asentamientos, en los cuales se han movilizado 1,110,676 voluntarios, construido 122,193 viviendas de emergencia y crear 414 mesas de trabajo.

En el primer capítulo se definirá el proceso actual que posee cada uno de los proyectos comunitarios en las comunidades donde se encuentra trabajando actualmente TECHO, una vez establecido cuál es el flujo de proceso en cada proyecto, se realizará una clasificación según el tipo de proceso que le corresponda y luego de eso se delimitará el estudio a un proyecto en particular.

Ya conociendo el comportamiento del proceso de un proyecto comunitario, se podrá escoger las herramientas capaces de poder desarrollar la mejor solución para ese tipo de proyecto.

Esto se realizará con la aplicación de un estudio de métodos, mediciones reales de la construcción en campo, además de la aplicación de herramientas de calidad, y a su vez como la de *Lean Construction*.

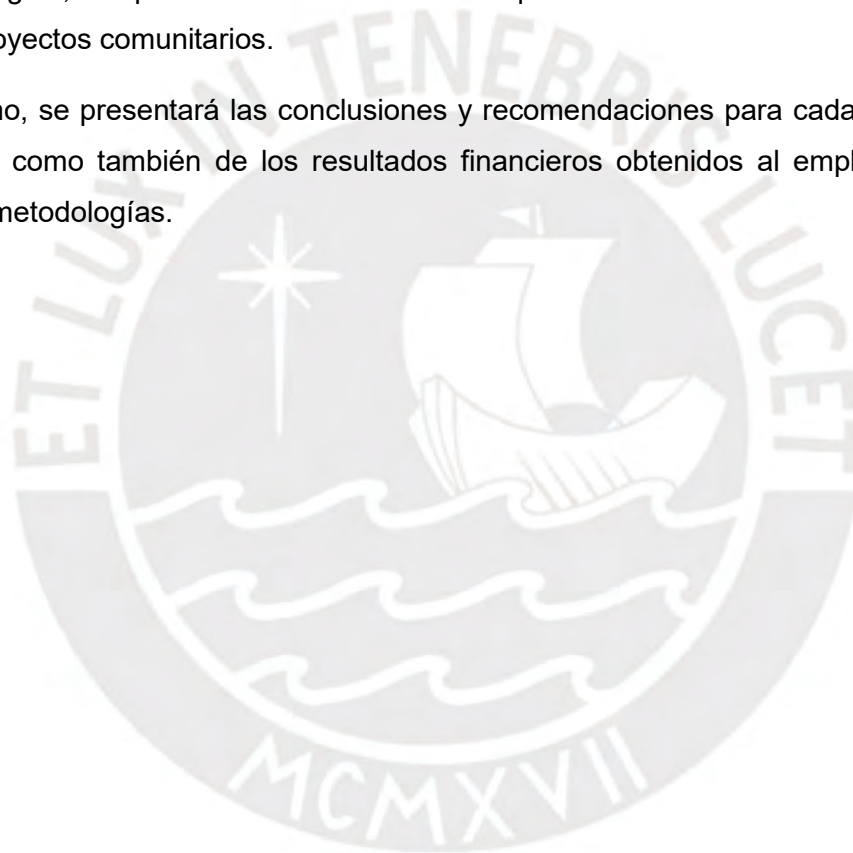
Como segundo capítulo se desarrollará la descripción actual a profundidad de la empresa, describiendo su sector económico, los clientes, además de incluir un perfil organizacional, comunidades afectadas o beneficiadas por los proyectos comunitarios y por último un mapa relacional de la empresa.

Como siguiente paso, en el tercer capítulo se desarrollará un diagnóstico de los procesos actuales del proceso de construcción en proyectos comunitarios, en este estudio se podrán observar las causas principales de los problemas tanto como de logística y planeamiento, durante la realización de un proyecto comunitario.

Una vez finalizado el diagnóstico de los procesos, se detallará las propuestas de mejora en base a la aplicación de herramientas de calidad como también de las principales metodologías de *Lean Construction*.

Acabado todos los detalles de las metodologías a usar se presentan las evaluaciones económicas de los proyectos comunitarios desarrolladas en conjunto con las nuevas metodologías, comparando los costos actuales que TECHO invierte en cada uno de estos proyectos comunitarios.

Por último, se presentará las conclusiones y recomendaciones para cada parte del proceso, como también de los resultados financieros obtenidos al emplear estas nuevas metodologías.





Dedicado a mi mamá Silvia Milagros, y mis abuelitos Gloria y Alfonso, por su sacrificio y entrega constante. Gracias.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	9
1. MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 Concepto de una Organización.....	11
1.2 Definición de una ONG.....	12
1.3 Definición de un proceso.....	14
1.4 Tipo de procesos.....	15
1.4.1 Según la estrategia de flujo.....	15
1.4.2 Según el grado de automatización.....	17
1.4.3 Según el grado de frecuencia de ocurrencia.....	18
1.5 Mejora de procesos.....	19
1.6 Herramientas de mejora de procesos.....	19
1.6.1 Estudio de Métodos.....	19
1.6.2 Medición de trabajo.....	20
1.6.3 Herramientas de calidad.....	21
1.6.4 Herramientas de Lean Construction.....	26
2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	30
2.1 Origen de la empresa.....	30
2.2 Sector económico.....	31
2.3 Perfil organizacional y principios empresariales.....	31
2.4 Entidades participantes en el modelo de negocios.....	31
2.4.1 Comunidad.....	32
2.4.2 Voluntarios.....	32
2.4.3 Empresas.....	33
2.4.4 Sociedad.....	35
2.5 Organización y recursos humanos.....	37
2.6 Descripción del proceso de elaboración del proyecto.....	37
2.6.1 Proyectos Básicos.....	38
2.6.2 Proyectos Complejos.....	40
2.7 Descripción del proceso de ejecución del proyecto.....	44
2.7.1 Etapa Pre - Construcción.....	44
2.7.2 Disposición de materiales.....	44
2.7.3 Movimiento de los paneles de la vivienda.....	45
2.7.4 Etapa de Construcción.....	46
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	54
3.1 Identificación de los problemas.....	54

3.2	<i>Análisis de causas de los problemas</i>	56
3.2.1	<i>Análisis de las fases del Proyecto</i>	57
3.2.2	<i>Análisis de causas con Diagramas de Ishikawa</i>	57
3.2.3	<i>Análisis con Estudio de Métodos</i>	60
3.2.4	<i>Análisis con Diagrama de Pareto</i>	66
3.3	<i>Conclusión de Diagnóstico</i>	71
3.3.1	<i>Resumen de diagnóstico</i>	71
3.3.2	<i>Planteamiento de indicadores</i>	73
3.3.3	<i>Planteamiento de la meta</i>	75
4.	PROPUESTA DE MEJORA	76
4.1	<i>Planeamiento de objetivos</i>	76
4.2	<i>Propuesta de implementación de mejoras</i>	77
4.2.1	<i>Implementación de First Run Studies</i>	77
4.2.2	<i>Implementación de Tren de Actividades</i>	81
4.2.3	<i>Implementación de la Carta de Balance</i>	85
4.2.4	<i>Implementación de las 5S</i>	90
5.	RESULTADOS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA	95
5.1.	<i>Costo de implementación de herramientas de Lean Construction</i>	96
5.2.	<i>Costo de implementación de 5s</i>	96
5.3.	<i>Ahorro generado por la implementación de mejoras</i>	96
5.3.1	<i>Ahorro generado por la implementación de 5s</i>	97
5.3.2	<i>Ahorro generado por la implementación de Lean Construction</i>	98
5.3.3	<i>Ahorro total generado en el proyecto</i>	98
5.4.	<i>Flujo de caja del proyecto</i>	99
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
6.1.	<i>Conclusiones</i>	101
6.2.	<i>Recomendaciones</i>	102
	BIBLIOGRAFIA	103

Lista de Figuras

<i>Figura 1 Las tres puntas interrelacionadas del trabajo de las grandes ONG</i>	14
<i>Figura 2 Ensamblaje automático de botellas de aceite</i>	17
<i>Figura 3 Línea de producción semiautomática – Foxconn</i>	18
<i>Figura 4 Línea de producción cíclica – Robot Keba con sistema de KeMotion Packaging</i> ..	18
<i>Figura 5 Diagrama de Árbol</i>	22
<i>Figura 6 Diagrama de Pareto</i>	23
<i>Figura 7 Representación de símbolos estándar en diagramas de flujo</i>	24
<i>Figura 8 Mapa relacional de la empresa</i>	30
<i>Figura 9 Proyecto Comunitario con Samsung</i>	35
<i>Figura 10 Organigrama – TECHO PERU</i>	36
<i>Figura 11 Partes de la vivienda – Parte1</i>	39
<i>Figura 12 Partes de la vivienda – Parte 2</i>	39
<i>Figura 13 Camión de la descarga</i>	44
<i>Figura 14 Guante de trabajo</i>	45
<i>Figura 15 Carga de paneles</i>	45
<i>Figura 16 Carga de Calaminas</i>	46
<i>Figura 17 Posición final de los paneles</i>	47
<i>Figura 18 Flujograma de la etapa de construcción de la vivienda de emergencia</i>	48
<i>Figura 19 Flujograma de la Nivelación de piso – 1era Etapa</i>	49
<i>Figura 20 Flujograma de la Instalación de paneles – 2da Etapa</i>	50
<i>Figura 21 Flujograma de la Instalación de la viga central – 3ra Etapa</i>	51
<i>Figura 22 Flujograma de la Culminación de la vivienda – 4ta Etapa</i>	52
<i>Figura 23 Flujograma del Proyecto Comunitario</i>	55
<i>Figura 24 Flujograma del análisis de causas del proyecto</i>	56
<i>Figura 25 Diagrama de Ishikawa en los días previos de la ejecución del Proyecto Comunitario</i>	58
<i>Figura 26 Diagrama de Ishikawa en el día de la ejecución del Proyecto Comunitario</i>	59
<i>Figura 27 Aberturas tipo A o V encontradas al unir paneles</i>	63
<i>Figura 28 Estructura de armado de la viga central</i>	64
<i>Figura 29 Diagrama de Pareto para las etapas</i>	67
<i>Figura 30 Diagrama de Pareto para la Etapa 1 - Nivelación de piso</i>	68
<i>Figura 31 Diagrama de Pareto para la Etapa 3 - Instalación de la viga central</i>	69
<i>Figura 32 Diagrama de Pareto para la etapa 4 – Culminación de la vivienda</i>	70
<i>Figura 33 Distribución del tiempo eficiente y ocioso en las etapas del proyecto</i>	72
<i>Figura 34 Distribución de los voluntarios por etapas</i>	72
<i>Figura 35 Flujograma de propuesta de mejora</i>	77
<i>Figura 36 Flujograma de la implementación de First Run Studies</i>	78
<i>Figura 37 Flujograma de la implementación de Tren de actividades</i>	82
<i>Figura 38 Flujograma de la implementación de la Carta de Balance</i>	85
<i>Figura 39 Flujograma de la implementación de las 5s</i>	90
<i>Figura 40 Distribución de mudas según la frecuencia en el proceso</i>	91
<i>Figura 41 Distribución de mudas según el tiempo ocioso</i>	91
<i>Figura 42 Distribución de mudas en las etapas del proyecto</i>	92
<i>Figura 43 Flujograma de la Fase Seiri</i>	93
<i>Figura 44 Flujograma de la Fase Seiton</i>	94

Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Ejemplo de tareas y preguntas del proceso para cada símbolo</i>	25
<i>Tabla 2 Diferencias entre Lean Manufacturing y Lean Construction</i>	28
<i>Tabla 3 Lista de actividades según tipo de proyecto</i>	41
<i>Tabla 4 Cuadro deliberativo de la comunidad</i>	42
<i>Tabla 5 Relación de proyectos comunitarios recientes</i>	43
<i>Tabla 6 Tiempo Estándar de algunas actividades dentro del proyecto</i>	53
<i>Tabla 7 Tiempo Estándar de la Nivelación de piso</i>	61
<i>Tabla 8 Tiempo Estándar de la Instalación de los paneles</i>	63
<i>Tabla 9 Tiempo Estándar de la Instalación de la viga central</i>	65
<i>Tabla 10 Tiempo Estándar de la Culminación de la vivienda</i>	66
<i>Tabla 11 Distribución de voluntarios para el método tradicional</i>	73
<i>Tabla 12 Resumen de Indicadores Actuales</i>	74
<i>Tabla 13 Resumen de Indicadores según la meta</i>	75
<i>Tabla 14 División de las etapas para el día 1</i>	78
<i>Tabla 15 División de las etapas para el día 1</i>	79
<i>Tabla 16 División de las etapas para el día 2</i>	80
<i>Tabla 17 Sectorización de la construcción de la vivienda de emergencia</i>	81
<i>Tabla 18 Horario de actividades propuesto para el Día 1</i>	82
<i>Tabla 19 Horario de actividades propuesto para el Día 2</i>	83
<i>Tabla 20 Tren de actividades actual</i>	83
<i>Tabla 21 Tren de actividades propuesta para el proyecto</i>	84
<i>Tabla 22 Actividades del proceso de construcción de una vivienda</i>	86
<i>Tabla 23 Distribución actual del trabajo de producción</i>	87
<i>Tabla 24 Distribución propuesta para el trabajo de producción</i>	87
<i>Tabla 25 Carta Balance del proceso actual de construcción de una vivienda</i>	88
<i>Tabla 26 Carta Balance propuesta para la construcción de una vivienda</i>	89
<i>Tabla 27 Salarios de un obrero, oficial o peón</i>	95
<i>Tabla 28 Costo total de aplicación de Lean Construction</i>	96
<i>Tabla 29 Costo total de aplicación de 5s</i>	96
<i>Tabla 30 Porcentaje de reducción de indicadores</i>	97
<i>Tabla 31 Ahorro generado por la reducción de tiempo de limpieza (en soles)</i>	97
<i>Tabla 32 Ahorro generado por la reducción de defectos en el proyecto (en soles)</i>	98
<i>Tabla 33 Ahorro generado por la reducción de tiempos no contributivos (en soles)</i>	98
<i>Tabla 34 Porcentaje de reducción de indicadores</i>	98
<i>Tabla 35 Flujo de caja en un escenario optimista</i>	99
<i>Tabla 36 Flujo de caja en un escenario normal</i>	99
<i>Tabla 37 Flujo de caja en un escenario pesimista</i>	99
<i>Tabla 38 VAN del proyecto</i>	100
<i>Tabla 39 TIR del proyecto</i>	100

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene por objetivo encontrar una solución a los procesos desarrollados en los diversos proyectos comunitarios iniciados por la ONG TECHO PERU en los últimos años. La reciente incorporación de estos proyectos en la organización ha traído consigo nuevos procesos y actividades que en su inicio no habían sido planeados.

Estos proyectos comunitarios se encuentran relacionados a las características intrínsecas de cada comunidad, aun así, pueden existir algunas similitudes entre los mismos, la no existencia de un mapa de procesos, es una de las razones por la cual el estudio presentará los diagramas de flujo necesarios incluyendo herramientas de mejora continua para cada tipo de procesos.

TECHO PERU es una ONG que tiene como objetivo contribuir con la reducción de pobreza en el país, específicamente se encuentra trabajando en los departamentos de Lima y Piura, actualmente en el primero se encuentran en alrededor de 6 distritos, en constante colaboración con 613 asentamientos, en los cuales se ha movilizad 1,110,676 voluntarios, construido 122,193 viviendas de emergencia y poseer 414 mesas de trabajo, TECHO (2017).

En el primer capítulo se definirá el proceso actual que posee cada uno de los proyectos comunitarios en las comunidades donde se encuentra trabajando actualmente TECHO, una vez establecido cuál es el flujo de proceso en cada proyecto, se realizará una clasificación según el tipo de proceso que le corresponda y luego de eso se delimitará el estudio a un proyecto en particular.

Ya conociendo el comportamiento del proceso de un proyecto comunitario, se podrá escoger las herramientas capaces de poder desarrollar la mejor solución para ese tipo de proyecto.

Esto se realizará con la aplicación de un Estudio de Métodos, mediciones reales de la construcción en campo, además de la aplicación de herramientas de calidad, y a su vez como la de *Lean Construction*.

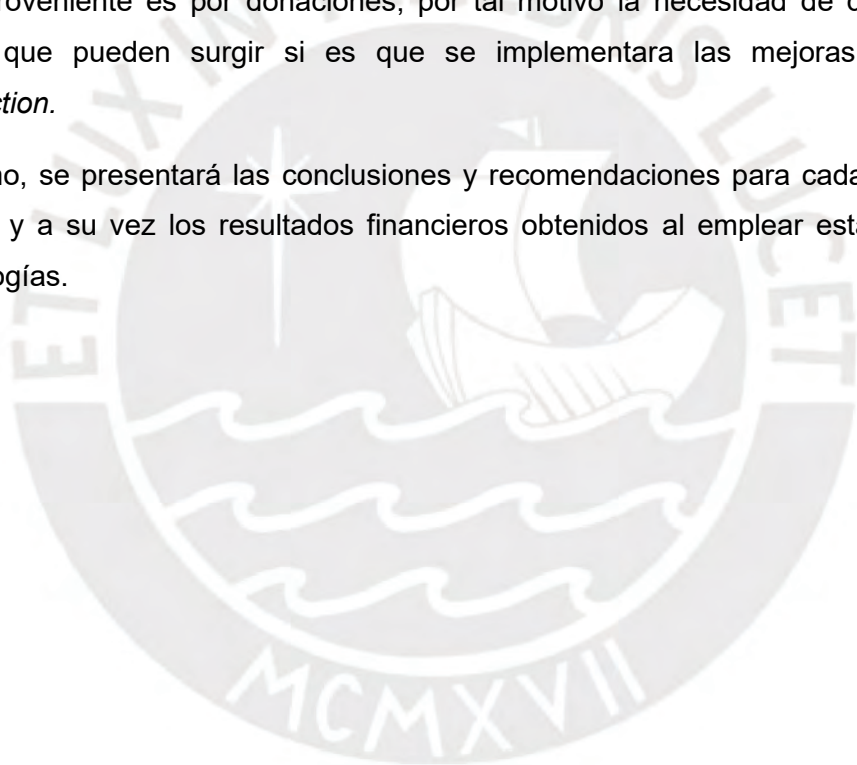
Como segundo capítulo se desarrollará la descripción actual a profundidad de la empresa, describiendo su sector económico, los clientes, además de incluir un perfil organizacional, comunidades afectadas o beneficiadas por los proyectos comunitarios y por último un mapa relacional de la empresa.

Como siguiente paso, en el tercer capítulo se desarrollará un diagnóstico de los procesos actuales del proceso de construcción en proyectos comunitarios, en este estudio se podrán observar las causas principales de los problemas tanto como de logística y planeamiento durante la realización de un proyecto comunitario.

Una vez finalizado el diagnóstico de los procesos, se detallará las propuestas de mejora en base a la aplicación de herramientas de calidad como también de las principales metodologías de *Lean Construction*.

Luego de culminar con el detalle de las metodologías a usar, se presentan las evaluaciones económicas de los proyectos comunitarios desarrolladas en conjunto con las nuevas metodologías, comparando los costos actuales que TECHO invierte en cada uno de estos proyectos comunitarios, cabe resaltar que una gran parte del dinero proveniente es por donaciones, por tal motivo la necesidad de detallar los ahorros que pueden surgir si es que se implementara las mejoras de *Lean Construction*.

Por último, se presentará las conclusiones y recomendaciones para cada parte del proceso, y a su vez los resultados financieros obtenidos al emplear estas nuevas metodologías.



1. MARCO TEÓRICO

1.1 Concepto de una Organización

Es necesario entender qué y a quiénes representa una ONG, por eso primero se necesita entender que significa una organización, ya que según diversos autores su definición puede variar. En un inicio se pensaba que una organización laboral es un grupo corporativo, siendo este una relación social que o bien está cerrada hacia afuera, o bien limitada por reglas y disposiciones de admisión de personas ajenas, Weber (1922).

Por otro lado, existen también otras definiciones, como la descrita por Díaz de Quijano (1993), quien comenta que una organización comprende formaciones sociales complejas y plurales, compuestas por individuos o grupos, con límites relativamente fijos e identificables. Es difícil encontrar características totales en la definición de una organización, esto lo detalla muy bien Pfeffer (1981) el cuál argumenta el porqué de distintos conceptos de organización, y como las distintas épocas, áreas de estudio y regiones afectan el concepto inicial.

Aun así, se ha podido identificar que la mayor parte de autores encuentran similitudes en las siguientes características dentro de la definición de una organización, Porter, Lawler y Hackman (1975).

- 1) Composición de la organización
- 2) Orientación de la organización
- 3) Diferenciación de funciones
- 4) Coordinación racional intencionada
- 5) Continuidad a lo largo del tiempo

Características que pueden encontrarse dentro de una ONG, debido a que estas se consideran como entes distintivos del contexto social, que influyen en el comportamiento, las actitudes y el sistema de valores de sus participantes ya sea considerados como individuos, como grupos o como equipos de trabajo, Porter, Lawler y Hackman (1975).

Teniendo como base dichas características, el siguiente paso es definir la orientación de esa organización, el sistema de valores que se encuentra presente y su relación de entorno interno / entorno externo, Porter, Lawler y Hackman (1975).

1.2 Definición de una ONG

De la misma manera que la búsqueda del concepto de una organización, la definición de una ONG puede ser descrita de diversas maneras; según Rivera (2000), este nace en la Organización de las Naciones Unidas (ONU), años después de la segunda guerra mundial, con el fin de ser agrupaciones internacionales independientes de los gobiernos que contribuyan al desarrollo de los denominados países del tercer mundo. Pertenecientes por auto denominación al tercer sector, dentro del sector privado no lucrativo, tienen como fin complementar las acciones del gobierno y la consecución de un bien común en sociedad.

Las mismas ONGs han usado otros términos para poder definirse y ubicarse en el espectro institucional, según Baca, BK, Castañeda y Pérez (2000). Uno de ellos es que el término de ONG fue denominado para todas las organizaciones internacionales cuya constitución no era consecuencia de un tratado entre gobiernos de distintos países, de hecho, fue creado producto de mecanismos de cooperación entre agrupaciones independientes de gobiernos, con el fin del desarrollo entre Europa Occidental y los llamados países del Tercer Mundo.

Otra definición tallada por el Banco Mundial, fue el de describir a una ONG como un conjunto de agrupaciones internacionales independientes que tienen objetivos de índole humanitaria o cooperativa, más que comerciales. Según ellos, estas organizaciones incluyen organizaciones religiosas o de beneficencia, que movilizan fondos privados para el desarrollo y organización comunitaria, Banco Mundial (1991).

Por otro lado, las mismas ONGs se conciben como organizaciones dentro la sociedad civil, un sector sin ánimos de lucro, encargado de producir bienes para la comunidad, de buscar y encontrar la consecución de un bien común, promoviendo la participación progresiva de la sociedad, en un sentido macro, parte de un Tercer Sector, alternativo al mercado y al Estado, Baca, BK, Castañeda y Pérez (2000).

Aun así, ya teniendo un concepto claro de los objetivos a los que apunta una ONG, nos referimos a esta como prestadoras de servicios, no podemos relacionarlos a un Tercer Sector, ya que este es un grupo mucho más amplio, capaz de formar parte del mundo empresarial, pese a poseer una naturaleza *non – profit*, Serrano (2002).

Este concepto de la ONG como prestadora de servicios suele ir acompañada con la desarticulación del servicio, a través de la fragmentación, ya que su carácter no coordinado multiplicado con un sinnúmero de proyectos dificulta la medición de todos los resultados que pueden obtener, Serrano (2002). Esta problemática se ve reflejada en los casos donde las ventajas propuestas por la ONG se convierten en obstáculos para el desarrollo de las comunidades.

Uno de ellos es descrito por Serrano en la cual los derechos de los ciudadanos, entre ellos los servicios básicos, se encuentran adjudicadas a entidades financieras en lugar de al Estado; donde cualquier recorte de presupuesto va a afectar principalmente a los proyectos realizados por el Estado, impactando en gran medida el principio de universalidad de los derechos y servicios.

Por este motivo, la ONG debe de ser considerada como un ente complementario al Estado, una que contribuya a su organización y justicia y no para sustituirla, Serrano (2002). Este desarrollo en las Organizaciones No Gubernamentales viene desde el pasado, muchas de ellas empezaron con el empoderamiento de comunidades locales en diferentes regiones, y ahora se están enfocando en el desarrollo de campañas y programas de abogacía, Ronalds (2010).

Como resultado de como los objetivos en las ONGs han venido evolucionando con el fin de poder encontrar las causas principales de la situación de pobreza, se ha podido enlazar cada uno de estos objetivos en tres puntos interconectados tal como se muestra en la Figura 1.

Entre sus lineamientos se encuentran el de poder ofrecer una mejor ayuda y abogacía en países sub desarrollados y desarrollados, además de poder tener una mayor conciencia de las causas de la pobreza, tanto socialmente como políticamente.

Según Korten (1990), las ONGs evolucionan con el tiempo, lo cual es todo lo contrario a lo sugerido por aquellos que argumentaron que los proveedores de servicios están siendo cooptados por los estados. Las ONGs se desarrollan y evolucionan independientemente del Estado, desde sus inicios cuando era solo una agencia de ayuda que satisface las necesidades inmediatas hasta una organización que busca crear un movimiento social más amplio para lograr un cambio estructural.

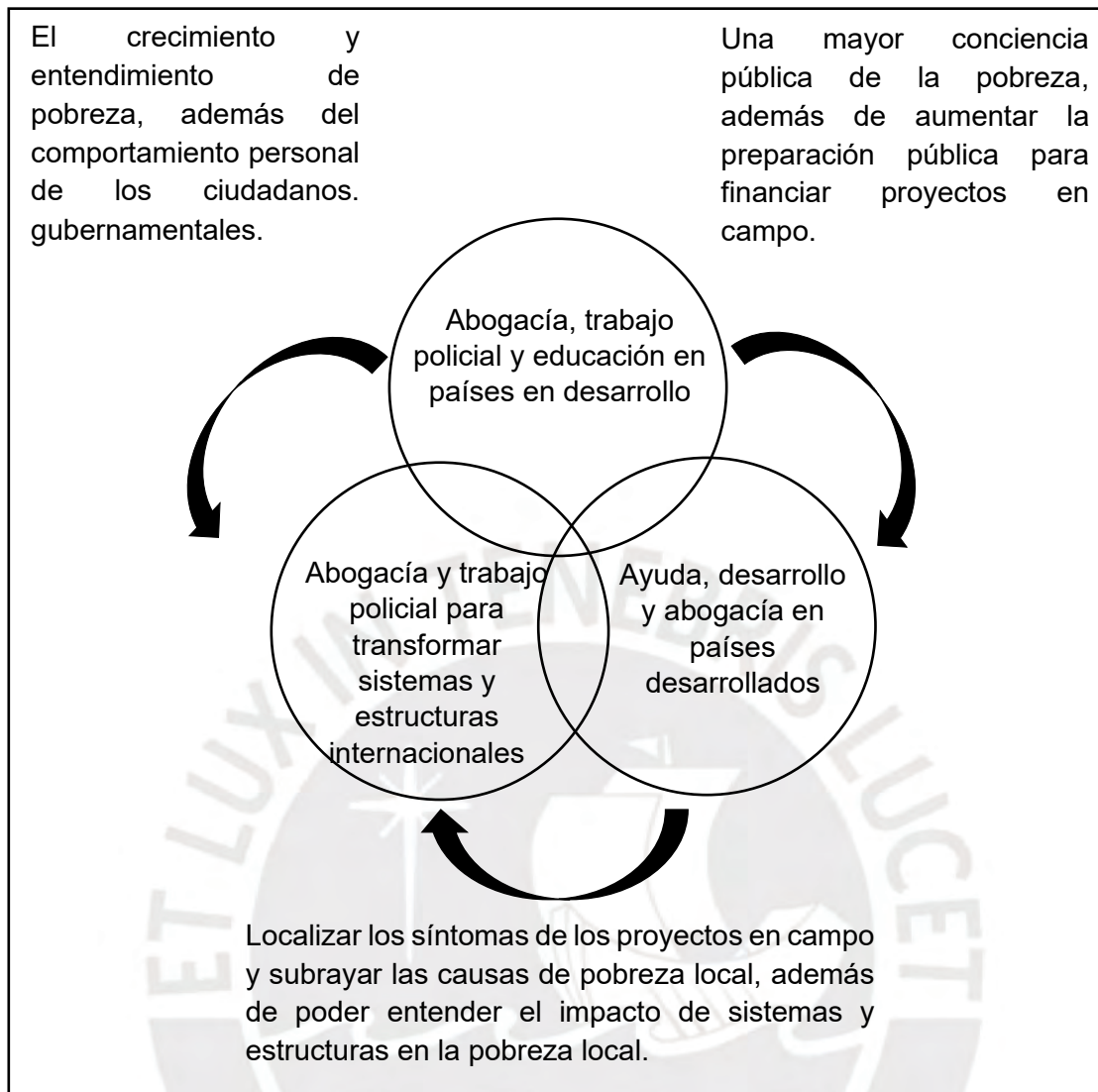


Figura 1 Las tres puntas interrelacionadas del trabajo de las grandes ONG
 Fuente: Ronalds (2010)

1.3 Definición de un proceso

Según Machado (1999), autor de varios libros relacionados a temas de control en la calidad de los procesos, un proceso se define como “un conjunto de actividades relacionadas mediante las que se persigue la consecución de un fin”. Este concepto es descrito por Juran (1990), quién detalla 4 características principales que tienen que existir en cada proceso para que no lleguen a ser deficientes.

- **Ser legítimo:** Que todo el proceso se desarrolle dentro de los patrones establecidos.

- **Ser sistemático:** Cada actividad que sea parte del proceso tiene que ser interdependiente, además de estar en la capacidad de poderse relacionar con otras actividades en un orden establecido.
- **Ser capaz:** Que todo proceso pueda alcanzar lo que en un inicio fue su objetivo planteado.
- **Orientado hacia el objetivo:** Se deben de establecer desde el principio cuales son las tareas a cumplir y características a tener para que el proceso pueda considerarse como exitoso y terminado.

Para Juran (1990), las consecuencias de no obtener un control de la calidad desembocan en graves pérdidas, tanto económicas como sociales. Entre ellas se encuentran, “los costes de la mala calidad, incluyendo las quejas de los clientes, pleitos por responsabilidades en el producto, por otro lado, también están “las amenazas a la sociedad, no poder proporcionar oportunidades para las actividades educativas, culturales y de ocio”.

1.4 Tipo de procesos

Existen diferentes tipos de procesos, dependiendo el flujo de las actividades, que se buscan realizar para poder lograr alcanzar el objetivo. Krajewski y Ritzman (2000) documentan de manera específica cuales son estos tipos de procesos.

A continuación, se presentan los respectivos tipos de procesos.

1.4.1 Según la estrategia de flujo

La primera clasificación de procesos comprende de cuatro diferentes tipos de procesos, procesos de proyecto, procesos de producción intermitente, producción por lote, producción en línea y procesos continuos.

a) Procesos de Proyecto

Las características principales de este tipo de proyectos es el nivel de personalización que se quiere lograr al finalizar el mismo, además de su bajo volumen. Estos tienden a ser extensos, durar mucho tiempo y poseer un nivel de dificultad mayor. Además de un alto grado de personalización de puestos y la liberación de recursos que no han sido utilizados una vez finalizado el proceso.

Algunos ejemplos de esta son “la construcción de un centro comercial, la formación de un equipo de proyecto, la planificación de un evento importante, el desarrollo de una campaña política, la integración de un programa completo de integración, etc.”

b) Procesos de Producción Intermitente

Este tipo de proceso se caracteriza por poseer la flexibilidad necesaria para producir artículos o servicios en cantidades significativas. En este caso la personalización también es alta y el volumen de cualquier producto o servicio es bajo. Aun así, este volumen no logra ser tan bajo como el visto en un proceso por proyecto, y en lo que se refiere al factor humano, se tiende a tener un equipo flexible capaz de ejercer cualquier tipo de tarea.

Algunos ejemplos de esta son “la producción de un vaciado de metal para atender un pedido personalizado, la atención médica en una sala de emergencia, manejo de correo para la entrega inmediata, etc.”

c) Procesos de Producción por Lote

Un proceso por lote a diferencia de uno de producción intermitente posee volúmenes más altos, una variedad de productos más baja ya que su gama de productos es más estrecha, además de manejar una cantidad de lotes asociados a un producto o a un grupo de clientes. En este proceso se trabaja con una estrategia de flujo intermedia, que llega a ser desordenada, ya que no existe una secuencia estándar de operaciones.

Algunos ejemplos de esta son “la programación de un viaje en avión para un grupo de personas, la elaboración de componentes para alimentar una línea de ensamble, el procesamiento de préstamos hipotecarios, etc.”

d) Procesos de Producción en Línea

Este tipo de proceso se localiza entre procesos por lote y procesos continuos, sus volúmenes llegan a ser altos ya que sus productos o servicios ya se encuentran estandarizados, estos a su vez ya poseen una delimitada cantidad de recursos. Cada operación se realiza con repetición una y otra vez, con escasa variabilidad en los productos o servicios suministrados, a veces también conocida como producción en masa.

e) Procesos continuos

Normalmente relacionada a empresas que comúnmente llevan el nombre de industrias de procesos, este tipo de procesos representan lo opuesto de un tipo de proceso por proyecto, por su alto nivel de estandarización, alto volumen y flujos de línea rígidos. Estos se utilizan casi exclusivamente para propósitos de manufactura y encajan a la perfección dentro de una estrategia de flujo de línea.

Otro tipo de clasificaciones son los mencionados por Suñe, Gil e Ignasi (2010), los cuales pueden subdividirse dependiendo según el grado de automatización, frecuencia de ocurrencia y naturaleza de flujo productivo.

1.4.2 Según el grado de automatización

La segunda clasificación de procesos comprende de tres diferentes tipos de procesos, procesos manuales, procesos automáticos y procesos semiautomáticos.

a) Manuales

Procesos compuestos por operaciones que necesitan de la intervención humana, ya sea con el uso o manipulación de herramientas sencillas.

b) Automáticos

Procesos compuestos por operaciones que se ejecutan de forma automatizada sin la intervención humana. Se puede observar un ejemplo en la Figura 2 con el proceso de ensamble de botella de aceite.



Figura 2 Ensamblaje automático de botellas de aceite
Fuente: emerson.com

c) Semiautomáticos

Procesos que pueden comprender tanto fases manuales como automáticas. Como ejemplo se encuentra “el ensamblaje de un faro de coche con la fase de encolado de cristal robotizada (bajo nivel de automatización) o el de un proceso de bobinado de motores eléctricos con algunos puestos manuales (alto nivel de automatización)”. Como se detalla en la Figura 3, este tipo de proceso requiere tanto del operario como de la máquina.



Figura 3 Línea de producción semiautomática – Foxconn
Fuente: lainformacion.com

1.4.3 Según el grado de frecuencia de ocurrencia

La tercera clasificación de procesos comprende de tres diferentes tipos de procesos, procesos cíclicos, procesos continuos y procesos semicontinuos.

a) Cíclicos

El proceso involucra que un producto sea acabado cada cierto intervalo de tiempo, este se puede encontrar muy involucrado con el uso de robots, como se observa en la Figura 4.



Figura 4 Línea de producción cíclica – Robot Keba con sistema de KeMotion Packaging

Fuente: infoplc.net

b) Continuos

El proceso genera un producto de manera continua en el tiempo.

c) Semicontinuos

El proceso funciona de forma continua en el tiempo.

1.5 Mejora de procesos

Una mejora de proceso se encuentra relacionada a la optimización de recursos dentro de un flujo de procesos que tiene como objetivo la finalización u obtención de un producto o servicio, concepto que fue tallado por Deming (1967) y Juran (1964), el objetivo consiste en eliminar las causas de los problemas en sus fuentes y de basarse en la obtención de retroalimentación de los propietarios, cliente y empleados.

Por lo tanto, el enfoque dentro de una mejora de procesos busca que los procesos se realicen de manera efectiva según lo planteado en un inicio, que no se realicen procesos innecesarios o que dificulten aún más el proceso, el objetivo principal es generar valor agregado sin el gasto innecesario de recursos.

1.6 Herramientas de mejora de procesos

Dentro de cada uno de los proyectos que se realizan en diferentes comunidades, la variación es parte intrínseca, por tal motivo se aplicarán herramientas de *Lean Construction* basadas tanto en el JIT (*Just in time*), las cuales se enfocan en la reducción de merma y tiempo ocioso de cada actividad en el proceso, tal como describe Shingo (1984). Además, también se hará uso de herramientas enfocadas en el (TQC) Control Total de la Calidad, como lo son el Gráfico de Pareto, Diagrama de flujos y Diagrama de Ishikawa.

Por otro lado, para poder realizar todos estos diagramas debemos preguntarnos primero que tipo de problemas tenemos al frente, la técnica para este fin es la de un Estudio de Métodos.

1.6.1 Estudio de Métodos

Según lo escrito y detallado por Quesada, González y Puente (1996), el Estudio de Métodos consiste en una serie de técnicas dirigidas a supervisar las actividades realizadas por el factor humano dentro de un proceso, este tipo de estudio tiene como finalidad detectar posibles fuentes de ineficiencia que contribuyan a la demora de tiempos establecidos para completar un proyecto.

Para la presente investigación se aplicarán las herramientas provenientes del Estudio de Métodos, estas según Fernández (1996), consisten en elaboración de diagramas, tanto de la operación como de los trabajadores. Incluso se menciona que existen diferentes metodologías dependiendo el nivel de la actividad de la tarea.

1.6.2 Medición de trabajo

En relación con el Estudio de Métodos también se encuentra la Medición del Trabajo que permite estandarizar los tiempos de trabajo. En la mayoría de los procesos estos representan un rol importante en el diseño y en la mejora y comparación de métodos, incluso más aún en la planificación, control y cálculo de presupuestos, Isabel Fernández (1996).

Entre sus métodos básicos se encuentran:

1. Estudio de Tiempos (análisis de micro movimientos y cronometraje)
2. Datos de tiempo y movimientos predeterminados.
3. Datos de tiempo estándar elemental
4. Muestreo del Trabajo.

El procedimiento para un correcto manejo de los tiempos es separar el trabajo en elementos mensurables y registrar el tiempo para cada elemento.

Una vez registrados los tiempos individualmente se suman los promedios de los “k” elementos dividiéndolos entre la cantidad de estos, Isabel Fernández (1996).

De esta manera se obtendría un tiempo promedio por tarea.

$$T_{prom} \times Tarea = \frac{\sum_{i=1}^k T_{prom} \times Elem_i}{k}$$

$T_{prom} \times Tarea$: Tiempo Promedio de la tarea

$T_{prom} \times Elem_i$: Tiempo Promedio por elemento

k: Número de elementos

i: Variable incremental

Debido a que cada elemento representado por un trabajo no se comporta de la misma manera se debe de tomar en cuenta un factor de eficiencia o calificación de desempeño para poder estandarizar el trabajo, el producto de esta calificación con el tiempo promedio por tarea nos da como resultado un tiempo normal de la actividad, Isabel Fernández (1996).

$$TN = T_{prom} \times Tarea \times CD$$

TN: Tiempo Normal

CD: Calificación de desempeño

En conjunto con el tiempo normal existe un tiempo estándar, de esta manera se quita tiempos muertos utilizados para diferentes necesidades personales, algunos retrasos que puedan surgir antes o durante el trabajo, además de tomar en cuenta la fatiga del trabajador. De esta manera existen 2 formas de calcular el tiempo estándar, Isabel Fernández (1996).

$$TE = TN * (1 + \text{Suplementos})$$

“Los suplementos se agregan al tiempo normal”

$$TE = \frac{TN}{(1 - \text{Suplementos})}$$

“Los suplementos se aplican al periodo total de trabajo”

TE: Tiempo Estándar

Suplementos: Tiempo adicional implícito en el Tiempo Normal

1.6.3 Herramientas de calidad

En la actualidad existen diversas herramientas que tienen como objetivo la mejora continua de los procesos como del producto seleccionado. A continuación, se detallará algunas de estas herramientas.

a) Diagrama Árbol

Herramienta de planificación usada con el fin de organizar la secuencia de actividades de un plan de ejecución, según Vilar, Gómez y Tejero (1997). Una de sus principales ventajas se encuentra en poder realizar un análisis entre las cadenas lógicas existentes, esto se observa en la Figura 5 donde se puede mostrar una clara diferencia entre las cadenas de (a, a, a) y (s, a, s).

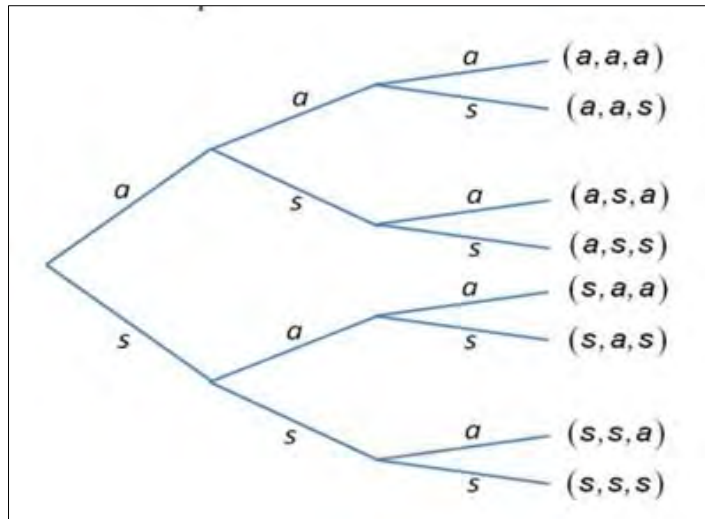


Figura 5 Diagrama de Árbol
Fuente: Alvarado (2012)

Según Chang y Niedzwiecki (1999), el uso de la herramienta puede llegar a ser tedioso, incluso consumir mucho tiempo, por tal motivo, su uso es recomendado en caso los proyectos sean muy simples.

Se sabe que debe comprender 5 etapas principales

1. Comenzar con la sesión de Diagrama de Árbol
2. Tareas de *Brainstorming*
3. Identificar encabezamientos principales de diagrama
4. Crear el siguiente nivel de detalle
5. Revisar el diagrama de árbol

b) Gráfico de Pareto

El gráfico de Pareto es una de las más conocidas herramientas de calidad, básicamente es un tipo esencial de gráfico de barras que se puede usar como herramienta de interpretación, para ello un primer paso es determinar la frecuencia de casos repetidos por cada tipo de problema y luego el segundo sería la de ordenar estas causas según el nivel de importancia que se pueda encontrar.

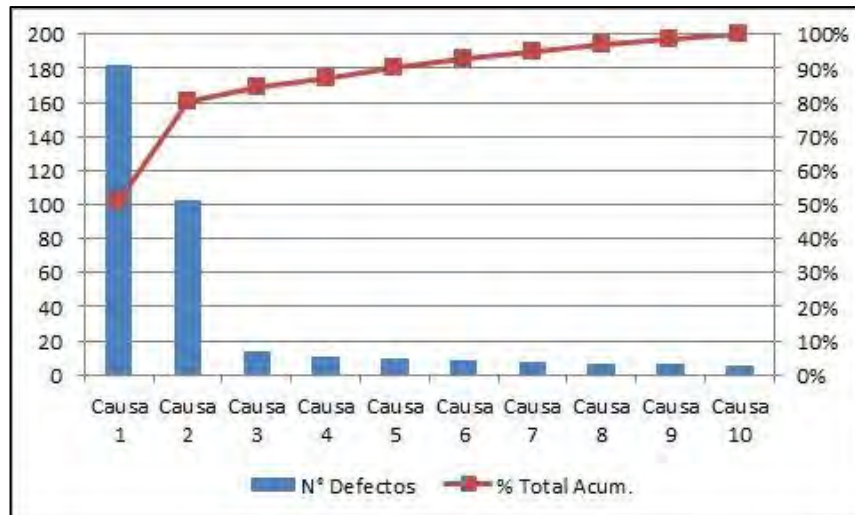


Figura 6 Diagrama de Pareto
Fuente: Muñoz (1999)

En la Figura 6 se puede apreciar como la Causa 1 y Causa 2 representan el 80% de los problemas. En un reciente estudio por García, Maldonado y Cortes (2014), se observa como el Diagrama de Pareto aún sigue siendo utilizada entre las herramientas principales de mejora de procesos, junto a otras como son las del Diagrama de causa y efecto o Diagrama de Ishikawa, Mapa de procesos, Diagrama SIPOC o Diseño de experimentos.

Para poder realizar un buen diseño de Diagrama de Pareto, es importante conocer las etapas principales, las cuales se muestran a continuación:

1. Identificar las categorías de los problemas o causas que deben ser comparadas
2. Seleccionar una unidad estándar de medida y el periodo de tiempo a ser analizado
3. Recoger y resumir la información
4. Trazar os ejes verticales y horizontales
5. Dibujar las barras del gráfico de Pareto

La finalidad principal de esta herramienta es analizar los hechos y datos para enfocarse en las principales causas del problema. Con el Pareto se pueden buscar los patrones de tendencia que presentan gran relación con la causa raíz, tal concepto se materializo por Juran obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Tal como lo explica Fernández (2010), el diagrama de Pareto indica que el 20% de las causas son capaces de resolver el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

c) Diagrama de Flujo

Los diagramas de flujos también llamados flujogramas, organigramas, funcionogramas o fluxogramas, según Jesús Ugalde (1979), constituyen una herramienta principal en la elaboración del proceso, ya que, aportan de una manera más clara al problema de estudio a través de expresiones lógicas.

Existen diferentes maneras de hacer un diagrama de flujo, para el presente caso de estudio se usará un Diagrama de Flujo de Procesos en lugar de uno de Secuencias, ya que este último es necesario para definir e identificar procesos administrativos que involucran una cantidad amplia de personas.

Entre sus propósitos de este tipo de flujograma está conocer el proceso a ejecutar, establecer los fundamentos de análisis, modo y efecto de la falla, documentar los resultados que queremos del proceso. Según Chang (1993) existen 4 etapas para completar un Diagrama de Flujo:

A. Planear la creación de un Diagrama de Flujo

El cual corresponde a la etapa de crear o seleccionar la planilla de símbolos a usar en su Diagrama de Flujo, como se observa en la Figura 7, se debe establecer un límite de tiempo para la creación de un Diagrama de Flujo, el cual debería demorar en un rango de 50 a 60 minutos.

Por último, se debe identificar un registrador para la actividad de creación del Diagrama de Flujo, este consiste en trazar el borrador a medida que el equipo designado a crear el flujo se encuentre desarrollando las etapas o símbolos.

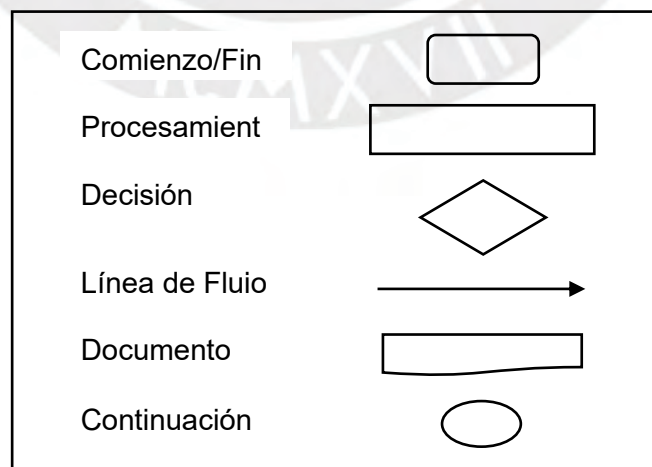


Figura 7 Representación de símbolos estándar en diagramas de flujo
Fuente: Juran (1990)

B. Identificar las principales tareas del proceso

Luego de saber con certitud cuales son los símbolos a usar, se procede a identificar las tareas más representativas del proceso, esto ayuda a delimitar la entrada del proceso. Después de esto se realizan un banco de preguntas a ser contestadas dentro del mismo equipo con el objetivo de poder acelerar la confección del Diagrama de Flujo de Procesos, como ejemplo se muestra la Tabla 1 donde se observa el tipo de pregunta hecha por cada tarea o actividad del proceso.

De acuerdo a Chang, entre las preguntas que deberían encontrarse serían:

- ¿Qué es lo que realmente sucede a continuación en el proceso?
- ¿Hay que adoptar alguna decisión antes de la siguiente tarea?
- ¿Qué aprobaciones se requieren antes de pasar a la siguiente tarea?

















Tarea	Tareas Principales Del Proceso	Subtareas /Decisiones	Símbolos
1	Recibir el bloque de madera del deposito	¿Dimensiones Correctas?	 
2	Agregar el bloque a la línea de producción		
3	Configurar el torno para el corte	¿Está listo el torno?	 
4	Aplicar grampas de fijación	¿Quedaron firmes las grampas?	 
5	Disponer la herramienta de corte y cortar el bloque de madera	¿Herramienta de corte adecuada? ¿Velocidad de máquina la correcta?	 
6	Cortar de acuerdo a la especificación	¿La madera se rompió?	 
7	Comparar el bate con la especificación	¿Especificación correcta?	 
8	Firmar la orden de trabajo		
9	Enviar al departamento de acabado		 

Tabla 1 Ejemplo de tareas y preguntas del proceso para cada símbolo

Fuente: Chang y Niedzwiecki (1993)

C. Trazar el Diagrama de Flujo de Procesos

Una vez acabada la identificación de las tareas y sus correspondientes símbolos, se procede a unir las diferentes tareas mediante líneas de flujo, en el caso llegue a uno de los puntos de decisión esta línea de flujo se bifurcará y creará diferentes tareas dependiendo las opciones del caso.

Si el proceso llega a ser muy extenso se hace uso de conectores los cuales pueden enlazar una tarea con otra, en lugar de usar líneas de flujo largas, las cuales pueden dificultar la visualización del Diagrama de Flujo.

D. Analizar el Diagrama de Flujo de Procesos

Finalmente se procede al análisis del diagrama del Flujo, en el cual de acuerdo a Chang (1993), se pueden encontrar las siguientes oportunidades de mejora.

- Tiempo por tarea (reducir el ciclo del tiempo)
- Repeticiones de las tareas (evitar la repetición de trabajos)
- Duplicación de esfuerzos (identificar y eliminar las tareas duplicadas)
- Tareas innecesarias (eliminar las tareas que se encuentran en el proceso sin razón aparente)
- Tareas que añaden valor, comparadas con las que no añaden.

Luego del análisis se procede a definir una lista para diferenciar las tareas que generan un valor añadido en el proceso con las que no, Chang y Niedzwiecki (1993). El valor añadido está compuesto por actividades que contribuyen a satisfacer o exceder los requerimientos de los clientes, estas se encuentran relacionadas con aquellas que ayudan a reducir el tiempo de ciclo o los errores en el proceso. Por otro lado, las que nos generan un valor añadido están representadas por actividades que son innecesarias y además tienden a aumentar el tiempo de ciclo, Chang y Niedzwiecki (1993).

1.6.4 Herramientas de *Lean Construction*

Por otro lado, también se utilizarán herramientas de calidad ligados al sector de la construcción, principalmente enfocadas en las áreas de Diseño y Proyecto. Esto se encuentra detallado por Pérez y Sabador (2004), quienes argumentan como el diseño debe estar de acorde a los criterios de calidad con el principal objetivo de que el proyecto contemple los requisitos necesarios para que este pueda ejecutarse con garantías de calidad.

Una de esas herramientas de construcción es la de *Lean Construction*, esta es una vía para diseñar un sistema de producción que pueda minimizar el desperdicio de los materiales, tiempo y esfuerzo con el objetivo de generar el máximo valor posible, Koskela (2002).

Tal como comentan Miranda, Heineck y Moreira da Costa (2011), tres PhD y dos de ellos profesores de Ingeniería Civil en Brasil, el modelo de Lean Construction tiene el “propósito de explicar el rol que representan los proyectos la interrelación de estrategia, estructura y procesos”.

Los principales problemas capaces de poder ser enmendados a través de *Lean Construction*, Freund, Gehbauer y Gentes (2011, p.225), son:

- Errores formales aplicados en documentos (errores de tipeo, malas referencias, no existen definidos los delegados)
- Importante información se pierde (por ejemplo, interfaces en firmas de ingeniería)
- Tamaño de grandes lotes (licencia para la aplicación necesitan de alrededor de 120 documentos)
- Esperar la declaración de los expertos (alrededor de 5 meses)
- Tarde detección de errores en el documento.
- Falta de acuerdo y entendimiento de los métodos de detección o el software entre los usuario y expertos
- Pobre comunicación entre equipos y departamento.

Retomando la definición de *Lean Construction*, la *Lean Construction Institute* (LCI) la define como la herramienta basada en producción con un enfoque para la entrega de proyectos que son complejos e inciertos, pero a su vez deben de ser realizados de manera rápida, Shang y Sui (2014).

Sin embargo, aquél que se encargó de popularizar el concepto de “*Lean*” entre los profesionales de la construcción fue Egan, Green and May (2005), quienes observaron que el pensamiento “*Lean*” como una serie de técnicas que pueden ser aplicadas directamente en la construcción.

Un punto importante es diferenciar las diferentes aplicaciones de *Lean Manufacturing* dentro de la industria de la construcción, ya que en un inicio es imposible tan solo trasladar *The Toyota Model Way* sin realizar algunos cambios. Según Koskela (1992), existen ciertas peculiaridades que podemos encontrar por ambos lados, estos se muestran en la Tabla 2.

Aspectos	Industria Manufacturera	Industria de Construcción	Herramienta o solución adaptada
Duración (ciclo de vida)	Largo	Corto	-
Naturaleza	Repetitivo	Único	Solo se fija en el diseño y estudio del proyecto de construcción
Estación de trabajo	Estable	Transitorio	Estudio de tiempos
Componentes materiales	Estandarizados	No estandarizados	Diagrama de Pareto
Suministros de material	Programado por orden	Programado por horario	Diagrama de Pareto
Provisión de seguridad	Más forzado	Menos forzados	Mejora continua
Fuerza laboral	Fijo	Por temporadas	Estudio de tiempos y duración de los proyectos
Salario	Salario más estable	El salario depende mucho de la habilidad	-
Ambiente	No suele realizar cambios en la productividad	Puede influenciar notablemente la productividad	-
Ensamblaje y producción	Se realiza dentro de la fábrica	Producto final es ensamblado <i>in situ</i>	Estudio de tiempos
Tecnología	Alto nivel de automatización	Bajo nivel de automatización	-
Calidad	Se evita el reproceso, se relaciona mucho a los controles de calidad	Reproceso es algo común, se relaciona mucho al performance del producto final	Mejora continua
Cultura	El personal de trabajo debe de conocer y además es consciente de lo importante de dicha filosofía.	El personal de trabajo no conoce ni entabla relación con la filosofía de gestión de una empresa	-

Tabla 2 Diferencias entre Lean Manufacturing y Lean Construction
Fuente: Chang y Niedzwiecki (1993)

Se puede observar en la Tabla 2, que existen diferencias muy marcadas para ambos lados de la industria, por tal motivo, se debe de hacer uso de las herramientas Lean según un enfoque de *Lean Construction*, el cual se encuentra muy relacionado para el caso del presente estudio que posee dentro de sus aristas el comportamiento del voluntariado dentro del país, un proceso que no tiene como participantes máquinas o robots que puedan solucionar con la automatización el proceso de fabricación dentro de una planta, un sector que aún no posee un flujo estandarizado del proceso de construcción.

Green (2002) advirtió que si solo la industria de construcción esta solo enfocada en la eliminación de desperdicios y el incremento de productividad sin tomar en consideración las implicaciones de HRM (*Human Resource Management*) sería muy difícil para las empresas atraer a jóvenes profesionales a unirse en la industria.

Según Páez (2005), se explica que las herramientas de *Lean Construction* fueron desarrolladas en 3 niveles:

1er nivel: *Lean Construction* adapto técnicas de *Lean Manufacturing*, como ejemplo se encuentran las usadas Kanban, esto demostró que se pudo superar la diferencia contextual y el inicio de la implementación de algunos principios.

2do nivel: *Lean Construction* expandió el alcance de las técnicas de *Lean Manufacturing*, como la inclusión del control visual Andon, el cual ayuda a poder encontrar materiales defectuosos dentro del flujo del proceso de construcción.

3er nivel: *Lean Construction* introdujo nuevas técnicas para su contexto único, por ejemplo, *The Last Planner System* combina las técnicas de producción con el sistema Kanban.

Se puede resumir que los principios de esta nueva filosofía de *Lean Construction* se encuentran dentro de estas 3 cualidades:

- Eliminación de actividades que no añaden valor

Con las herramientas de *Lean Construction* se busca una tolerancia cero al derroche, ya sea al tránsito o almacén de materiales, como el tiempo dedicado a corregir errores, AVEVA (2013).

- Maximización de la eficiencia de la actividad de valor añadido

Se anhela una mejora continua dentro de los procesos de construcción, así como el de las piezas, los cuales pueden comprender una plataforma o modulo completo, AVEVA (2013).

- Respeto por las personas

Por último, se necesita de la capacitación en todos los niveles de la organización, desde el directorio hasta los trabajadores de base, la responsabilidad sobre nuestro propio trabajo y tener la capacidad de poder optimizar las prácticas de trabajo, AVEVA (2013).

2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En este capítulo se describirá las funciones que realiza la empresa actualmente, el sector que representa, sus clientes o aliados principales, la organización y los procesos que se realizan en ella. Para lograr esto primero se presentará a la ONG en la cual se está desarrollando el presente estudio, la cual lleva por nombre TECHO PERU.

Según su propia definición en su manual de construcción de viviendas de emergencia TECHO (2018), TECHO es una organización social que trabaja por el desarrollo comunitario de los asentamientos humanos de Lima, Callao y Piura, a través de un trabajo en conjunto entre vecinos, empresas y voluntarios, tal cual se muestra en la Figura 8 donde se muestran los actores involucrados para este fin.

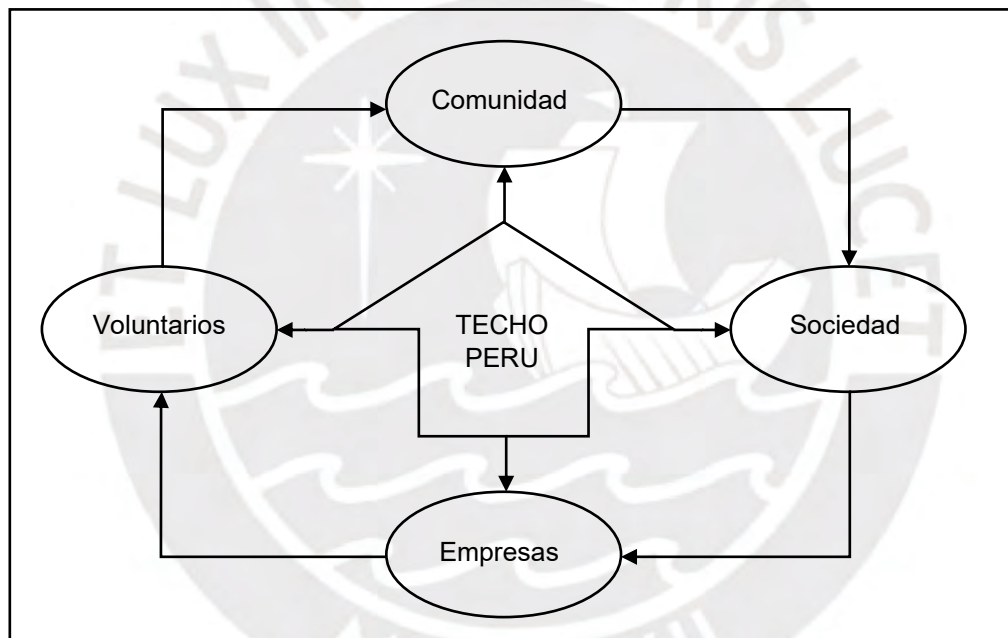


Figura 8 Mapa relacional de la empresa
Fuente: TECHO (2018)

2.1 Origen de la empresa

En 1997 nace la iniciativa en Chile, por parte de un grupo de jóvenes que observaron la injusta situación de pobreza que padecía su país. Alrededor del 2001 se convierte en una fundación sin fines de lucro, con el nombre de “Un techo para Chile”, TECHO (2018), posteriormente inicia su expansión por América Latina, participando incluso en respuesta de desastres naturales como los terremotos de El Salvador y Perú.

Es así como el 2006 ya se establece formalmente dentro de nuestro país, así como también en Argentina, Uruguay, Colombia y México. Desde esa fecha, pasaron 5 años para que en el 2011 se realizará el Primer Encuentro Latinoamericano de Líderes Comunitarios en el Perú (ELLC).

2.2 Sector económico

Tal como se describe al inicio del estudio, las ONG son formas organizacionales desligadas a la acción gubernamental, Martínez (1998), ya que estas nacen de una iniciativa privada; su objetivo no es obtener el beneficio para sus accionistas, Paton (1992) sino la de cubrir alguna necesidad socialmente deseable de la comunidad o de sus miembros, Sánchez (1990).

Por esta razón, la ONG se mantiene a través de donaciones globales de diferentes entidades, sumando el 85% de estas por empresas y de personas particulares. Son por lo tanto parte del grupo del tercer sector, dentro del sector privado no lucrativo. Según su propia página web de TECHO, 8 de cada 10 personas contratadas cree que TECHO es un excelente lugar para trabajar, y destina el 70.1% de las donaciones recibidas al cumplimiento de su misión.

2.3 Perfil organizacional y principios empresariales

Misión

Trabajar con determinación en los asentamientos informales para superar la pobreza a través de la formación y acción conjunta de sus pobladores, jóvenes voluntarios y voluntarias, y otros autores.

Visión

Una sociedad justa, igualitaria, integrada y sin pobreza en la que todas las personas puedan ejercer plenamente sus derechos y deberes, y tengan las oportunidades para desarrollar sus capacidades.

2.4 Entidades participantes en el modelo de negocios

Habiendo sido parte de la organización como voluntario permanente, puedo identificar a los individuos o grupos a los cuales está enfocado el desarrollo de los diversos proyectos que tiene TECHO PERU. Para poder lograr esto, se ha creado 4 grandes frentes que contribuyen de manera independiente a los objetivos de la ONG.

En primer lugar, se encuentran la comunidad y los vecinos, como segundo eje, los voluntarios (tanto permanentes como temporales), en un tercer grupo estaría conformado por las empresas y, por último, la sociedad y el ciudadano de a pie.

2.4.1 Comunidad

Actualmente la ONG TECHO PERU trabaja con 34 comunidades (D. Aguilar, comunicación personal, 10 de octubre de 2018) en diferentes distritos de Lima como también en la región de Piura, entre los más resaltantes están los de San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, Pachacamac y Ventanilla/Callao.

Las comunidades están divididas por zonas y estas a su vez se encuentran segmentadas por cada distrito, de primera fuente se sabe que en cada comunidad existe un dirigente, el cual ha sido elegido en concesión por los mismos vecinos de cada comunidad. Ellos se encargan de guiar a la comunidad para lograr los objetivos que apunten al bienestar propio.

Entre ellos y los coordinadores de comunidades existe la comunicación necesaria para la comunidad pueda ser participe y a su vez pueda estar involucrada con los objetivos que se esperan lograr en conjunto con la ONG.

Para poder lograr esto, TECHO elige a un líder comunitario, el cual pueda tener entre sus características ser comunicativo, responsable y tener las ganas de hacer lo mejor para su comunidad, en su mayoría estas personas llegan a ser los mismos dirigentes de la comunidad como también ser personas que conocen más a fondo los problemas que atraviesa la comunidad.

2.4.2 Voluntarios

Un voluntario es una persona comprometida con el desarrollo de su comunidad, región y país, capaz de ponerse en el lugar de otra persona, y de afrontar problemas reales con el fin de brindar y ser parte de las soluciones. En las palabras de Gino Rossi, coordinador de investigación social, “un voluntario es una persona que aboca su tiempo y dedicación a realizar acciones que benefician al desarrollo personal y social de las personas, así como también su medio en pro de mejorar la calidad de vida” (21 de octubre de 2018). Por otro lado, se puede dividir a los voluntarios de dos maneras diferentes, como voluntario permanente y como voluntario temporal o por créditos, estos últimos corresponden a los estudiantes que, con el fin de convalidar créditos en sus centros educativos, participan en las diversas actividades de TECHO.

El haber sido voluntario de TECHO PERU por el período de 2 años (2016-2018), específicamente de la 6ta generación de escuela de voluntarios, puedo dar fe que el voluntario permanente dedica entre unas 3 a 5 horas a la semana en la oficina y alrededor de 5 a 6 horas en comunidad, a los cuales se visita cada domingo.

Para que puedan trabajar en comunidad, ellos deben de capacitarse en la escuela de voluntarios, estas tienen una duración de aproximadamente meses, aparte de realizar visitas a comunidad para su posterior asignación. Las zonas de trabajo se dividen en: Pachacamac, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores I y II, y Ventanilla. Dentro del equipo permanente también se encuentran los voluntarios que realizan pasantías. La principal diferencia es que ellos realizan una postulación, dedican 30 horas semanales y llevan a cabo un proyecto puntual de TECHO.

Dentro del grupo de voluntarios temporales, se encuentran las personas que se inscriben a través de las convocatorias enviadas por las redes sociales, realizadas para eventos específicos de descarga de materiales, construcciones de viviendas, encuestas masivas, además de las actividades de semana santa en abril, construcciones de vivienda masivas en Julio y la colecta TECHO en agosto.

Por otro lado, para el voluntariado que proviene de las universidades o por créditos, la cantidad de tiempo dentro de la ONG depende mucho de la cantidad de horas en la cual los estudiantes pueden obtener la validación para sus créditos necesarios para convalidar cursos orientados a la responsabilidad social. Ellos pueden trabajar tanto en oficina como en campo, normalmente se encuentran entre los últimos ciclos de su carrera, teniendo que cumplir alrededor de 30 horas. Una vez completada sus horas la ONG emite un certificado validando la participación del voluntario, entre las universidades conocidas en este programa se encuentran la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, la Universidad San Martín de Porres, la Universidad Pacífico y el Instituto Cibertec. Acabado el convenio, una de las opciones que le propone TECHO es poder ser parte del equipo permanente.

2.4.3 Empresas

Existen diversas empresas que trabajan actualmente con TECHO, dentro de ellas se pueden catalogar a los aliados anuales, socios estratégicos y otras empresas que realizan voluntariado corporativo. Para el caso de empresas aliadas, TECHO se contacta de dos maneras, la primera que es llamada “contacto en frio” y otra que es “contacto en caliente”.

Para ofrecer sus programas, TECHO brinda beneficios a diversas empresas para incentivar a que apuesten por la organización, como ejemplo se encuentran una contribución directa y de gran impacto al desarrollo de las familias que viven en situación de extrema pobreza en Perú, ejecución de proyectos de responsabilidad social empresarial, generación de espacios horizontales que refuerzan el trabajo en equipo, y posicionamiento como empresa que se preocupa por el desarrollo de las comunidades más vulnerables del Perú.

Dentro de los proyectos principales se encuentran la construcción de viviendas de emergencia, proyectos comunitarios, además de proyectos pequeños como los de arborización en parques, construcción de lozas deportivas, y capacitaciones en oficios. Según la página web de la organización, las empresas con las que trabaja TECHO pueden dividirse en tres categorías: Socios estratégicos, Aliados Corporativos y empresas de Trabajo en Red.

Socios Estratégicos

Dentro de este grupo TECHO tiene los siguientes socios estratégicos:

- Burson Cohn & Wolfe
- Payet, Rey, Cauvi, Pérez Abogados

Aliados Corporativos

Dentro de este grupo se encuentran las principales empresas con las cuales se negocian y presentan los diferentes proyectos comunitarios actualmente, estos son:

- Sodimac
- BanBif
- Siemens
- ScotiaBank
- Samsung
- Interbank
- Rimac

A continuación, se muestran actividades con la empresa Samsung en la Figura 9, la imagen corresponde a una actividad de construcción de viviendas, en la misma se ve a los voluntarios de Samsung con el chaleco azul y a los de TECHO con el polo característico.



Figura 9 Proyecto Comunitario con Samsung
Fuente: TECHO (2018)

Trabajo en Red

Dentro de este grupo se encuentran otras organizaciones con las cuales TECHO puede trabajar conjuntamente para lograr ciertos objetivos específicos en un proyecto dentro de una comunidad.

- Voluntarios ONU
- Colectivo Picitos
- Colectivo Hábitat Perú

2.4.4 Sociedad

La sociedad se encuentra muy relacionada con los proyectos que realiza TECHO, llega a ser un actor silencioso capaz de cambiar la percepción por la cual se toma en cuenta a las comunidades. Una de ellas es la falta de concientización en la sociedad sobre la existencia de comunidades tan cerca de la ciudad, comunidades que no poseen los servicios básicos tales como agua, luz o desagüe, es uno de los problemas que afronta la ONG.

Por tal motivo entre sus objetivos se encuentra realizar estos proyectos comunitarios, los cuales visibilizan las comunidades frente a las empresas y a las personas de pie. Esto también puede ser realizado a través de otros grandes proyectos que realiza la ONG, como las de Semana Santa donde se realiza una campaña de captación masiva de voluntarios, tanto de permanentes como externos, o el de “La Colecta TECHO” realizado una vez al año, según la misma página web de la ONG ese 18, 19 y 20 de mayo se llegó a la cantidad de 1183 de voluntarios en el evento del 2018.

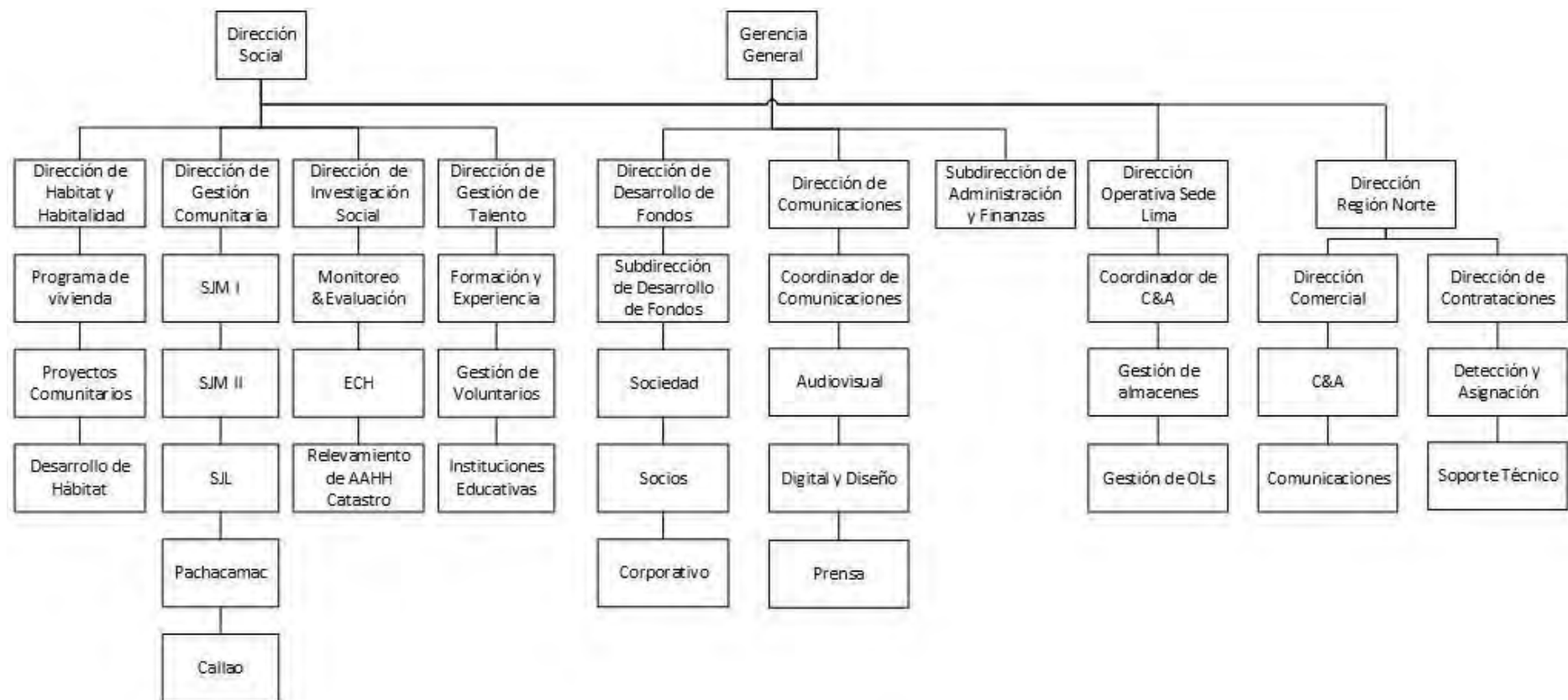


Figura 10 Organigrama – TECHO PERU
Fuente: TECHO PERU (2018)

2.5 Organización y recursos humanos

Como se observa en la Figura 10, la ONG está conformada por 2 frentes, una encabezada una Dirección Social, que a su vez tiene a cargo a los directores que se encuentran en constante comunicación con la comunidad. Por otro lado, se encuentra la Gerencia General, que se enfoca más en la administración y gestión de la misma ONG, en conjunto con los directores de cada área, ya sea de Publicidad, Contabilidad y Finanzas

2.6 Descripción del proceso de elaboración del proyecto

Para la parte de esta investigación se realizaron entrevistas con los principales directores que poseen relación con el desarrollo de los proyectos comunitarios, los cuales son HH (Dirección de Hábitat y Habitabilidad), GC (Dirección de Gestión Comunitaria) y DIROPE (Dirección Operativa).

En las palabras del director de GC, el nacimiento de un proyecto se define como una necesidad comunitaria que se mide cuantitativamente como cualitativamente (D. Aguilar, comunicación personal, 10 de octubre de 2018). Una vez se apertura una comunidad, los voluntarios empiezan a reunirse con los miembros de la dirigencia, es aquí donde se puede tener una discusión sobre los principales problemas que afectan a la comunidad y donde se empieza a priorizar cada uno de ellos según sus capacidades reales, finalmente se construye un árbol de problemas, los cuales identifican las causas reales y se observa cada una de las consecuencias de estos problemas (D. Aguilar, comunicación personal, 10 de octubre de 2018).

Esto es realizado mediante una mesa de trabajo, conformado por un grupo de vecinos, que tienen como tareas ver las causas de los problemas y ver la viabilidad de los proyectos.

Una vez se tenga una idea clara del proyecto se inicia un plan de acción, de las 34 comunidades se tiene alrededor de 170 objetivos de plan de acción (D. Aguilar, comunicación personal, 10 de octubre de 2018).

El plazo para armar un plan de acción es de entre 3 semanas y 2 meses dependiendo la relación del equipo de comunidad y la mesa de trabajo, estas son deliberadas y priorizadas por la misma comunidad. Este plan de acción es enviado a la DDF (Dirección de Desarrollo de Fondos), el cual lo unifica con los planes que posee en una cartera de producto y los ofrece a los aliados corporativos, luego comunica a las tres áreas mencionadas anteriormente sobre el proyecto a ser diseñado.

En algunos casos la misma empresa es la que escoge a la comunidad (L. Solis, comunicación personal, 10 de octubre de 2018).

La sub-área de Proyectos Comunitarios es la encargada del diseño del proyecto, ellos reciben el plan de acción creado por GC (R. Barriere, comunicación personal, 10 de octubre de 2018) y se encargan de filtrar los planes de acción que sean muy demandantes y sobrepasen la capacidad de recursos.

Luego se empieza a recolectar la información de la comunidad con voluntarios que son de la especialidad de Ingeniería Civil o Arquitectura, se realizan preguntas para el diseño de proyectos una vez se hayan convocado previamente asambleas o reuniones con la mesa de trabajo.

En caso no exista el tiempo suficiente, se pasa a realizar una validación de los datos (R. Barriere, comunicación personal, 10 de octubre de 2018). Una vez acabado el análisis se pasa a escoger 5 proyectos comunitarios, en los cuales se van a realizar los trabajos previos (mediciones de campo, localización del terreno y búsqueda de materiales para la construcción), de esta manera se pueden establecer las condiciones necesarias antes de la ejecución del proyecto.

Actualmente no se posee una cartera de proveedores, por tal motivo, se tiene que buscar cada material en uno u otro proveedor una y otra vez.

Esta tarea puede ser realizada por el director, como también por un pasante o un asesor, siendo al final validada por el director o directora de HH. Según Renata, existen dos tipos de proyectos, estos son:

2.6.1 Proyectos Básicos

Un proyecto básico está representado por la construcción de viviendas y/o un local comunitario, una vivienda está compuesta por 9 paneles, los cuales pueden observarse en la Figura 11, estos son un panel posterior derecho, un panel posterior izquierdo, dos paneles laterales, tres paneles de piso, un panel frontal puerta/ventana, un panel frontal ventana, dos ventanas y una puerta.

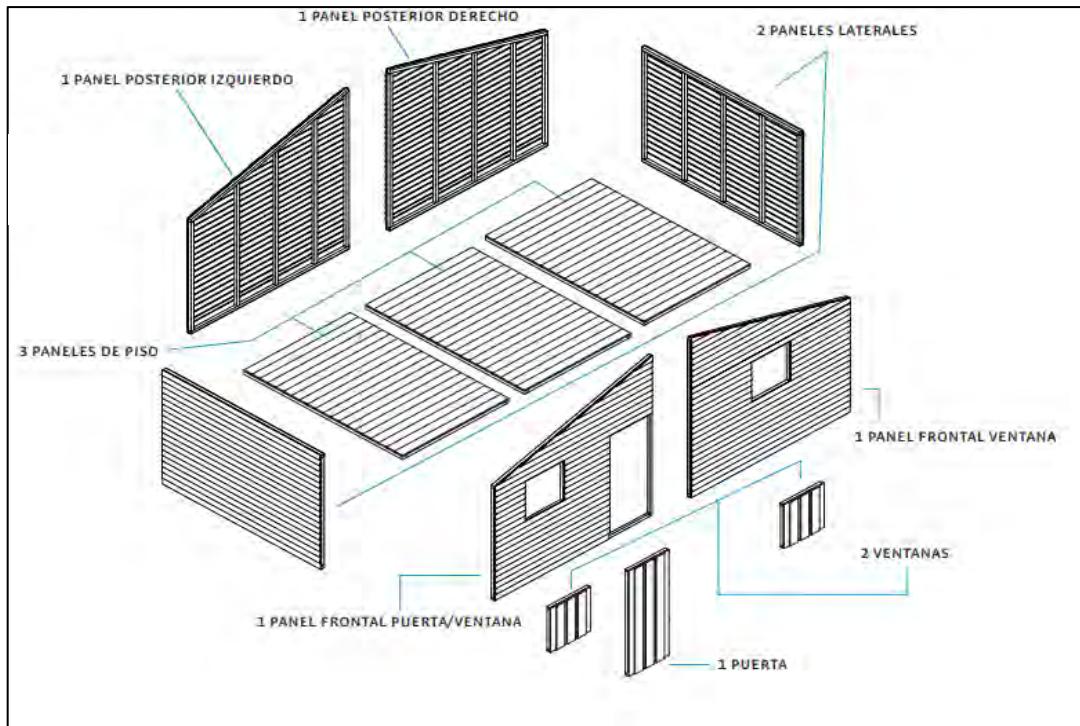


Figura 11 Partes de la vivienda – Parte 1
Fuente: TECHO PERU (2018)

En cambio, el local comunitario varía dependiendo los requerimientos de la comunidad, existen algunos casos donde junto a los vecinos se construye un edificio de material noble, en otros está compuesto por paneles similares al de unas viviendas.

En la Figura 12, se puede observar otras partes de la vivienda que forman parte del interior de la vivienda, estas son las costaneras, vigas secundarias y vigas de piso, así como también algunos elementos externos como los esquineros, calaminas y cumbreras.

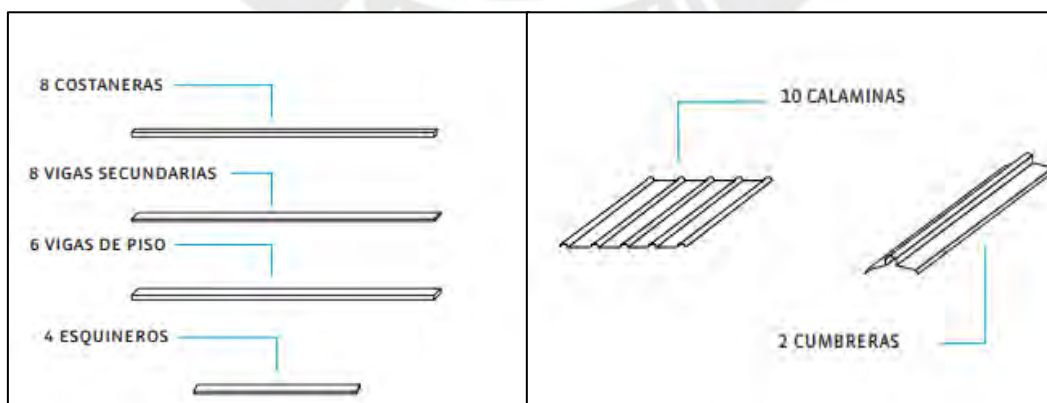


Figura 12 Partes de la vivienda – Parte 2
Fuente: TECHO PERU (2018)

2.6.2 Proyectos Complejos

Un proyecto comunitario complejo está representado por la construcción de viviendas, un local comunitario (con o sin losa deportiva), el cerco de un parque (con o sin juegos recreativos), un pintado de escaleras (con o sin remodelación), el pintado de un muro (con o sin remodelación) y otras actividades que dependen intrínsecamente en lo que necesita y/o desea la comunidad.

Es necesario mencionar que el material usado para las viviendas es diferente al de un local comunal, el cual está diseñado para que solo sirva de reuniones a diferencia de la vivienda que está diseñado para que vivan personas, el forro de la vivienda es más gruesa, el diseño se trae de Chile, en cambio, el local comunal es como los hacen en Perú (R. Sotomayor, comunicación personal, 4 de noviembre de 2018).

Por último, ya acabado los trabajos previos, los cuales se realizan cada fin de semana, aproximadamente unas 4 horas con los voluntarios especialistas en la rama de la construcción, arquitectura y urbanismo, se pasa a dejar la lista de materiales a DIROPE quienes son los encargados de su compra de cada uno de estos o de los que crea conveniente.

Para tener una visión más general de las diferentes actividades para cada proyecto se ha creado una lista según su complejidad en la Tabla 3.

Actividades		Proyectos Básicos	Proyectos Complejos
1. Adecuación	1.1 Adecuación de terreno y zanjas para plantas		x
2. Ajedrez	2.1 Ajedrez juego en pallets		x
3. Arborización	3.1 Arborización		x
4. Armado	4.1 Armado de patio recreacional		x
	4.2 Armado de cerca		
	4.3 Armado de anaqueles		
	4.4 Armado de puente		
5. Colocación	5.1 Colocación de juegos metálicos		x
6. Construcción	6.1 Construcción de sede	x	x
	6.2 Construcción de vivienda		
	6.3 Construcción de escaleras		
7. Dibujado	7.1 Dibujado en piso		x
8. Implementación	8.1 Implementación de juegos reciclados		x
	8.2 Implementación de áreas verdes		
	8.3 Implementación de sistema de Riego por goteo		
9. Instalación	9.1 Instalación de Geo celdas		x
10. Jardineras	10.1 Jardineras y sembrado de plantas		x
11. Lijado	11.1 Lijado del local comunal	x	
12. Limpieza	12.1 Limpieza, adecuación y nivelación del terreno	x	x
13. Mural	13.1 Mural		x
14. Pintado	14.1 Pintado de sede comunitaria		x
	14.2 Pintado y lijado de mesas y bancas nuevas		
	14.3 Pintado del local comunitario		
	14.4 Pintado de mural		
	14.5 Pintado de la losa deportiva		
15. Piso	15.1 Piso de pallets		x
16. Planchado	16.1 Planchado ornamental		x
17. Plantado	17.1 Plantado de árboles, áreas verdes		x
18. Rehabilitación	18.1 Rehabilitación de losa deportiva		x
	18.2 Rehabilitación de juegos		
	18.3 Rehabilitación de espacios educativos		
19. Taller	19.1 Taller con títeres sobre limpieza y aseo personal		x
20. Tarrajeo	20.1 Tarrajeo de muro		x
21. Trazado	21.1 Trazado de muro		x

Tabla 3 Lista de actividades según tipo de proyecto

Para poder encontrar un proyecto adecuado y sostenible dentro de cada una de las comunidades, se realiza un cuadro deliberativo junto a los vecinos donde se ubican puntajes para cada una de las características dentro de cada proyecto, los que obtengan los mayores puntajes serán los escogidos, esto se puede observar en la Tabla 4.

Factores importantes	No (0ptos)	N/A (1pto)	Si (2ptos)
Temporalidad			
¿Se puede desarrollar en el tiempo definido por el Plan de Acción?			X
Recursos			
La comunidad ¿puede conseguir los materiales, maquinaria y herramientas necesarios para ejecutar la solución?		X	
La Solución ¿se puede realizar sin financiamiento externo?			X
Expertos			
La comunidad ¿tiene experiencia ejecutando una solución similar?		X	
¿Se puede conseguir la asesoría técnica necesaria?			X
Actores Clave			
¿Tenemos buena relación con los actores clave necesarios para ejecutar la solución?			X
Sostenibilidad			
La comunidad ¿puede asumir el costo económico del mantenimiento de la solución?			X
La comunidad ¿puede garantizar o contribuir a que los efectos de la ejecución de la solución perduren dentro de dos años?			X
Participación			
La comunidad ¿puede asumir algunas o todas las responsabilidades del desarrollo de la solución?			X
La ejecución de la solución ¿puede incluir participación de la comunidad?			X
¿Es posible involucrar voluntarios/os de TECHO en el desarrollo de la solución?			X
Organización			
La organización comunitaria actual ¿puede encontrar personas que asuman el liderazgo de desarrollar la solución y/o actividades contempladas en ella?			X
Subtotal	0	2	20
Total		22	

Tabla 4 Cuadro deliberativo de la comunidad
Fuente: TECHO PERU (2018)

A continuación, en la Tabla 5 se muestra una lista de proyectos recientes realizados en el año 2018, debido a que cada uno de los proyectos está definido por cada empresa, las actividades suelen variar dependiendo el objetivo de cada una de las organizaciones. Por otro lado, en el cuadro también se observa el número de voluntarios corporativos, TECHO (2018), según el reporte se encuentran entre 20 y 30 voluntarios que se dirigen a la comunidad con el fin de apoyar a los voluntarios de TECHO como a los mismos vecinos, adicionar que en algunos proyectos aún no se tenía el detalle de la cantidad de los mismos.

Proyecto	Actividades (Detalle)	Comunidad	Nro. de Voluntarios Corporativos
Proyecto 1	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuación de terreno y zanjas para plantas - Arborización - Macetas recicladas - Pared verde 	Ampliación las terrazas	20
Proyecto 2	<ul style="list-style-type: none"> - Armado de anaqueles - Pintado de mural interno de biblioteca - Dibujado en piso - Ajedrez juego en pallets - Rocódromo, juego en pallets - Sube y baja, juego en madera 	Bella Esmeralda	-
Proyecto 3	<ul style="list-style-type: none"> - Pintado de gradas de losa deportiva - Pintado de losa deportiva - Pintado de mural exterior en Botiquín - Pintado de interior de Botiquín - Pintado de murales en escaleras - Jardineras en macetas reciclables 	Colinas	-
Proyecto 4	<ul style="list-style-type: none"> - Plantado de árboles - Sardinell de tubos y botellas + borde de piedra chanchada - Pintado de mural - Colocación de juegos metálicos - Implementación de sistema de Riego por goteo 	El Trébol	25

Tabla 5 Relación de proyectos comunitarios recientes
Fuente: TECHO PERU (2018)

2.7 Descripción del proceso de ejecución del proyecto

Los días de la ejecución del proyecto son programadas con el aliado corporativo, quien tiene como función apoyar en el proceso de construcción, el cual varía dependiendo el contrato que se acordó con la empresa, en algunos casos la misma comunidad que desea terminar de una forma diferente a lo planeado una de las construcciones, etc.

2.7.1 Etapa Pre - Construcción

Se empezará a describir el avance que se realiza los días previos al de la ejecución del proyecto, los cuales pueden ser un día antes o un domingo antes, es importante tomar en consideración que las personas responsables de estos avances son los voluntarios permanentes y los PVE (antes llamados PVUs), quienes forman parte del programa de alianza con universidades para realizar voluntariado. El poder haber sido parte de la ONG, así como haber asistido al último proyecto comunitario realizado en Puruchuco hace que la fuente de toda la información sea bajo mi propio análisis y experiencia.

Estas primeras actividades empiezan con la reunión en el punto de encuentro destinado para cada comunidad, luego de esto los voluntarios abordan un bus el cual los llevará a un punto cercano de la comunidad, a la cual se llegará a pie.

2.7.2 Disposición de materiales

Se espera a que el camión suba con todos los paneles y demás cosas hasta un punto cercano de distribución de donde se realizará la construcción de las viviendas. Si el camión sube demasiado estará muy lejos de la comunidad, por tal motivo existe un punto máximo del camión (L. Molero, comunicación personal, 4 de noviembre de 2018), un ejemplo se encuentra retratado en la Figura 13 donde el camión sube hasta un punto límite y no necesariamente el más alto dentro de la comunidad.



Figura 13 Camión de la descarga

Entre las primeras tareas se encuentra entregar los guantes EPP a los voluntarios, un ejemplo de los guantes se observa en la Figura 14, su objetivo es poder movilizar de manera segura las herramientas como los paneles o demás objetos como secundarias o costaneras.



Figura 14 Guante de trabajo

2.7.3 Movimiento de los paneles de la vivienda

Este proceso comprende mover cada uno de los paneles del camión a la vivienda, en la Figura 15 se puede observar mejor el proceso de transporte de los paneles, el tiempo que toma aproximadamente desde el camión hasta la vivienda es de 25 minutos, este es cargado por 6 personas, 3 adelante y 3 atrás, puede variar entre hombres y mujeres.



Figura 15 Carga de paneles

El proceso completo demora alrededor de 2 horas y 30 minutos, en este periodo se dejaron alrededor de 27 paneles en tres terrenos ubicados en diferentes zonas, el número aproximado de voluntarios para esta actividad es de 20 y 25, esto influirá mucho en el tiempo de entrega. Una vez dejado todos los paneles, se pasa a dejar los materiales menos pesados (costaneras, vigas secundarias, vigas de piso y esquineros), como última tarea se dejan las calaminas y cumbresas. A diferencia de los paneles, la cantidad de personas necesarias para el movimiento de calaminas es de 2 personas, 1 adelante y otra en la parte posterior, normalmente se pueden movilizar entre 2 o 3 calaminas por pareja.

Esto se puede observar en la Figura 16 donde los voluntarios temporales cargan un total de 2 calaminas, mientras los otros voluntarios esperan su turno.



Figura 16 Carga de Calaminas

Por otro lado, el proceso que ocurre en el día de la ejecución del proyecto junto a la empresa depende del tipo de proyecto escogido. En el presente estudio se brindará información del proceso más concurrente en los proyectos, la construcción de viviendas de emergencia.

2.7.4 Etapa de Construcción

Esta etapa empieza con la entrega de todas las herramientas necesarias por cuadrilla, un equipo conformado por 5 a 10 personas, quienes se enfocarán tan solo en un terreno, entre las herramientas se encuentran:

- 3 palas
- 2 serruchos
- 4 martillos
- 1 cinta métrica de 30m
- 25m de pabilo
- 10m de manguera
- 2 picos
- 2 destornilladores
- 7 bisagras
- 3 bolsas y media de clavos (4" ,3" , 2 $\frac{1}{2}$ " y calamineros)

Cada cuadrilla debe de llevar desde el punto de encuentro hasta el local de construcción una caja de herramientas, además de un casco, un par de guantes, unos lentes y un tapaboca.

Esta cuadrilla está liderada por uno o dos jefes de cuadrilla, quienes se encargarán de guiar a los demás voluntarios en el proceso de construcción.

Se debe de tener en cuenta que los paneles que llegan al terreno son ordenados de tal manera se pueda usar primero los que se encuentran en la parte de superior. De esta manera se apilan en el siguiente orden:

- 1 panel frontal puerta/ventana
- 1 panel frontal ventana
- 2 paneles laterales
- 1 panel posterior izquierdo
- 1 panel posterior derecho
- 3 paneles de piso

Al posicionarse de esta manera, se hace más fácil para los voluntarios empezar con el proceso de construcción de viviendas, tal como se muestra en la Figura 17, donde se observa la posición final de los paneles en el lugar de la vivienda.



Figura 17 Posición final de los paneles

Ya situándose todos los materiales cerca al hogar, se procede a construir la vivienda de emergencia como tal. A continuación, en la Figura 18, se presenta el flujograma del proyecto, dividido por cuatro etapas, la primera es la Nivelación de piso, la cual comprende desde la regulación del terreno hasta la instalación de los paneles de piso.

La segunda etapa comprende la instalación de los paneles que forman las paredes de la vivienda, la tercera incluye la instalación de la viga central y secundarias como actividad previa a la colocación de las calaminas, por último, se encuentra la cuarta etapa, que concluye con la culminación de la vivienda.

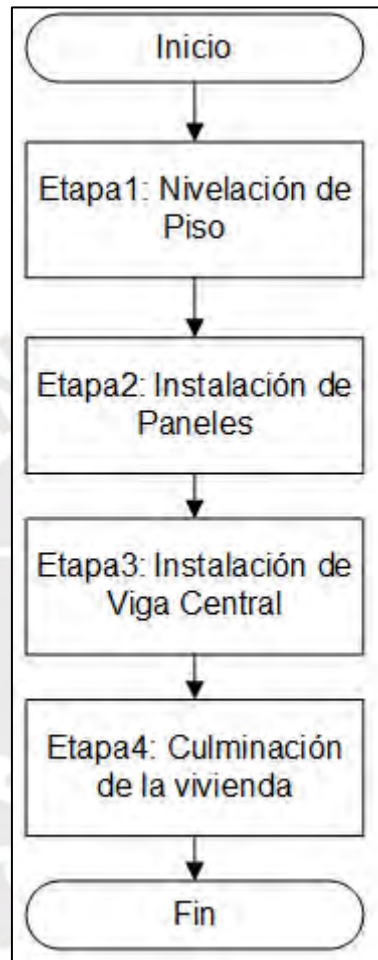


Figura 18 Flujograma de la etapa de construcción de la vivienda de emergencia

Ya descrito cada una de las etapas del proyecto, se procede a presentar en flujogramas cada una de las etapas, y a su vez cada una de las actividades compuestas para la realización de las mismas.

Con esto se busca poder entender mejor el proceso realizado por los voluntarios durante la construcción de una vivienda, se observará que en algunas etapas existen más actividades que en otras, sin embargo, el tiempo distribuido en cada una de las etapas es diferente a lo que aparenta ser en cantidad de actividades.

A continuación, se muestran los flujogramas correspondientes a cada etapa en la construcción de la vivienda, desde la Nivelación de piso (1ra etapa), Instalación de paneles (2da etapa), Instalación de la viga central (3ra etapa) y Culminación de la vivienda (4ta etapa).

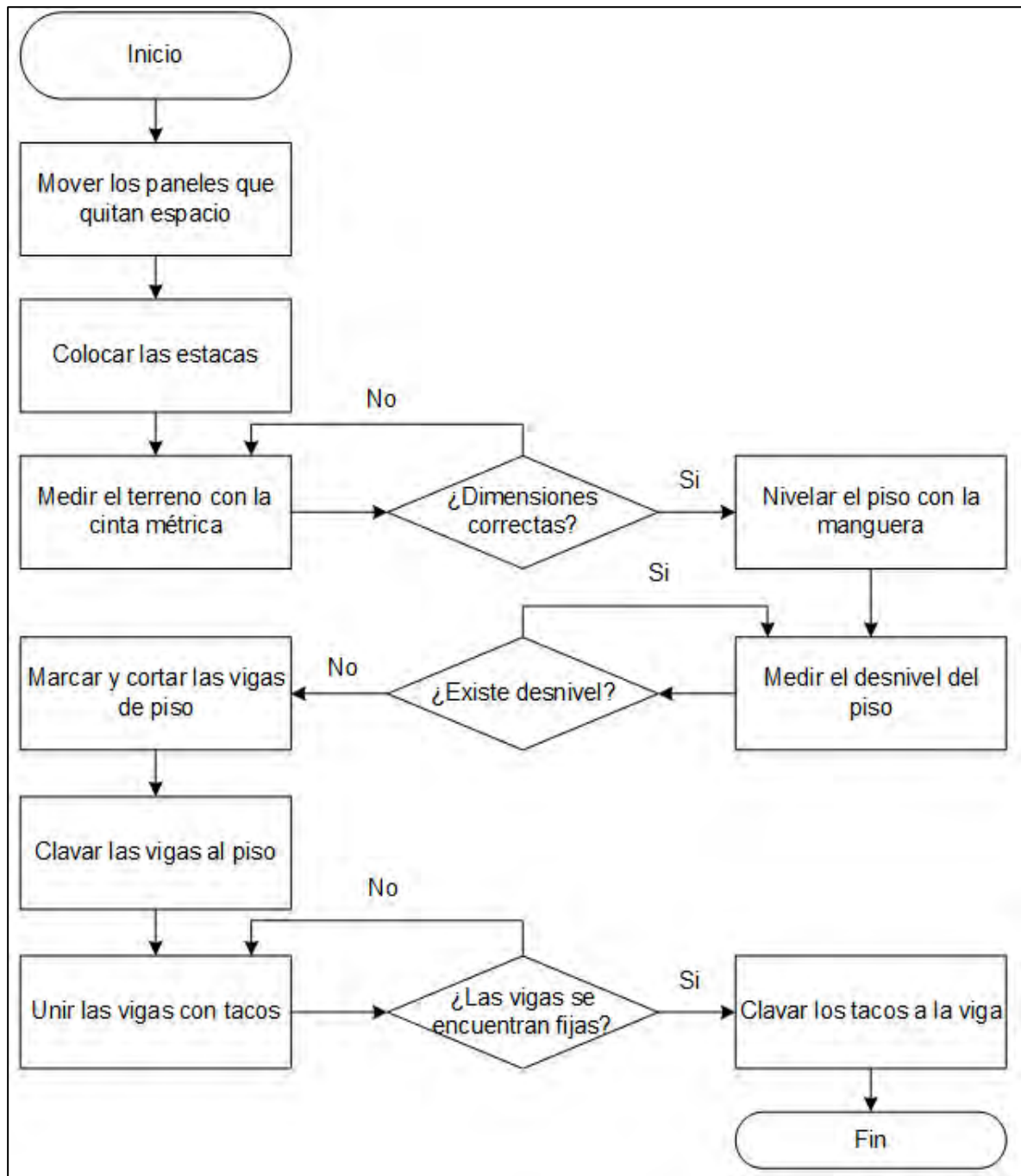


Figura 19 Flujograma de la Nivelación de piso – 1ra Etapa

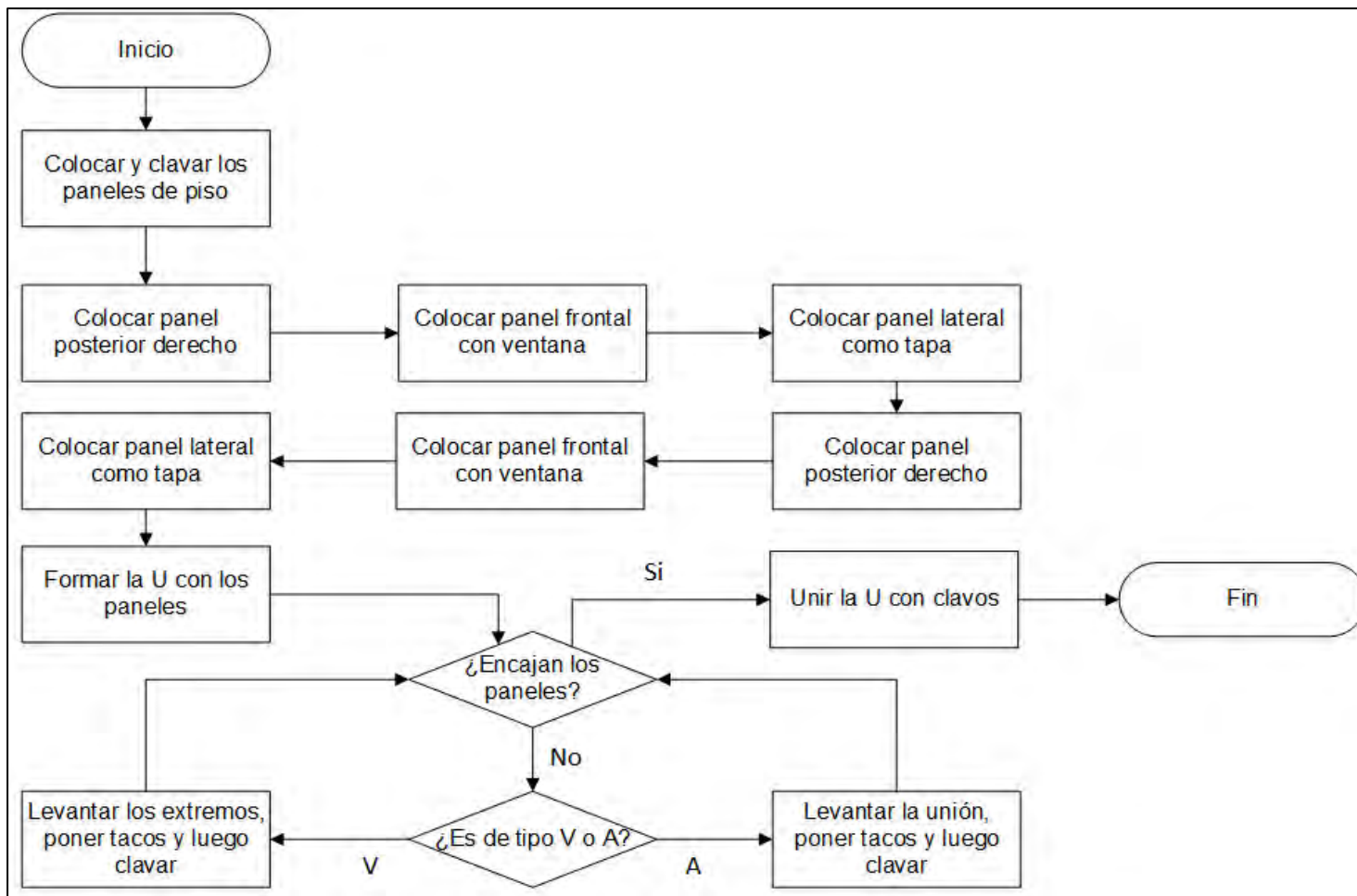


Figura 20 Flujograma de la Instalación de paneles – 2da Etapa

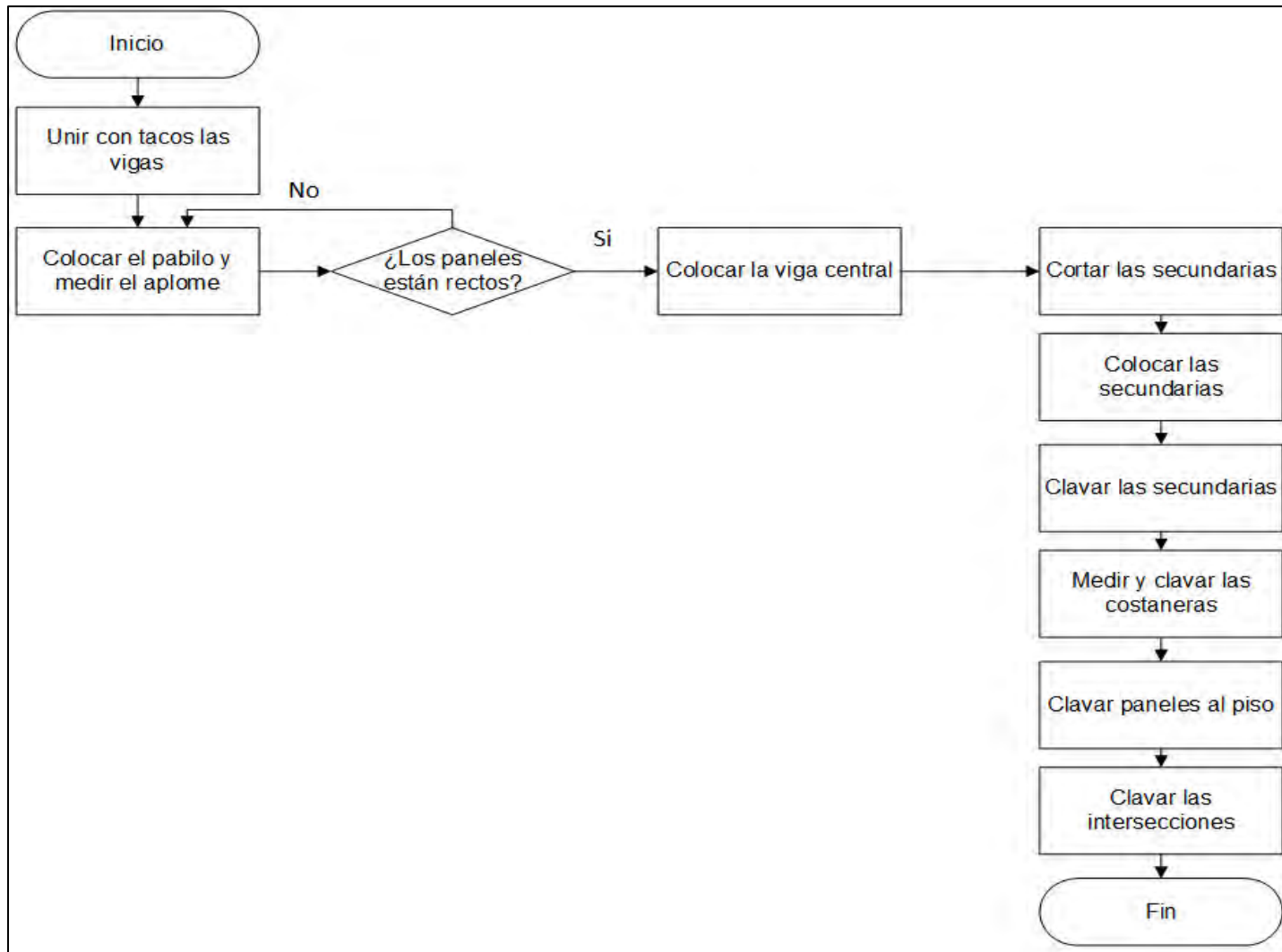


Figura 21 Flujograma de la Instalación de la viga central – 3ra Etapa

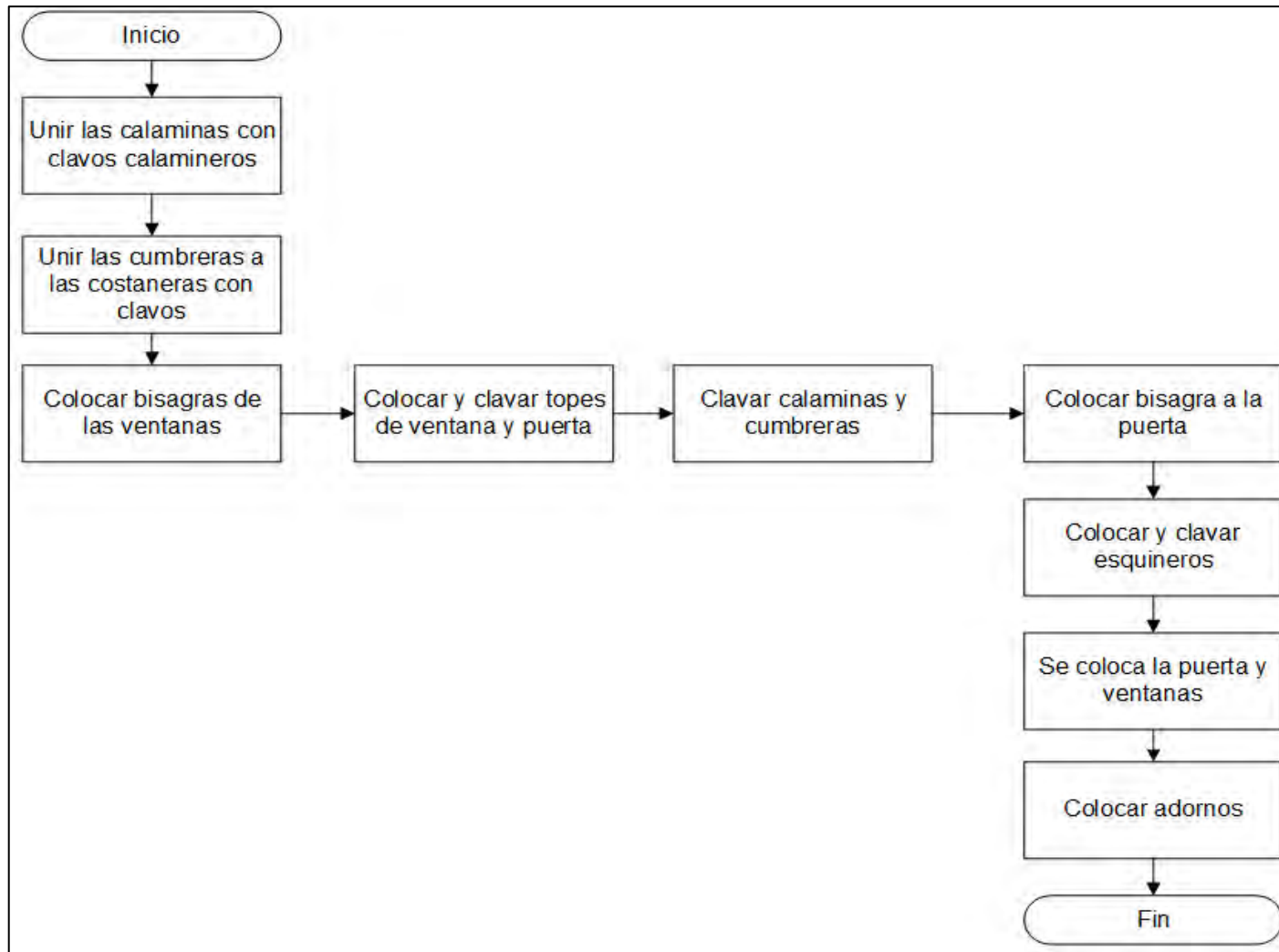


Figura 22 Flujograma de la Culminación de la vivienda – 4ta Etapa

Finalizada la construcción de la vivienda, en el mejor de los casos antes de las 6pm, empieza su inauguración junto a un integrante de la familia. Luego cada voluntario se reúne en el punto de encuentro designado para todas las cuadrillas, llevando todos materiales sobrantes como herramientas en la caja de herramientas. Se procede a dejar los guantes en una bolsa, y demás cosas al OL (Operador logístico).

Acabado el día los voluntarios corporativos regresan al bus y los voluntarios de TECHO, tanto permanentes como PVE pasan a retirarse luego de haber conversado previamente con el equipo de comunidad. Cabe mencionar que a los PVE se les controla por la cantidad de horas que se encuentran en comunidad, por este motivo, al finalizar el día, cada uno de ellos tiene que entregar un documento, el cual tiene que ser firmado por personal de TECHO.

Adicionalmente, en caso no se haya acabado todos materiales traídos para el proyecto (el caso de los baldes de pintura), son almacenados para la siguiente etapa, la etapa de post – construcción, para ello los voluntarios de HH se reúnen con los de GC para poder entablar posibles días en los cuales puedan acabar el proyecto. Algunas actividades son descritas en la Tabla 6.

Actividades	Inicio	Fin	TE (min)
Mover los paneles que quitan espacio	10:50	11:06	1.86
Colocar las estacas y cortar las costaneras	10:54	11:20	3.40
Nivelar el piso con la manguera	10:54	11:25	41.23
Marcar y cortar las vigas de piso	11:20	11:29	1.57
Medir el terreno con la cinta métrica	11:29	11:45	16.72
Clavar las vigas al piso	11:45	12:05	3.48
Unir las vigas con tacos	12:05	12:40	6.10
Clavar tacos a la viga de piso	13:50	14:15	3.27
Colocar y clavar los paneles de piso	14:28	14:46	6.27
Ordenar los demás paneles	14:46	15:06	3.48
Pre clavado ventana puerta	15:00	15:20	6.97
Formar la U con los paneles	15:20	15:54	5.92
Unir la U con clavos	16:05	16:23	3.42
Unir dos vigas secundarias con tacos cortados	12:05	12:40	6.10
Colocar el pabito y medir el aplome	12:05	12:10	5.23
Colocar la viga central	16:30	16:56	37.05
Cortar secundarias	16:40	16:56	2.79
Colocar secundarias	17:00	17:20	3.48
Clavar secundarias	17:20	17:40	3.48
Medir y clavar costaneras	17:40	18:19	5.09
Clavar paneles al piso	09:00	09:10	1.16
Clavar las intersecciones	09:10	09:20	0.87

Tabla 6 Tiempo Estándar de algunas actividades dentro del proyecto

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Identificación de los problemas

Según Vilar, Gómez y Tejero (1997), el primer paso en la identificación del problema es situar el objetivo, el cual en este caso es optimizar los recursos usados en los procesos operativos de los proyectos comunitarios. Luego, la pregunta concreta es ¿Qué método o actividad es necesario llevar a cabo con el fin de alcanzar este objetivo?

En este caso se hará uso de un diagrama de Causa - Efecto para poder encontrar los principales problemas de la realización del proyecto, en un primer análisis se revisará la etapa de pre – construcción, y luego se continuará con el análisis de la etapa de construcción.

El diseño del proyecto empieza luego de que haya sido aprobado y delimitado por parte de la empresa y la ONG, posteriormente se crea una lista de materiales y por último se empieza a buscar cada uno de estos materiales dentro una cartera de proveedores, cabe resaltar que estos aún no se encuentran segmentados.

Finalizada la lista de materiales se envía a DIROPE para que puedan ser comprada, una mala gestión de las compras puede ralentizar el proceso de logística al inicio de los trabajos previos de cada domingo hasta llegar al mismo día de la ejecución del proyecto.

Por otro lado, un mal diseño por HH puede desencadenar en un aumento del presupuesto inicial, incluso una lista de materiales no bien diseñada hace que varios elementos al final no logren usarse en los días previos de la ejecución ni en el mismo día pactado para terminar todas las tareas con la empresa, o peor aún un mal diseño del pintado de muro, de construcción de escaleras, o de cercos hace que la empresa se sienta satisfecha con el resultado final.

Por este motivo, luego del día de ejecución se programa actividades post construcción, los cuales son asesorados por HH, personas capacitadas y especializadas dentro de las actividades realizadas en cada etapa del proyecto, en estos días se finaliza alguna construcción incompleta realizada en el día de la ejecución del proyecto.

Sin embargo, cada vez que sucede esto se tiene que estimar nuevamente lo necesitado, los materiales que no fueron usados, el transporte adicional para cada uno de los elementos, la cantidad de voluntarios a reunir para las nuevas fechas donde se termine el proyecto, además de las capacitaciones de estos voluntarios.

A continuación, en la Figura 23 se muestra el flujograma del proyecto, desde su inicio en la etapa de diseño hasta el final en la etapa de post – construcción. Se puede observar que en cada una de las etapas se pueden identificar problemas, incluso al empezar el proyecto, siendo totalmente perjudicial para el mismo un mal diseño de cómo se va a realizar el proyecto.

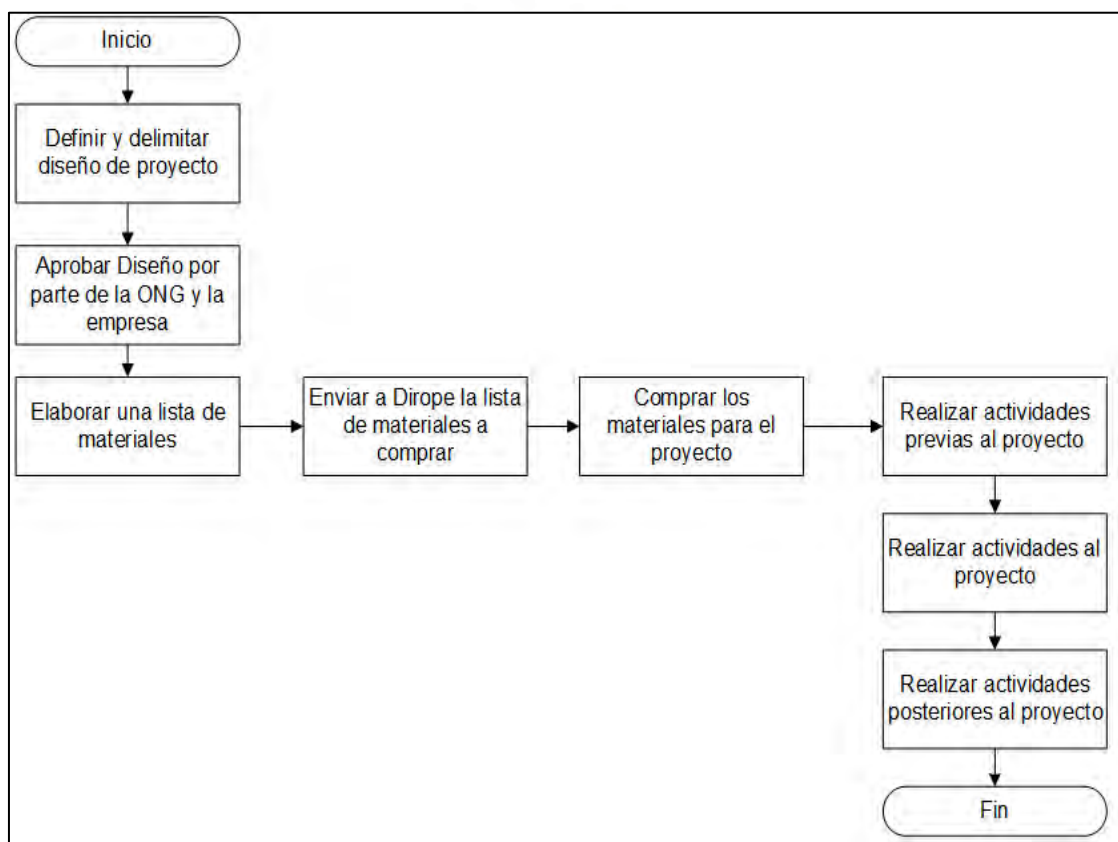


Figura 23 Flujograma del Proyecto Comunitario

Por otro lado, también se observa que aparte de los mismos problemas dentro del día de la ejecución del proyecto, tales como:

- Demoras en el tiempo de la construcción de una vivienda de emergencia, extendiéndose el plazo de construcción durante el día.
- Viviendas de emergencia no terminadas en el fin de semana de construcción.
- Reproceso al momento de construir nuevamente una vivienda de emergencia. (Ej. No existió una Nivelación de piso, lo cual origina tener que desinstalar paneles, nivelar el piso y nuevamente instalarlos)

Existen otros factores que pueden afectar los resultados finales de un proyecto comunitario. El presente estudio busca mejorar la eficiencia y eficacia de estos proyectos de construcción de viviendas junto a las empresas, que exista una correcta distribución de tiempos, poder disminuir los errores en la construcción y optimizar la productividad de los voluntarios que se encuentran en cada operación.

3.2 Análisis de causas de los problemas

Para poder realizar un análisis de las causas presentes en el proyecto se hará uso de dos Diagramas de Ishikawa, de esta manera se puede identificar donde se encuentran la mayor cantidad de problemas en cada una de las dos fases dentro de la construcción de una vivienda de emergencia. El primero será dedicado a los días previos de la ejecución del proyecto y el segundo estará enfocado a los problemas existentes durante la ejecución del proyecto, en la Figura 24 se muestra el análisis completo.

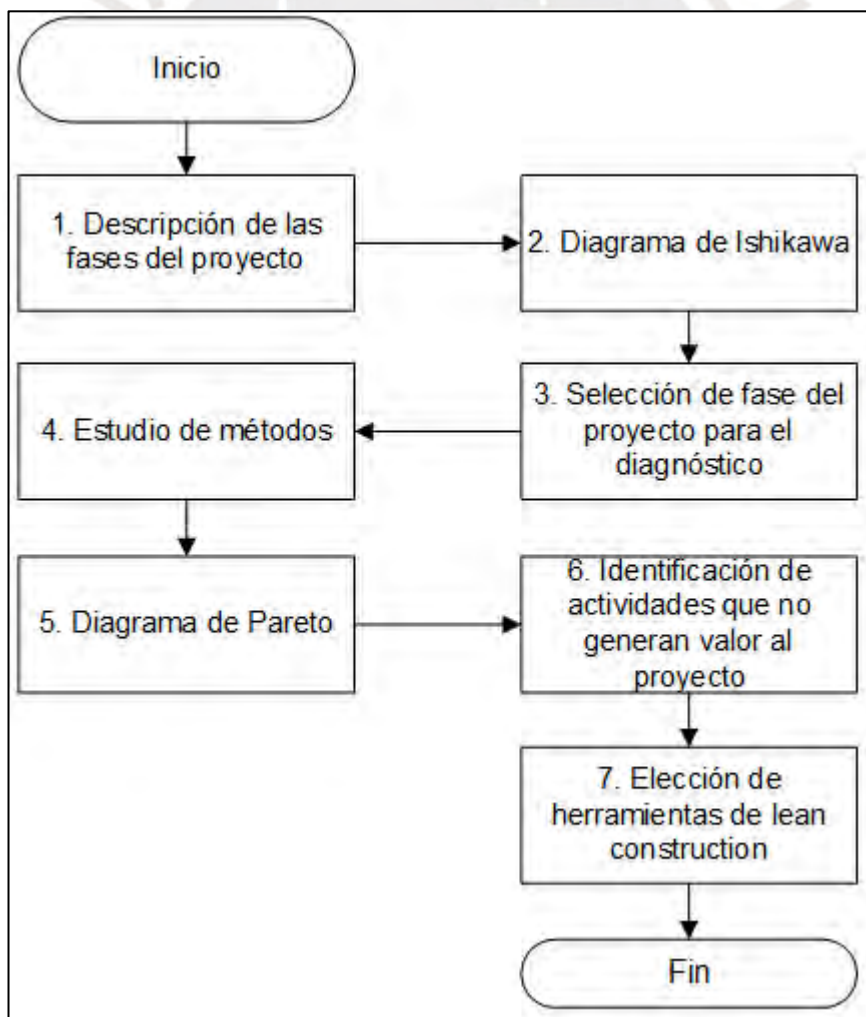


Figura 24 Flujograma del análisis de causas del proyecto

Por otro lado, para un análisis de mayor alcance cuantitativo se crearán Diagramas de Pareto para cada una de las etapas como también para las actividades, a partir del estudio de tiempos realizado en las veces que he podido asistir a los proyectos realizado por las ONG. Esto nos dará visión de que actividades son las que presenta un mayor tiempo de demora y cuál es la etapa más crítica del proyecto de construcción.

3.2.1 Análisis de las fases del Proyecto

Dentro de los días previos a la construcción, se encuentra la operación de descarga de materiales, realizada normalmente por los voluntarios permanentes, quienes se encargan de toda su movilización, aparte de ello, se realiza un estudio previo para el pintado de muros, construcción de los cercos o verificación del tipo de escaleras a construir u otras actividades propias de la comunidad. Esta fase se puede realizar en varios días seguidos, dependiendo la complejidad del proyecto, en cambio, la fase de construcción en sí, la vivienda de emergencia debe ser construida en dos días, y cada día con hora límite de las 6pm, antes de que oscurezca en la comunidad, y así poder regresar a los colegios.

Por otro lado, la cantidad de proyectos que han existido son un factor importante que afecta en la complejidad de su diseño, el plazo para estas actividades es de alrededor de 1 a 3 meses, según se indica en el Banco de Proyectos de Techo (2018). Solamente el 2018 se han realizado 465 construcciones de viviendas en distritos como San Juan de Lurigancho, Callao y San Juan de Miraflores, además de regiones como Piura, Trujillo y Chiclayo, zonas afectadas por el Fenómeno del Niño el 2017, TECHO (2018).

También se indica que cada uno de estos proyectos necesita una confirmación por parte de las empresas de al menos unos 45 días, tiempo en el cual se tiene que realizar actividades de captación de voluntarios, visitas a los terrenos donde se va a realizar la construcción y la compra de materiales que puedan faltar para la realización del mismo.

3.2.2 Análisis de causas con Diagramas de Ishikawa

Para poder saber cuál de las dos fases presenta la mayor cantidad de problemas, se procede a elaborar un diagrama de Ishikawa para cada una de fases, para la primera fase se han encontrado una cierta cantidad de problemas enfocados directamente en los materiales, herramientas de trabajo y voluntarios, mientras que en la segunda fase se han encontrado problemas relacionados directamente con la infraestructura, herramientas de trabajo, productividad de voluntarios, además de la organización de los tiempos en todo el proceso. Ambas se detallan en cada uno de los diagramas de Ishikawa en las siguientes figuras.

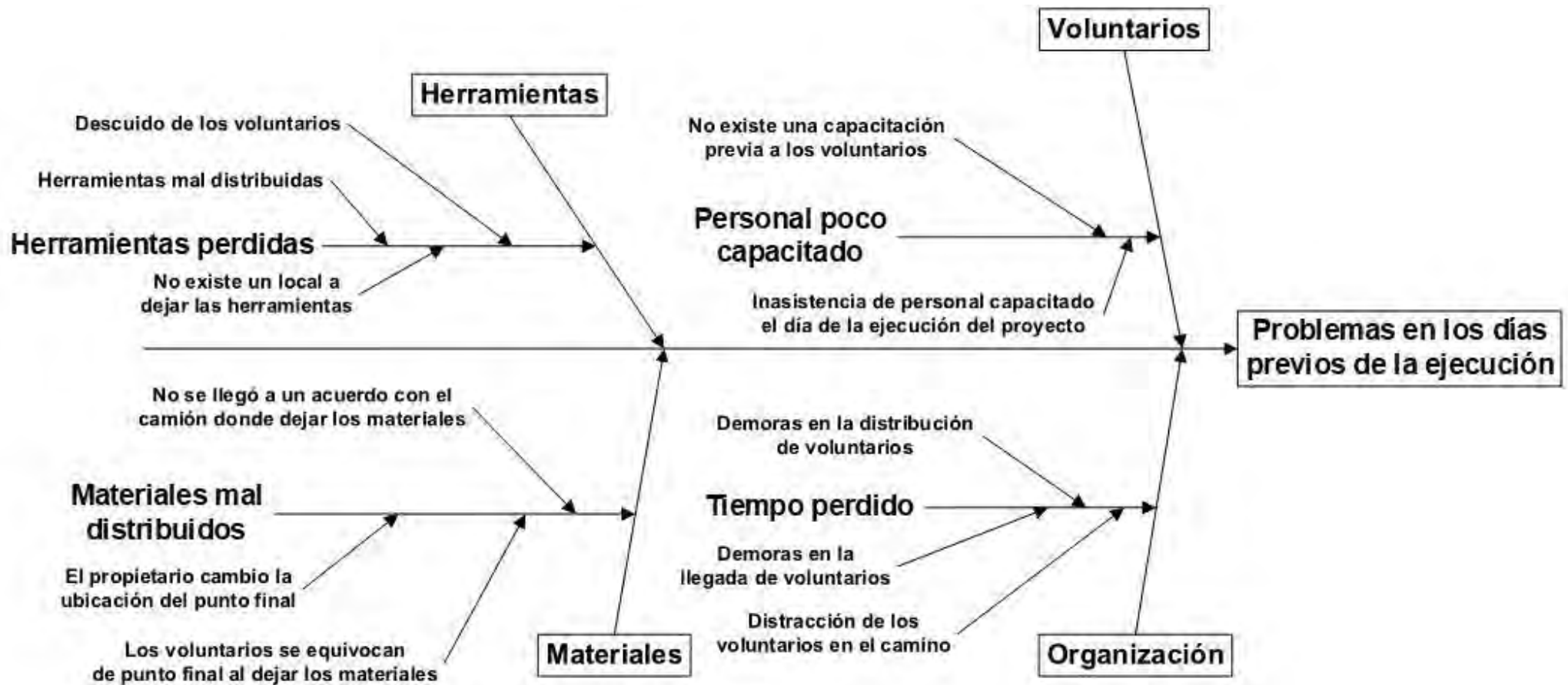


Figura 25 Diagrama de Ishikawa en los días previos de la ejecución del Proyecto Comunitario

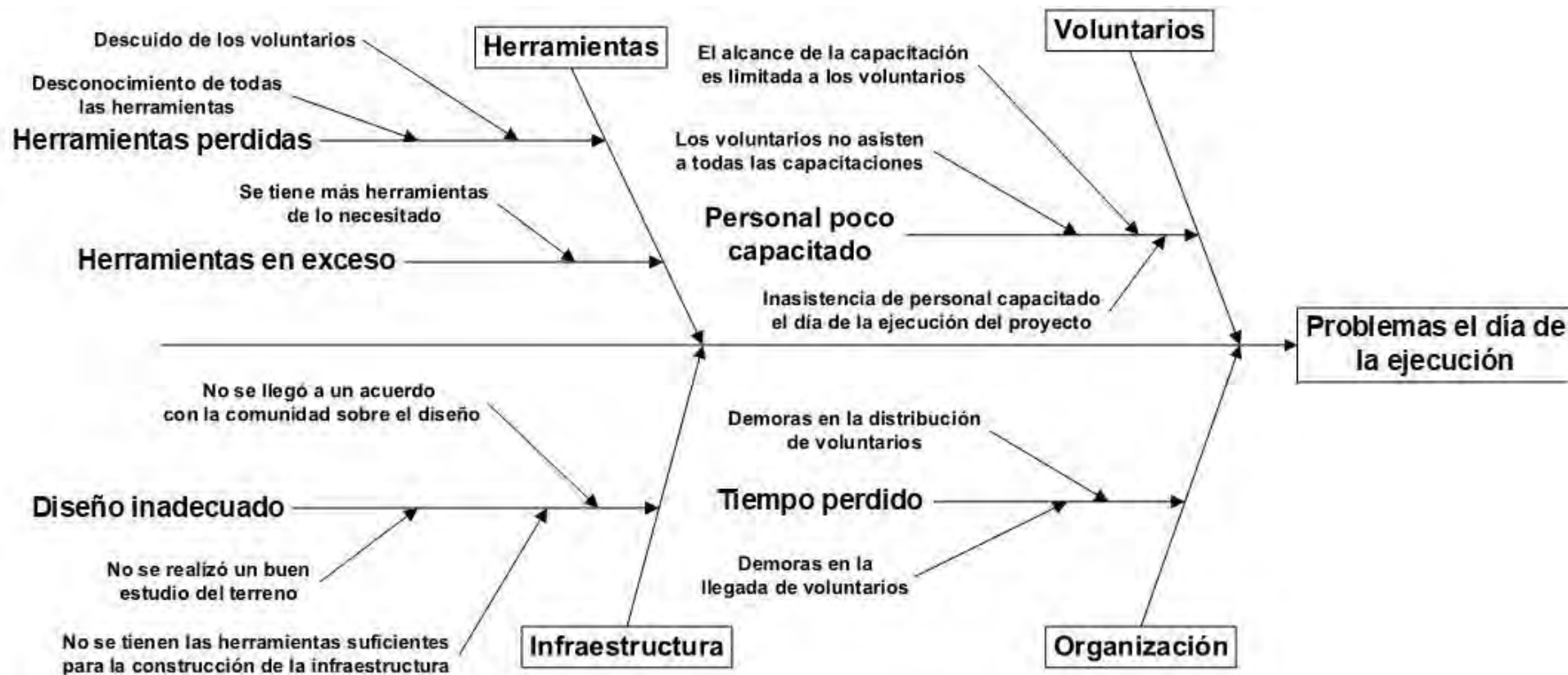


Figura 26 Diagrama de Ishikawa en el día de la ejecución del Proyecto Comunitario

Se observa en el primer Diagrama Ishikawa que existen problemas en el cumplimiento del tiempo asignado para las actividades realizadas en los días previos de la ejecución del proyecto, faltas que se encuentran dentro de lo esperado dentro un trabajo voluntario, así como también existen problemas en la capacitación de los voluntarios o la distribución de los materiales al momento de trasladarlas a la vivienda. Cada uno de los factores encontrados, se convierte en el causante de un problema dentro los días previos a la ejecución del proyecto, sin embargo, son errores que pueden subsanarse con una mejor organización en la capacitación de los voluntarios y una continua comunicación con las familias y líderes comunitarios del distrito o región donde se va a realizar la construcción. A diferencia de los problemas encontrados en los días previos de la ejecución, las causas de los problemas en el día de la ejecución pueden ser subsanados utilizando las herramientas de *Lean Construction*.

3.2.3 Análisis con Estudio de Métodos

En el día se realizan diferentes actividades en simultáneo, el estudio tratará de enfocarlo a todos los procesos que involucren la construcción de una vivienda.

Es así como se ha logrado identificar ciertos problemas en diferentes etapas del proceso.

Etapas 1: Nivelación de piso

Esta primera etapa tiene como principales problemas la medición errónea del terreno, lo cual influye directamente en la nivelación del mismo. Las causas son la no capacitación previa de los voluntarios, una mala distribución de los mismos en cada cuadrilla hace que en lugar de ser beneficioso tener más voluntarios sea ineficiente el proceso de construcción.

Medición

Para poder lograr definir el tiempo necesario se hará uso de un estudio de tiempos, los cuales se realizaron *in situ*, primero se empezará con el movimiento de los paneles, los cuales tienen que ser ordenados para poder crear un espacio libre de trabajo, para luego continuar con la colocación de las vigas de piso y su posterior unión al suelo.

Tiempo estándar

La fórmula para el cálculo corresponde a la utilizada para mejoras del proceso, según la Medición del Trabajo. Cada actividad tiene el objetivo final de tener las vigas alineadas en simetría con el piso de la vivienda. En este caso se tiene alrededor de 16 minutos para poder mover 9 de los paneles.

$$T_{prom} \times T_{area} = \frac{\sum_{i=1}^k T_{prom} \times Elem_i}{k}$$

$$T_{prom} \times tarea = \frac{16}{9} = 1.78$$

Luego de eso se está tomando una calificación de desempeño de 95% para cada voluntario, los cuales pueden variar de edades de entre 17 hasta los 35 años, entre varones y mujeres.

$$TN = 1.78 * 0.95 = 1.69$$

Finalmente se tiene un suplemento de 10% lo cual genera un tiempo estándar de 1.86 minutos para la actividad.

$$TE = 1.69 * (1 + 0.1) = 1.86$$

Con el fin de resumir las actividades, en la Tabla 7, se presenta un cuadro para cada una de las actividades que logran cumplir con el objetivo de una correcta Nivelación de piso, en el estudio de tiempos no se tomó en cuenta la colocación de los pilotes ya que ninguna las viviendas presentaban su uso necesario.

Tiempo estándar

Actividades	Tprom	Elem	Txtarea	CD	TN	Suplemen- tos (%)	TE (min)
1.1 Mover los paneles que quitan espacio	16	9	1,78	0,95	1,69	0,10	1,86
1.2 Colocar las estacas (cortar costaneras)	26	8	3,25	0,95	3,09	0,10	3,40
1.3 Medir el terreno con la cinta métrica	16	1	16,00	0,95	15,20	0,10	16,72
1.4 Nivelar el piso con la manguera	31	1	31,00	0,95	29,45	0,40	41,23
1.5 Marcar y cortar las vigas de piso	09	6	1,50	0,95	1,43	0,10	1,57
1.6 Clavar las vigas al piso	20	6	3,33	0,95	3,17	0,10	3,48
1.7 Unir las vigas con tacos	35	6	5,83	0,95	5,54	0,10	6,10
1.8 Clavar tacos a la viga de piso	25	8	3,13	0,95	2,97	0,10	3,27
						Total	77,62

Tabla 7 Tiempo Estándar de la Nivelación de piso

Se puede observar que se necesita un gran esfuerzo en poder nivelar el piso, esta actividad depende de la calidad del piso de la vivienda, en algunos casos de debe de quitar rocas, piedras o escombros que puedan facilitar el trabajo de nivelación. Sin embargo, puede existir un problema mayor, el cuál es un mal estudio del terreno dentro de las actividades de pre - construcción.

Una de las actividades que genera un mayor costo de tiempo ocioso en el proceso es la actividad 1.4 que corresponde a la nivelación del terreno usando una manguera.

Esta actividad inicia con el llenado de agua en la manguera para poder así ubicar en los extremos el punto deseado de altura, es muy común que la actividad presente complicaciones en casi todas las viviendas, ya que, depende bastante de la calidad del terreno, en algunos casos se presentan como falso piso, en otros como concreto o tierra, incluso también como simplemente rocas.

Etapa 2: Instalación de paneles

Al igual que en la primera etapa, las principales causas de los problemas se encuentran en la no capacitación de los voluntarios, aun así, hayan asistido a varias jornadas de capacitación que brinda la ONG, la falta de práctica en la ejecución de la actividad causa retraso en las tareas de colocación de paneles.

Por otro lado, la no experiencia y la cantidad de voluntarios (aproximadamente 7 a 10 voluntarios) dificultaría aún más el proceso de construcción. Aún más, existen casos donde por temas de salud algunos voluntarios regresan al punto de reunión dentro del colegio.

Otra causa importante es que el Jefe de cuadrilla se encuentre solo, o no tenga la experiencia suficiente para poder solucionar problemas como las aberturas A o V encontradas al momento de juntar los paneles. Como se muestra en la Figura 26 los paneles no terminan de juntarse de manera correcta, lo cual genera aberturas tanto en la parte superior o inferior de la unión, la misma ocasiona un tiempo adicional en reparar el problema.

Para poder solucionar esta abertura, se trata de juntar los dos paneles que forman las aberturas, utilizando una fuerza de palanca debajo de cada uno de los paneles, en la intersección de las mismas en caso sea de tipo A o en los extremos de los paneles en caso sea de tipo V. En la Figura 27 se muestra la ubicación de donde se tiene que colocar el apoyo para poder generar la fuerza necesaria para levantar los paneles y así corregir las aberturas.

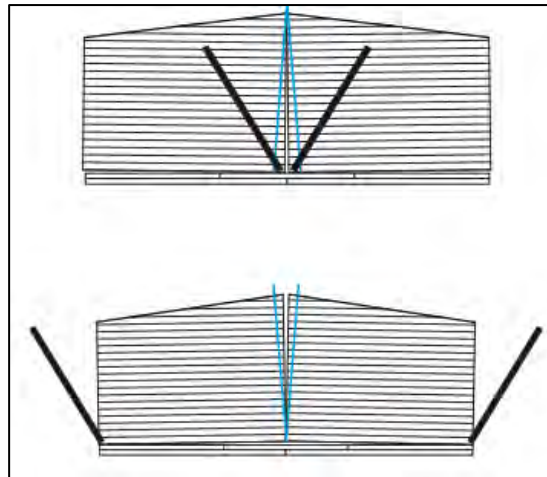


Figura 27 Aberturas tipo A o V encontradas al unir paneles
Fuente: TECHO PERU

Para la medición de esta etapa, se ha agrupado la actividad de formar la U porque es una operación que en un inicio se encuentra dividida en varias actividades que se realizan de manera paralela, estas son: colocar el panel posterior derecho, colocar el panel frontal con ventana, colocar el panel frontal con tapa, colocar panel posterior derecho, colocar panel frontal con ventana, colocar panel lateral con tapa.

Aparte de eso se han considerado en la toma de tiempos que los voluntarios se enfocan únicamente en su trabajo, además de no considerar el almuerzo que se tuvo con la familia, el cual duró aproximadamente una hora. De tal forma, los tiempos obtenidos fueron los que se muestran en la Tabla 8.

Tiempo estándar

Actividades	Tprom	Elem	Txtarea	CD	TN	Suplemen- tos (%)	TE (min)
2.1 Colocar y clavar los paneles de piso	18	3	6,00	0,95	5,70	0,10	6,27
2.2 Ordenar los demás paneles	20	6	3,33	0,95	3,17	0,10	3,48
2.3 Pre clavado ventana puerta	20	3	6,67	0,95	6,33	0,10	6,97
2.4 Formar la U con los paneles	34	6	5,67	0,95	5,38	0,10	5,92
2.5 Unir la U con clavos	18	6	3,00	0,95	2,85	0,20	3,42
						Total	26,06

Tabla 8 Tiempo Estándar de la Instalación de los paneles

Como se observa en la Tabla 7, las actividades presentan una gran similitud en la duración de los tiempos, esto se debe a que cada panel puede ser trabajado por grupos de voluntarios de manera independiente, es por eso que la cantidad de elementos a trabajar ronda entre los 3 a 6 paneles.

Etapa 3: Instalación de la viga central

Para esta etapa es muy importante la distribución de los voluntarios, así como también la experiencia que posean con el uso de las herramientas de construcción, se debe de tomar en cuenta que algunos de los voluntarios son menores de edad. La mayor parte de tiempo los voluntarios observan las ordenes realizadas por el Jefe de Cuadrilla, para luego pasar a realizarlas, sin embargo, por esta razón existen voluntarios que por un tema del número limitado de herramientas por cuadrilla no pueden avanzar en la tarea.

El no poder tener todas las herramientas presentes también es otra causa de la demora en los tiempos de construcción, ya que el voluntario debería pedir al OL (operador logístico) si es que existe una herramienta faltante (un martillo, serrucho, clavos, etc.). El proceso empieza con la unión de los tacos a dos secundarias, tal cual se muestra en la Figura 28, para luego colocarlas en la estructura y unir las junto a los paneles.

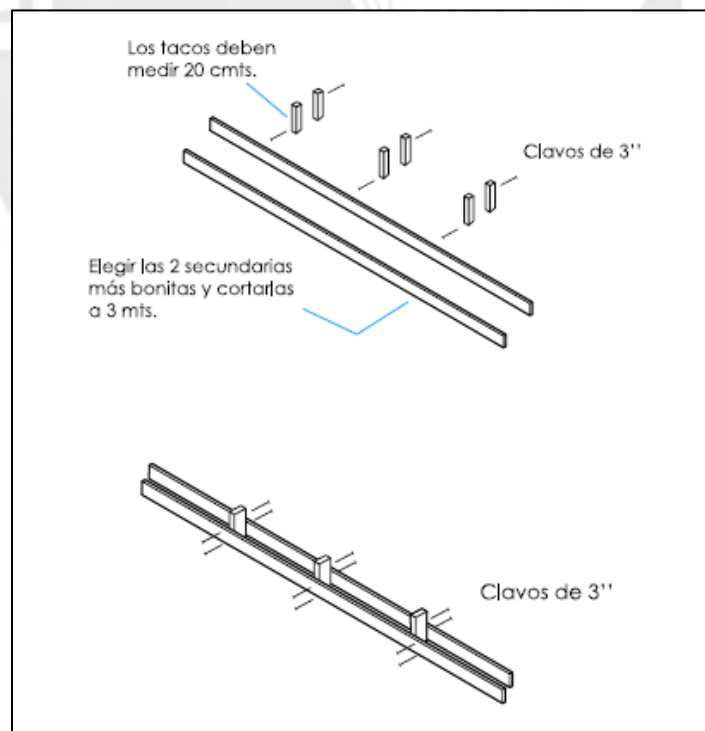


Figura 28 Estructura de armado de la viga central
Fuente: TECHO PERU (2018)

En esta parte del proceso es más crítico el uso de los cascos de seguridad, ya que los voluntarios están clavando las intersecciones, estando arriba de la estructura, por lo cual, ante un descuido puede caer un martillo hacia los voluntarios que están dentro de la vivienda, esto conlleva a que el personal de primeros auxilios se acerque a la vivienda y proceda a atender al voluntario herido.

Como resultado se obtiene en la Tabla 9 las actividades que se encuentran dentro de la etapa de Instalación de la viga central.

Tiempo estándar

Actividades	Tprom	Elem	Txtarea	CD	TN	Suplemen- tos (%)	TE (min)
3.1 Unir dos vigas secundarias con tacos cortados	32	8	4,00	0,95	3,80	0,20	4,56
3.2 Colocar el pabilo y medir el aplome	2	1	5,00	0,95	4,75	0,10	5,23
3.3 Colocar la viga central	26	1	26,00	0,95	24,70	0,30	32,11
3.4 Cortar secundarias	16	6	2,67	0,95	2,53	0,10	2,79
3.5 Colocar secundarias	20	6	3,33	0,95	3,17	0,10	3,48
3.6 Clavar secundarias	20	6	3,33	0,95	3,17	0,10	3,48
3.7 Medir y clavar costaneras	39	8	4,88	0,95	4,63	0,10	5,09
3.8 Clavar paneles al piso	10	9	1,11	0,95	1,06	0,10	1,16
3.9 Clavar las intersecciones	10	12	0,83	0,95	0,79	0,10	0,87
Total							58,77

Tabla 9 Tiempo Estándar de la Instalación de la viga central

Se puede observar que la actividad 3.3 presenta la mayor duración de tiempo en ejecutarse, representando más del 50% del total de tiempo.

Etapa 4: Culminación de la vivienda

Por último, en esta etapa las causas también son similares a las anteriores, cada tarea genera una pérdida de tiempo al momento de colocar las bisagras en las ventanas y puertas, la inexperiencia de los voluntarios hace que esta operación se realice de manera repetitiva, afectando la calidad del resultado final de la vivienda, además de causar un reproceso al tener que quitar las bisagras y colocarlas nuevamente.

Como resultado se obtuvo la Tabla 10 como representación final de las actividades de la Culminación de la Vivienda.

Tiempo estándar

Actividades	Tprom	Elem	Txtarea	CD	TN	Suplemen- tos (%)	TE (min)
4.1 Unir calaminas con clavos calamineros	10	10	1,00	0,95	0,95	0,50	1,43
4.2 Unir las cumbres a las costaneras con clavos	11	10	1,10	0,95	1,05	0,50	1,57
4.3 Colocar bisagras a las ventanas	07	2	3,50	0,95	3,33	0,10	3,66
4.4 Colocar y clavar topes de ventana y puerta	05	3	1,67	0,95	1,58	0,10	1,74
4.5 Clavar calaminas y cumbres	126	12	10,50	0,95	9,98	0,10	10,97
4.6 Colocar bisagra de puerta	05	1	5,00	0,95	4,75	0,10	5,23
4.7 Colocar y clavar esquineros	10	4	2,50	0,95	2,38	0,10	2,61
4.8 Colocar la puerta y ventanas	15	3	5,00	0,95	4,75	0,10	5,23
4.9 Colocar adornos	04	1	4,00	0,95	3,80	0,10	4,18
Total							33,61

Tabla 10 Tiempo Estándar de la Culminación de la vivienda

Se puede observar que la mayoría de actividades presenta un comportamiento similar en lo que se refiere al tiempo de ejecución para cada actividad, a excepción de la actividad 4.5, la cual es clavar calaminas y cumbres, esta aproximadamente toma unos 15 minutos, esto puede variar dependiendo de la cantidad de voluntarios encargados, ya que, normalmente lo realizan 3 personas, pero han existido casos donde solo lo realiza el Jefe de Cuadrilla.

3.2.4 Análisis con Diagrama de Pareto

A continuación, se observará un Pareto para cada una de las etapas y actividades, en estos gráficos se podrá observar cuales de ellas (etapa o actividad) generan la mayor cantidad de tiempos muertos durante el proceso de construcción de vivienda.

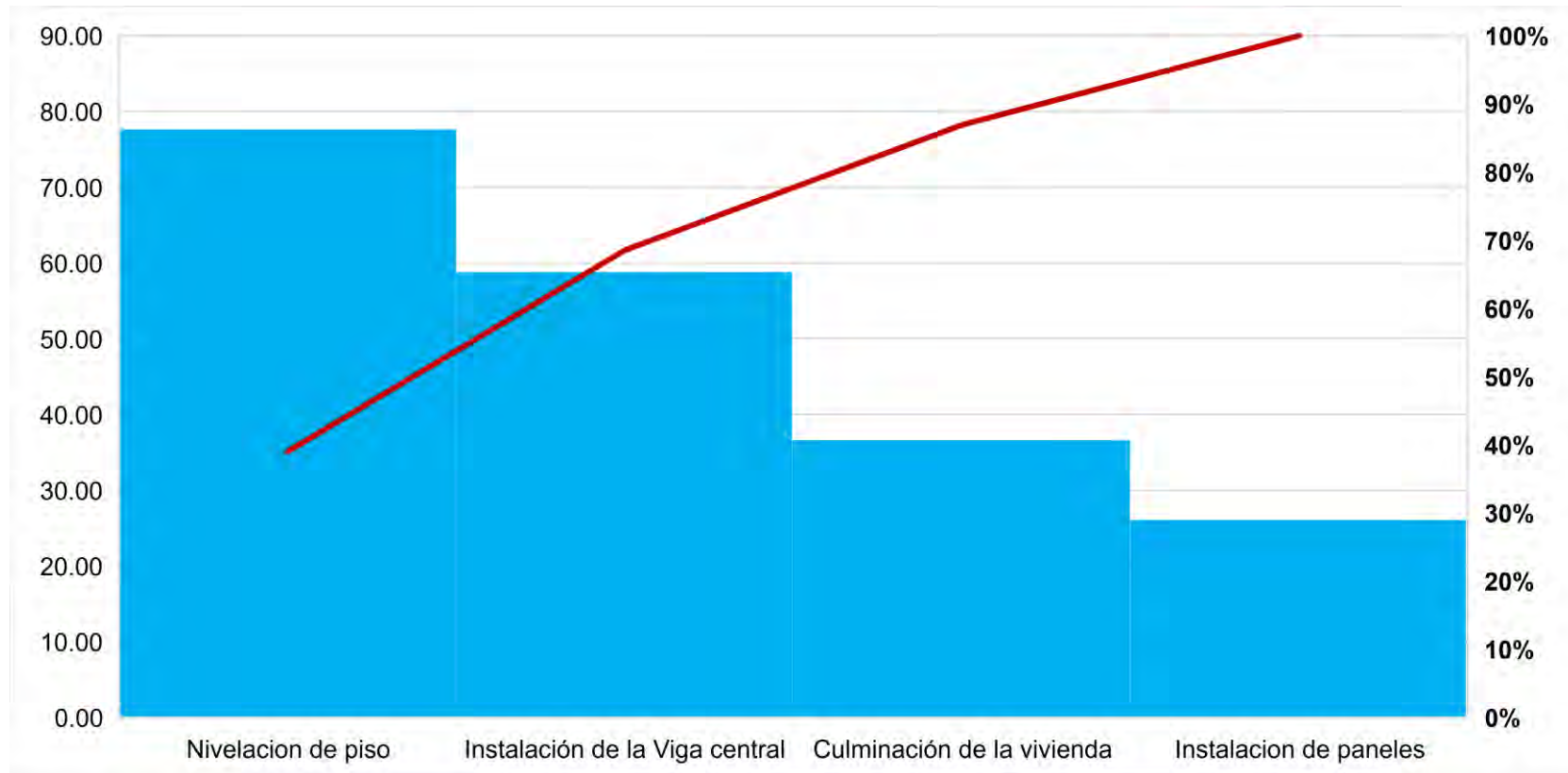


Figura 29 Diagrama de Pareto para las etapas

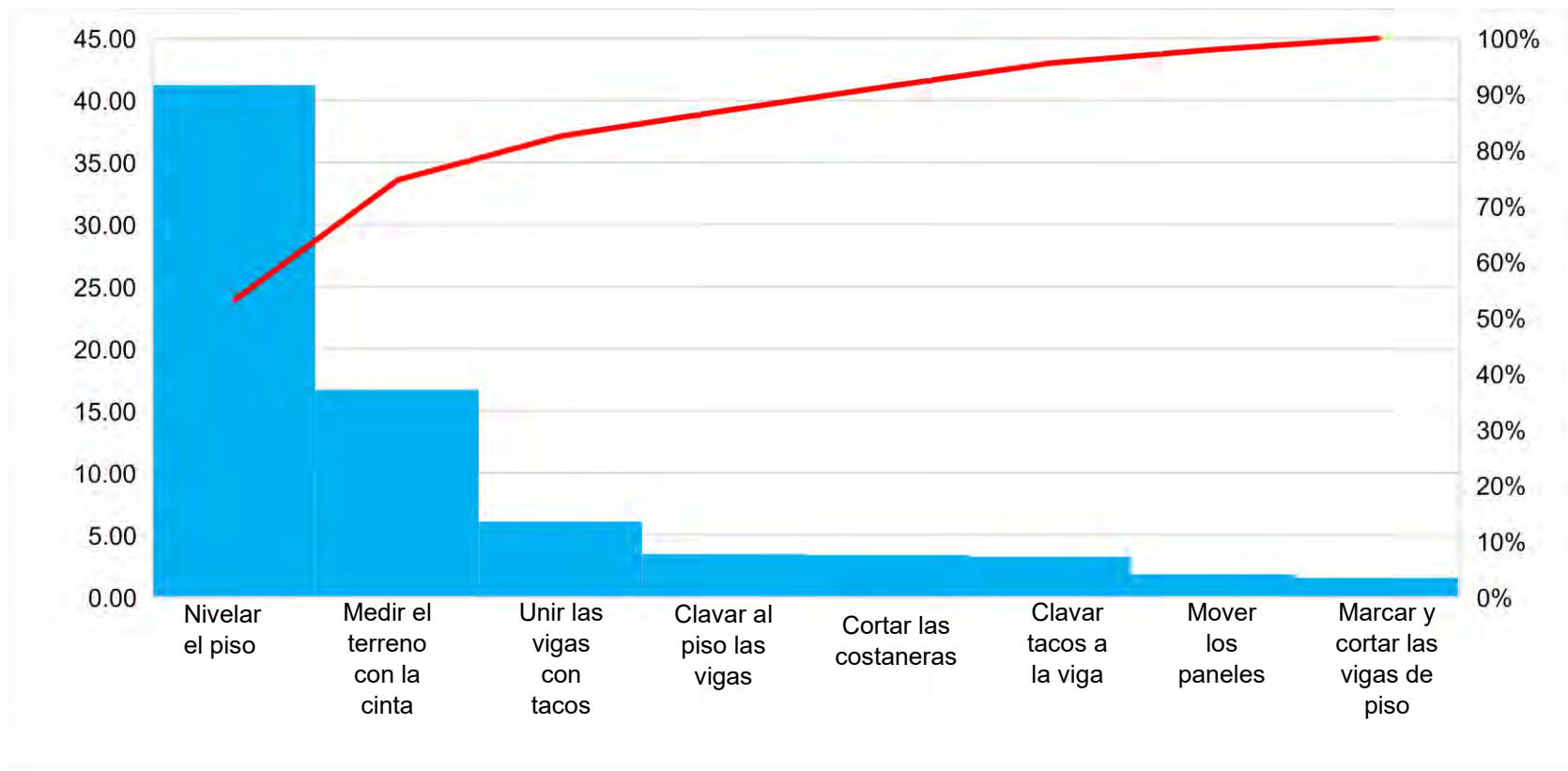


Figura 30 Diagrama de Pareto para la Etapa 1 - Nivelación de piso

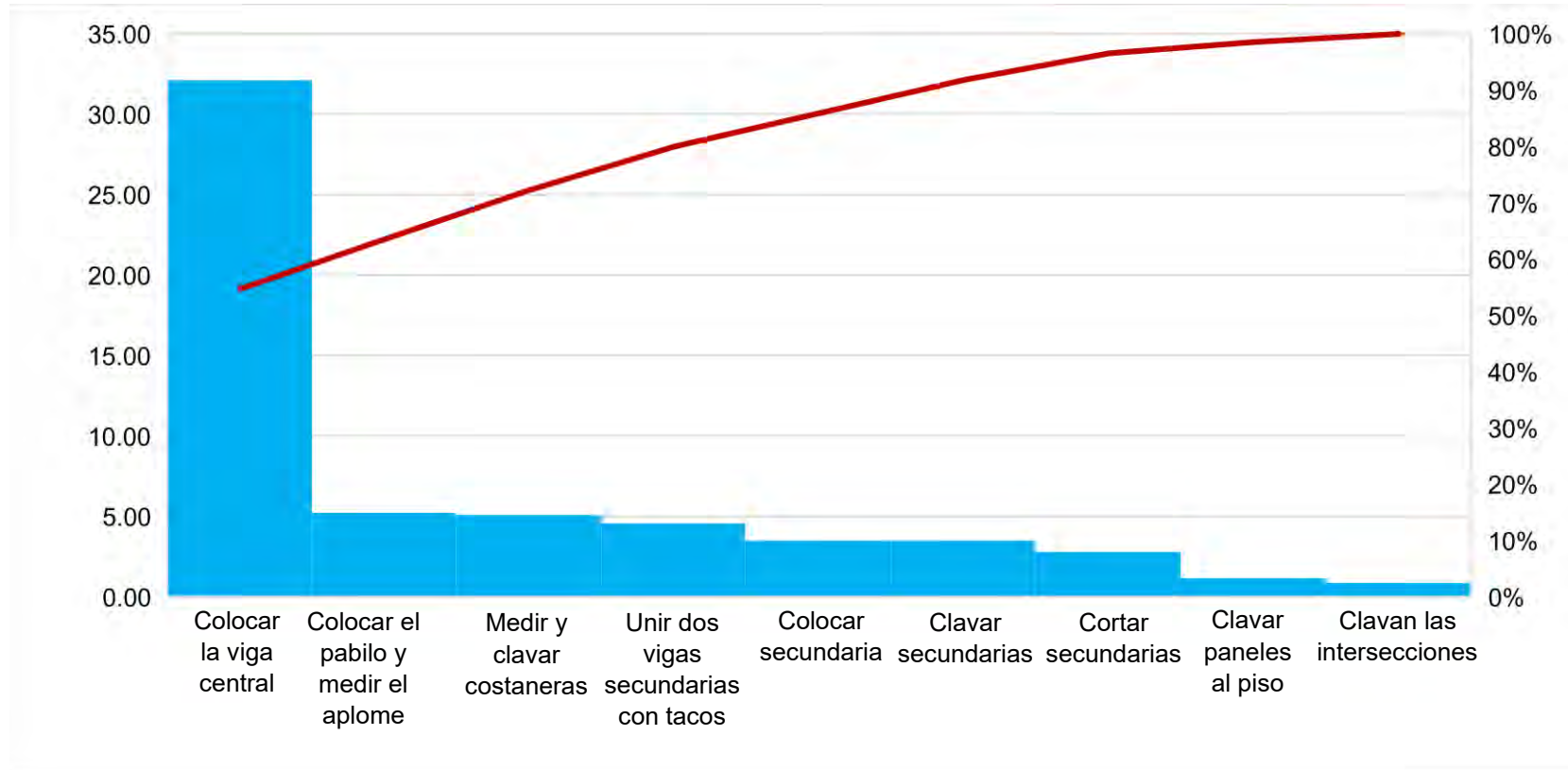


Figura 31 Diagrama de Pareto para la Etapa 3 - Instalación de la viga central

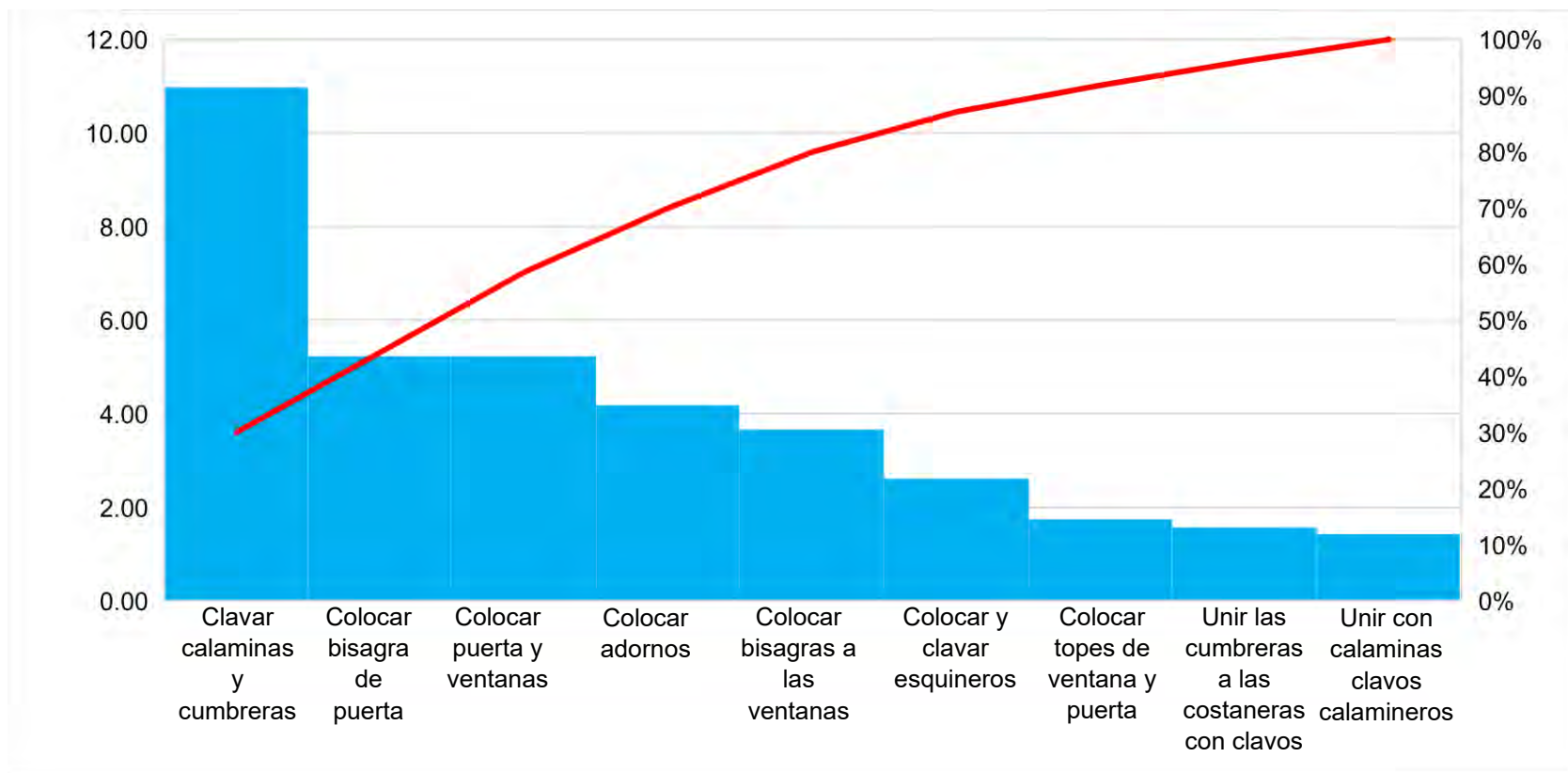


Figura 32 Diagrama de Pareto para la etapa 4 – Culminación de la vivienda

3.3 Conclusión de Diagnóstico

Tal cual se observa en el análisis del proyecto, existen diversas causas que afectan el impacto del resultado final de la vivienda, en un primer nivel se encuentran los factores implícitos dentro del voluntariado, estos pueden ser la cantidad, inexperiencia y desempeño de los voluntarios que han sido capacitados mediante charlas previas a la ejecución del proyecto, sin embargo, en la práctica estos conocimientos no son aplicados de manera correcta o completa.

En un segundo nivel se encuentran las causas que provienen de un mal diseño del terreno, estudio que es realizado semanas previas a la ejecución del proyecto, como consecuencias se crean actividades extras que no se encontraban mapeadas hasta ese momento, como las de romper el piso, amoldar el terreno con el uso de piedras y rocas, mover los paneles de un lado a otro.

En un tercer nivel se encuentra el desperdicio o tiempo ocioso encontrado dentro las actividades y etapas del proceso de construcción de la vivienda, se ha encontrado que las etapas de Nivelación de piso e Instalación de la viga central son las que son causantes del 80% los tiempos de demora en el proceso.

Por otro lado, del lado de las actividades se tiene que Nivelar el piso y Medir con la cinta métrica son las causantes del 80% de problemas dentro de la etapa Nivelar Piso y que las actividades de Colocar la viga central, Unir con tacos las vigas y Colocar el pabito y medir el aplome son las que generan el 80% de problemas dentro de la etapa de la Instalación de la viga central.

Para poder tener una buena ejecución del proyecto, el presente estudio se complementaría mejor con el uso de un LPS (*Last Planner System*), herramienta que ha sido especialmente adaptada según el enfoque de *Lean Construction*.

3.3.1 Resumen de diagnóstico

Para poder hacer un mejor resumen observando el tiempo muerto u ocioso para cada una de las etapas y actividades, se construye un gráfico donde se puede observar según la nueva filosofía de *Lean Construction*, el costo de actividades que no agregan valor al proceso, tiempos que se dedican a corregir errores, dentro de la operación o después de esta, como una mala planeación de inventarios, AVEVA (2013).

En la Figura 33 se aborda este diagnóstico, se aprecia que en las etapas de Nivelación de piso e Instalación de viga central se encuentran el mayor porcentaje de tiempo ocioso.

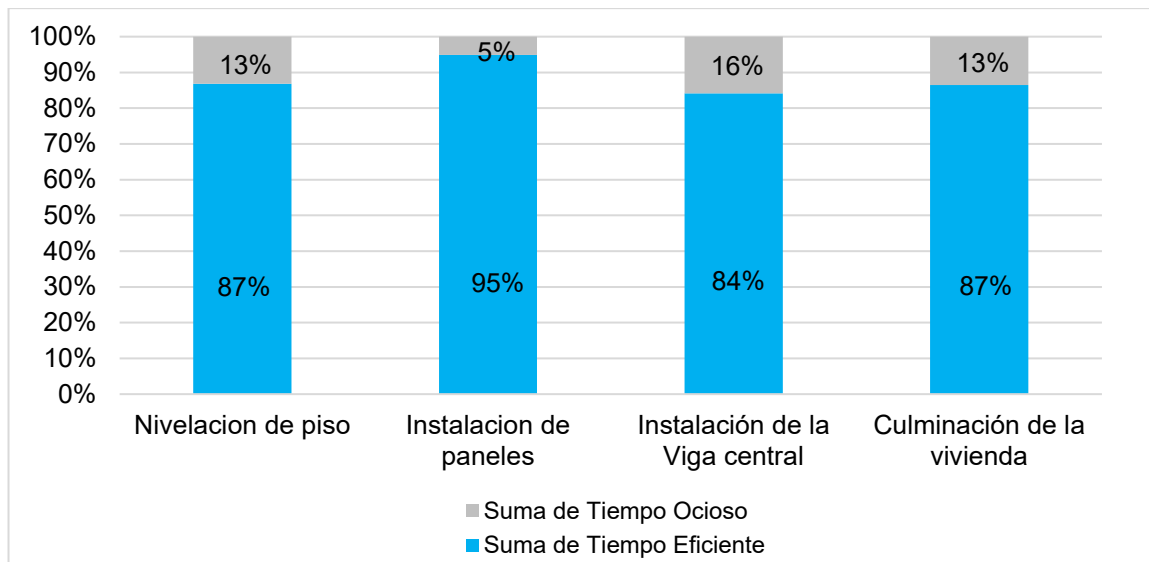


Figura 33 Distribución del tiempo eficiente y ocioso en las etapas del proyecto

Por último, en la siguiente Figura 34 se muestra cual ha sido la distribución de los voluntarios según el método tradicional.

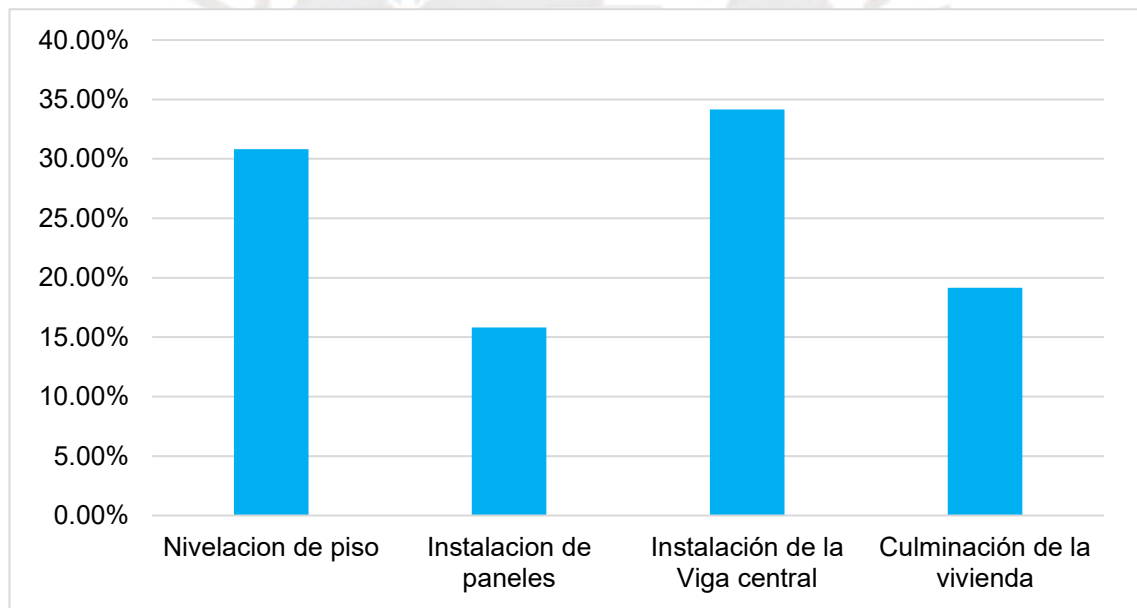


Figura 34 Distribución de los voluntarios por etapas

Se puede observar que existe una tendencia de encontrar una mayor cantidad de voluntarios apoyando dentro de la Instalación de la Viga que en cualquier otra etapa dentro del proceso de construcción de la vivienda.

En la Tabla 11 se muestra cual es la distribución actual de los voluntarios para cada una de las actividades presentadas en el proyecto.

Actividades	Etapas	Nro. de Voluntarios	%
Mover los paneles que quitan espacio	Nivelación de piso	8	6.67
Colocar las estacas y cortar las costaneras	Nivelación de piso	5	4.17
Nivelar el piso con la manguera	Nivelación de piso	5	4.17
Marcar y cortar las vigas de piso	Nivelación de piso	3	2.50
Medir el terreno con la cinta métrica	Nivelación de piso	4	3.33
Clavar las vigas al piso	Nivelación de piso	5	4.17
Unir las vigas con tacos	Nivelación de piso	5	4.17
Clavar tacos a la viga de piso	Nivelación de piso	2	1.67
Colocar y clavar los paneles de piso	Instalación de paneles	7	5.83
Ordenar los demás paneles	Instalación de paneles	2	1.67
Pre clavado ventana puerta	Instalación de paneles	2	1.67
Formar la U con los paneles	Instalación de paneles	3	2.50
Unir la U con clavos	Instalación de paneles	5	4.17
Unir dos vigas secundarias con tacos cortados	Instalación de la viga central	5	4.17
Colocar el pabito y medir el aplome	Instalación de la viga central	2	1.67
Colocar la viga central	Instalación de la viga central	5	4.17
Cortar secundarias	Instalación de la viga central	3	2.50
Colocar secundarias	Instalación de la viga central	3	2.50
Clavar secundarias	Instalación de la viga central	6	5.00
Medir y clavar costaneras	Instalación de la viga central	5	4.17
Clavar paneles al piso	Instalación de la viga central	6	5.00
Clavar las intersecciones	Instalación de la viga central	6	5.00
Unir calaminas con clavos calamineros	Culminación de la vivienda	4	3.33
Unir las cumbreras a las costaneras con clavos	Culminación de la vivienda	4	3.33
Colocar bisagras a las ventanas	Culminación de la vivienda	2	1.67
Colocar y clavar topes de ventana y puerta	Culminación de la vivienda	1	0.83
Clavar calaminas y cumbreras	Culminación de la vivienda	5	4.17
Colocar bisagra de puerta	Culminación de la vivienda	2	1.67
Colocar y clavar esquineros	Culminación de la vivienda	2	1.67
Colocar puertas y ventanas	Culminación de la vivienda	2	1.67
Colocar adornos	Culminación de la vivienda	1	0.83

Tabla 11 Distribución de voluntarios para el método tradicional

3.3.2 Planteamiento de indicadores

Para poder entender y evaluar la situación actual de la empresa, se presenta a continuación los indicadores que serán usados para poder incrementar los trabajos productivos y disminuir las pérdidas, entendidas como los trabajos contributivos y no contributivos, además de los trabajos productivos.

TP: Trabajo Productivo

TC: Trabajo Contributivo

TNC: Trabajo No Contributivo

Resultado	Nombre	Indicador	Valor actual
Construcción	Productividad	Horas / Vivienda	12
		Horas / Proyecto (10 viviendas)	120
	Reproceso	Viviendas defectuosas / Total de Viviendas	3
		Viviendas defectuosas / Proyecto (10 viviendas)	30
Fuerza de trabajo	Eficiencia	Horas TP / Horas Totales	39%
		(Horas TC - Horas TNC) / Hora Totales	6%
Planificación	Efectividad	Viviendas Completadas / Viviendas Programadas	70%

Tabla 12 Resumen de Indicadores Actuales

Tal como se observa en la Tabla 12 se necesita aumentar las horas de TP y reducir las horas de TC y TNC, de esta manera poder aumentar nuestros valores actuales de eficiencia (39% y 6%). Paralelamente contribuiría a aumentar la cantidad de viviendas completadas, lo cual aumenta nuestra efectividad.

Esto beneficiaría a la ONG debido a que en lugar de visitar una semana después a las viviendas construidas en la etapa de post - construcción se podría utilizar ese tiempo para avanzar otras fases del proyecto en otras comunidades o distritos como lo son la descarga de materiales, diseño de proyectos en nuevas localidades, etc.

Para esta etapa se está agregando el uso del método de las 5S como un sistema que aboga por las prácticas seguras, según estudios estadísticos el uso de *Lean Construction* ha tenido como consecuencia directa la mejora de los indicadores de siniestralidad en el proceso de construcción, siendo la herramienta capaz de ser la causa de tener cero accidentes en toda la obra, según Antillon et al. (2011).

A continuación, se establecerán algunas metas que proponen elevar el nivel de eficiencia y eficacia, y así no existan actividades que no generen valor al proyecto, por último, poder reducir al mínimo la cantidad de defectos que pueden encontrarse en una vivienda.

3.3.3 Planteamiento de la meta

Resultado	Nombre	Indicador	Valor actual
Construcción	Productividad	Horas / Vivienda	7
		Horas / Proyecto (10 viviendas)	70
	Reproceso	Viviendas defectuosas / Total de Viviendas	0
		Viviendas defectuosas / Proyecto (10 viviendas)	0
Fuerza de trabajo	Eficiencia	Horas TP / Horas Totales	50%
		(Horas TC - Horas TNC) / Hora Totales	21%
Planificación	Efectividad	Viviendas Completadas / Viviendas Programadas	100%

Tabla 13 Resumen de Indicadores según la meta

Tal como se observa en la Tabla 13, se busca reducir la cantidad de horas que se necesitan para construir una vivienda de 12 a 7 horas, impacto que se verá reflejado en la efectividad del proyecto, obteniéndose un 100% de viviendas completadas. Otra de las metas es incrementar el TP de un 39% a un 50% reduciendo así el TNC.



4. PROPUESTA DE MEJORA

4.1 Planeamiento de objetivos

En el capítulo anterior se pudo observar que se pueden realizar mejoras dentro de las etapas de Nivelación de suelo e Instalación de viga central, así como también en detalle en cada una de las actividades que conllevan realizar esas etapas.

Para lograr estas mejoras se procederá a enumerar cada una de las actividades que conforma cada uno de los procesos, y así poder usar las metodologías de *Lean Construction*. Primero, se debe diferenciar que el proyecto en referente a la construcción de una vivienda de emergencia posee una duración de 2 días, en comparación con el proceso de construcción en edificios de concreto los cuales poseen un periodo más largo y por lo tanto la obra posee más de un sector.

Las herramientas de *Lean Construction* a utilizar se pueden dividir en tres fases, la primera corresponde a la fase de construcción, la segunda a la fase de control de producción y la tercera al trabajo estructurado, Castillo (2014).

Fase de construcción:

- Herramienta de *First Run Studies*: El cual se enfoca en el análisis y planeamiento del proyecto, es en esta fase donde se puede plantear la sectorización y diseño dentro del plan de actividades en las diferentes etapas del proyecto.
- Herramienta de Tren de Actividades: Herramienta de estudio de procesos a nivel general, basada en las actividades que logran contribuir o no contribuir en la ejecución del proceso (tiempo eficiente y tiempo ocioso)
- Herramienta de Carta de Balance: Herramienta usada para poder observar de qué forma contribuye el personal de trabajo dentro de cada actividad.

Fase de control de producción

- *Last Planner System*: Herramienta que se enfoca totalmente en el control de producción del proyecto desde un enfoque macro, apunta a los procesos de planeamiento, programación y control de proyecto.

Trabajo Estructurado

- *Buffers*: Herramienta que se usa para mantener un flujo constante del proyecto, generando soluciones alternativas antes la variabilidad del proyecto.

En el presente estudio se utilizará las herramientas correspondientes a la fase de construcción, tal como se muestra en la Figura 35, se implementará las herramientas de *Lean Construction*, empezando con un *First Run Studies*, luego con la creación de un Tren de Actividades, y para terminar se implementará la herramienta de Carta de Balance, además de ello, también se realizará la implementación de las 5s de calidad.

Debido a que el presente estudio solo se enfocará en el desarrollo de la ejecución del proyecto de construcción de viviendas de emergencia, no se hará uso del *Last Planner System*.

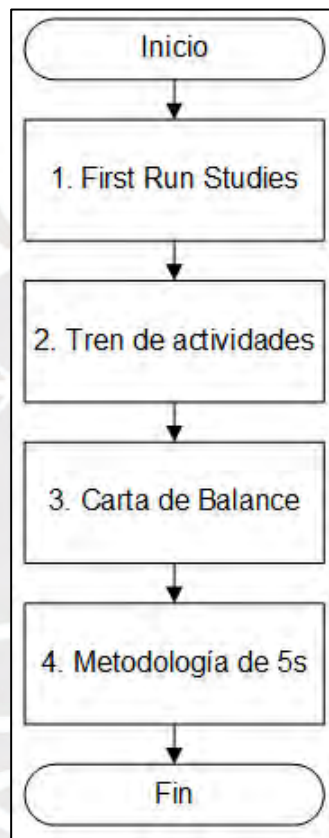


Figura 35 Flujograma de propuesta de mejora

4.2 Propuesta de implementación de mejoras

4.2.1 Implementación de First Run Studies

Herramienta que propone el uso de la sectorización, proceso que detalla el uso de trenes de trabajo, planificación, programación y dimensionamiento de cuadrillas. En nuestro caso, una vivienda de emergencia posee un solo piso y una duración de dos días, por ese motivo, no se buscará una cantidad tentativa de sectores en base a los factores como la extensión del proyecto o alcance del proyecto. Por este motivo, el proyecto se encontrará representado solamente con un sector, compuesto enteramente por los voluntarios de la actividad, además de los 2 Jefes de cuadrilla.

A continuación, se realiza un diagrama de flujo de las propuestas que se realizarán al usar esta herramienta, en la Figura 36.

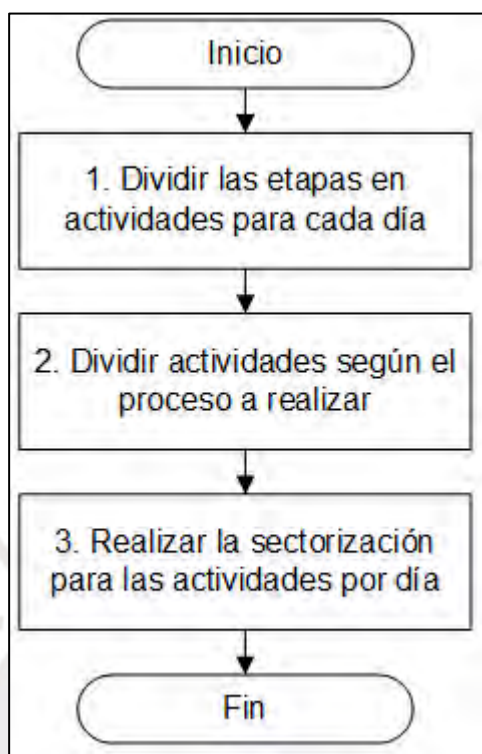


Figura 36 Flujograma de la implementación de First Run Studies

Como primera operación se procede a dividir las etapas para cada día, tal como se muestra en Tabla 14, se observa que la etapa de Instalación de la viga central se encuentra en los dos días del proyecto. Variando por cuadrilla la finalización de esta etapa, se necesita optimizar el proceso, de tal manera que todas las cuadrillas puedan acabar en un día de construcción.

Día	Etapas
1	Nivelación de piso
1	Instalación de paneles
1	Instalación de la viga central
2	Instalación de la viga central
2	Culminación de la vivienda

Tabla 14 División de las etapas para el día 1

Para poder lograr este cambio, se procede a entender que actividades corresponden a cada una de las etapas, dándole más hincapié a la tercera etapa, la Instalación de la viga central.

Se continua con la división de las actividades por etapa en la Tabla 15, donde se observa todas las actividades realizadas en el primer día.

Primer día

Día	Actividades	Etapas
1	Actividad 1: Mover los paneles que quitan espacio	Nivelación de piso
1	Actividad 2: Colocar las estacas y cortar las costaneras	Nivelación de piso
1	Actividad 3: Nivelar el piso con la manguera	Nivelación de piso
1	Actividad 4: Marcar y cortar las vigas de piso	Nivelación de piso
1	Actividad 5: Medir el terreno con la cinta métrica	Nivelación de piso
1	Actividad 6: Clavar las vigas al piso	Nivelación de piso
1	Actividad 7: Unir las vigas con tacos	Nivelación de piso
1	Actividad 8: Clavar tacos a la viga de piso	Nivelación de piso
1	Actividad 9: Colocar y clavar los paneles de piso	Instalación de paneles
1	Actividad 10: Ordenar los demás paneles	Instalación de paneles
1	Actividad 11: Pre clavado ventana puerta	Instalación de paneles
1	Actividad 12: Formar la U con los paneles	Instalación de paneles
1	Actividad 13: Unir la U con clavos	Instalación de paneles
1	Actividad 14: Unir dos vigas secundarias con tacos cortados	Instalación de la viga central
1	Actividad 15: Colocar el pabilo y medir el aplome	Instalación de la viga central
1	Actividad 16: Colocar la viga central	Instalación de la viga central

Tabla 15 División de las etapas para el día 1

Se puede apreciar que la mayoría de las actividades dentro de la construcción de la vivienda se pueden realizar en el primer día, la hora de inicio para las actividades de los voluntarios es a partir de las 9am, según las visitas programadas a vivienda en las jornadas de construcción con TECHO, mientras que la hora de finalización para las actividades en ese día varía entre las 5pm y 6pm.

Dentro de estas actividades se observa que tres de las cuatro etapas ya han sido iniciadas, siendo la etapa de Instalación de viga central la última del día. Para esta se han realizado las actividades 14, 15 y 16, la primera es unir dos vigas secundarias con tacos cortados, la cual es la actividad previa al armado de la viga central, la segunda es crucial para poder medir la estabilidad de la vivienda, el cual es la medición de aplome de la vivienda y por último es la instalación de la viga central dentro de la casa, donde se juntan gran parte de los voluntarios en la operación.

Luego, se continua con la división de las actividades por etapa en la Tabla 16, donde se observa todas las actividades realizadas en el segundo día.

Segundo día

Día	Actividades	Etapas
2	Actividad 17: Cortar secundarias	Instalación de la viga central
2	Actividad 18: Colocar secundarias	Instalación de la viga central
2	Actividad 19: Clavar secundarias	Instalación de la viga central
2	Actividad 20: Medir y clavar costaneras	Instalación de la viga central
2	Actividad 21: Clavar paneles al piso	Instalación de la viga central
2	Actividad 22: Clavar las intersecciones	Culminación de la vivienda
2	Actividad 23: Unir calaminas con clavos calamineros	Culminación de la vivienda
2	Actividad 24: Unir las cumbreras a las costaneras con clavos	Culminación de la vivienda
2	Actividad 25: Colocar bisagras a las ventanas	Culminación de la vivienda
2	Actividad 26: Colocar y clavar topes de ventana y puerta	Culminación de la vivienda
2	Actividad 27: Clavar calaminas y cumbreras	Culminación de la vivienda
2	Actividad 28: Colocar bisagra de puerta	Culminación de la vivienda
2	Actividad 29: Colocar y clavar esquineros	Culminación de la vivienda
2	Actividad 30: Colocar puertas y ventanas	Culminación de la vivienda
2	Actividad 31: Colocar adornos	Culminación de la vivienda

Tabla 16 División de las etapas para el día 2

Se puede observar en la Tabla 16 que en este segundo día se realizan las etapas de la Instalación de la viga central y Culminación de la vivienda. Al inicio del día, se terminan las actividades correspondientes a la viga central, el cual es la colocación de las vigas secundarias y costaneras, luego se completa la finalización de la vivienda con actividades como colocación de ventanas, puerta y adornos.

Al conocer las actividades que se realizan día a día, se concluye que las actividades del segundo día presentan una menor carga de trabajo que lo presentado en el primer día, por lo cual, se procede a realizar la sectorización de cada una de las etapas para cada día, según se muestra en la Tabla 17.

Estas etapas se pueden dividir dependiendo del proceso de construcción en dos frentes, el primero corresponde a los elementos verticales (columnas y placas) y el segundo a los elementos horizontales (vigas y losas) tal cual indica el *Lean Construction*, al dividir las actividades se podrá conseguir que en cada día y sector, la carga de trabajo sea similar y así poder obtener un flujo de trabajo continuo.

	Actividades	Día		
		1	2	
Elementos horizontales	Empezar Nivelación de piso	Actividad 1, Actividad 2, Actividad 3, Actividad 4 y Actividad 5	S1	
	Finalizar Nivelación de piso	Actividad 6, Actividad 7, Actividad 8	S1	
	Empezar Instalación de paneles	Actividad 9, Actividad 10, Actividad 11,	S1	
	Finalizar Instalación de paneles	Actividad 12, Actividad 13	S1	
Elementos verticales	Empezar Instalación de la viga central	Actividad 14, Actividad 15, Actividad 16	S1	
	Finalizar Instalación de la viga central	Actividad 17, Actividad 18, Actividad 19, Actividad 20, Actividad 21 y Actividad 22		S1
	Empezar Culminación de la vivienda	Actividad 23, Actividad 24, Actividad 25, Actividad 26 y Actividad 27		S1
	Finalizar Culminación de la vivienda	Actividad 28, Actividad 29, Actividad 30, Actividad 31		S1

Tabla 17 Sectorización de la construcción de la vivienda de emergencia

Por último, en la Tabla 17 se observa que para el análisis en el proceso de sectorización se ha tomado en cuenta las consideraciones intrínsecas del proceso productivo, de tal manera que las actividades correspondientes del sector se realicen equitativamente cada uno de los dos días.

De esta forma, el primer día se liberan de actividades que demandan más tiempo y mano de obra como las que se presentan en la etapa de Instalación de la viga central, para poder lograr una división en cada día de trabajo se necesita de un tren de actividades, concepto que trata de asemejar el proceso de construcción a uno industrializado donde se requiere el uso de líneas de ensamblaje, Guzmán (2014).

4.2.2 Implementación de Tren de Actividades

Ya que en el caso de nuestro proyecto la duración completa de la obra es de 2 días en el 100% de las construcciones, se tratará de recortar un tren de actividades semanal a uno que sea diario y detallado por horas. A continuación, en la Figura 37, se mostrará un diagrama de flujo que represente el desarrollo de la propuesta.

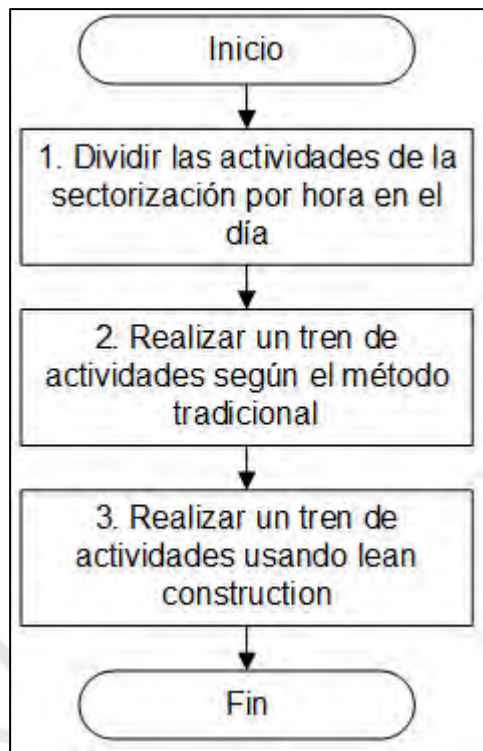


Figura 37 Flujograma de la implementación de Tren de actividades

Como primera operación se ha dividido cada una de las actividades por hora a lo largo de los dos días, el primer día en la Tabla 18 y el segundo día en la Tabla 19.

Actividades	Día 1		
	9am-12pm	12pm-3pm	3pm-6pm
Actividad 1	■		
Actividad 2	■		
Actividad 3	■		
Actividad 4	■		
Actividad 5	■		
Actividad 6	■		
Actividad 7	■		
Actividad 14	■		
Actividad 8		■	
Actividad 9		■	
Actividad 10		■	
Actividad 11		■	
Actividad 12			■
Actividad 13			■
Actividad 15			■
Actividad 16			■

Tabla 18 Horario de actividades propuesto para el Día 1

Actividades	Día 2		
	9am-12pm	12pm-3pm	3pm-6pm
Actividad 17			
Actividad 18			
Actividad 19			
Actividad 20			
Actividad 21			
Actividad 22			
Actividad 23			
Actividad 24			
Actividad 26			
Actividad 25			
Actividad 27			
Actividad 28			
Actividad 29			
Actividad 30			
Actividad 31			

Tabla 19 Horario de actividades propuesto para el Día 2

Con el fin que se pueda observar los cambios realizados por la sectorización de actividades, a continuación, se muestra cada una de las actividades en la Tabla 20 con un tren de actividades actual del proceso.

Horas Actividades		Día 1			Día 2		
		9am-12pm	12pm-3pm	3pm-6pm	9am-12pm	12pm-3pm	3pm-6pm
Elementos horizontales	Empezar Nivelación de piso	S1					
	Finalizar Nivelación de piso		S1				
	Empezar Instalación de paneles		S1				
	Finalizar Instalación de paneles			S1			
Elementos verticales	Empezar Instalación de la viga central		S1				
	Finalizar Instalación de la viga central			S1			
	Empezar Culminación de la vivienda				S1		
	Finalizar Culminación de la vivienda				S1		

Tabla 20 Tren de actividades actual

Se observa que existen etapas que se encuentran con una mayor carga de trabajo en comparación con otras, como las Nivelación de piso, Instalación de paneles y la Instalación de la viga central entre las 12 a 3 pm y 3 a 6pm, cada una de estas operaciones tomaran aproximadamente 6 horas.

Por tal motivo, se plantea un nuevo tren de actividades en la cual se pueda distribuir equitativamente la carga de trabajo, en la Tabla 21.

		Día 1			Día 2		
		9am-12pm	12pm-3pm	3pm-6pm	9am-12pm	12pm-3pm	3pm-6pm
Horas		Actividades					
Elementos horizontales	Empezar Nivelación de piso	S1					
	Finalizar Nivelación de piso	S1					
	Empezar Instalación de paneles		S1				
	Finalizar Instalación de paneles		S1	S1			
Elementos verticales	Empezar Instalación de la viga central			S1			
	Finalizar Instalación de la viga central				S1		
	Empezar Culminación de la vivienda				S1		
	Finalizar Culminación de la vivienda					S1	

Tabla 21 Tren de actividades propuesta para el proyecto

Este tren de actividades se encuentra dividido en un rango de horas por día tanto para elemento verticales como para horizontales, de esta manera, se espera conseguir un flujo continuo de producción.

Para los procesos que demandan menos tiempo se está considerando un periodo de tiempo más corto ya que no demandan de mucha carga de trabajo para los voluntarios, dentro de estas actividades se encuentran la colocación de adornos, colocar bisagras a la puerta y ventanas, o el clavado de paneles durante su instalación.

4.2.3 Implementación de la Carta de Balance

El primer paso para observar las diferencias presentes en el proceso es dividir en tres categorías el trabajo de producción, Oglesby, Parker y Howell (1989).

A continuación, se observa cuáles son las diferencias entre cada una de estas categorías dentro de la clasificación del trabajo de producción.

- Trabajo Productivo (TP): Actividad que aporta de forma directa a la producción.
- Trabajo Contributivo (TC): Actividad que debe de ser realizada para que pueda ejecutarse el TP.
- Trabajo No Contributivo (TNC): Actividad que no genera avance y tampoco es necesario, tiene un coste de perdida.

Cada uno de los diferentes trabajos de producción serán usados al momento de crear nuestra Carta de Balance, esta se encuentra comprendida por el nivel de trabajo que existe entre cada actividad, etapa del proyecto y proyecto en general. Al igual que en el sector Industrial, esta es similar a las tablas hombre máquina usadas para medir la relación que existe entre los operarios y la actividad realizada. Para poder realizar la Carta de Balance, se presenta un flujograma de los pasos a seguir en la Figura 38.



Figura 38 Flujograma de la implementación de la Carta de Balance

En la Tabla 22, se muestra la división de las actividades según su categoría de producción en la construcción de viviendas de emergencia.

Tipo de trabajo	Actividades	Total
TC	Medir con la cinta métrica	17
	Pre clavado ventana puerta	7
	Colocar paneles de piso	6
	Unir con tacos las vigas	6
	Formar la U	6
	Colocar el pabito y medir el aplome	5
	Colocar bisagra de puerta	5
	Colocar adornos	4
	Colocar bisagras a las ventanas	4
	Ordenar los demás paneles	3
	Colocar secundarias	3
	Cortar las costaneras	3
	Cortar secundarias	3
	Mover los paneles	2
	Marcar y cortar las vigas de piso	2
TP	Nivelar el piso	41
	Colocar la viga central	32
	Clavar calaminas y cumbreras	11
	Unir con tacos las vigas	6
	Se coloca la puerta y ventanas	5
	Medir y clavar costaneras	5
	Clavar al piso las vigas	3
	Clavar secundarias	3
	Unir la U	3
	Clavar tacos a la viga	3
	Colocar y clavar esquineros	3
	Colocar topes de ventana y puerta	2
	Unir las cumbreras a las costaneras con clavos	2
	Unir con calaminas clavos calamineros	1
	Clavar paneles al piso	1
Clavar las intersecciones	1	
TNC	Tiempo Ocioso	23
	Ir al baño	5
	Almorzar con la familia	70

Tabla 22 Actividades del proceso de construcción de una vivienda

Esta tabla sirve para observar el detalle de la contribución de cada actividad al proyecto, se observa que las actividades de Nivelar piso y Colocar la viga central son aquellas que generan mayor Trabajo Productivo, mientras que la actividad de Medir con la cinta métrica es la que presenta un mayor porcentaje de incidencia en las actividades que representan un Trabajo Contributivo.

Por otro lado, se tiene que el tiempo ocioso entre cada actividad es el que genera el mayor porcentaje de TNC. Tiempo que se va a reducir al implementar las herramientas de *Lean Construction*. En la Tabla 23, se muestra un cuadro resumen de las categorías en el trabajo de producción actualmente.

Tipos de trabajo	Suma de tiempos	Distribución de trabajo
TNC	89.79	33.56%
TC	73.53	27.48%
TP	104.21	38.95%
Total	267.53	100.00%

Tabla 23 Distribución actual del trabajo de producción

Por otro lado, en la Tabla 24 se muestra un cuadro actualizado luego de aplicar las mejoras en el proyecto.

Tipos de trabajo	Suma de tiempos	Distribución de trabajo
TNC	30.17	14.51%
TC	73.53	35.36%
TP	104.21	50.12%
Total	207.91	100.00%

Tabla 24 Distribución propuesta para el trabajo de producción

Por último, se crea la Carta de Balance, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Aumentar los TP y optimizar la mano de obra en la construcción de viviendas de emergencia.
- Reducir los TNC y elevar el TC.
- Mejorar la velocidad en la construcción de viviendas de emergencia.
- Mejorar la productividad general dentro de cada proyecto.

Tal como comenta Serpell y Verbal (1990), la carta de balance tiene como objetivo principal analizar la eficiencia del método constructivo empleado, aún más que medir la eficiencia de los obreros, no se busca que trabajen de manera más ardua en el proceso, sino de una manera más inteligente. También comenta que existen diversas soluciones a implementar en la ejecución de las actividades, y que después de encontrar una de ellas se debe de proceder con sucesivas proposiciones de mejoras, incluso poder acentuar la mejora con el uso de un diagrama de procesos, herramienta ya conocida en la ingeniería industrial.

A continuación, se presenta la Carta de Balance en la Tabla 25, donde se observa la incidencia total y grupal por cada actividad del proceso actual.

Tipo de trabajo	Actividades	Total	Inc. Total	Inc. Por Grupo	%
TC	Medir el terreno con la cinta métrica	16.00	4.53%	21.76%	27.48%
	Pre clavado ventana puerta	6.67	1.89%	9.07%	
	Colocar y clavar los paneles de piso	6.00	1.70%	8.16%	
	Unir las vigas con tacos	5.83	1.65%	7.93%	
	Formar la U con los paneles	5.67	1.60%	7.71%	
	Colocar el pabilo y medir el aplome	5.00	1.41%	6.80%	
	Colocar bisagra de puerta	5.00	1.41%	6.80%	
	Colocar adornos	4.00	1.13%	5.44%	
	Colocar bisagras a las ventanas	3.50	0.99%	4.76%	
	Ordenar los demás paneles	3.33	0.94%	4.53%	
	Colocar secundarias	3.33	0.94%	4.53%	
	Colocar las estacas y cortar las costaneras	3.25	0.92%	4.42%	
	Cortar secundarias	2.67	0.75%	3.63%	
	Mover los paneles que quitan espacio	1.78	0.50%	2.42%	
	Marcar y cortar las vigas de piso	1.50	0.42%	2.04%	
TP	Nivelar el piso con la manguera	31.00	11.16%	31.07%	38.95%
	Colocar la viga central	26.00	10.03%	27.92%	
	Clavar calaminas y cumbreras	10.50	4.05%	11.28%	
	Unir dos vigas secundarias con tacos cortados	5.83	1.65%	4.59%	
	Colocar puertas y ventanas	5.00	1.41%	3.94%	
	Medir y clavar costaneras	4.88	1.38%	3.84%	
	Clavar las vigas al piso	3.33	0.94%	2.63%	
	Clavar secundarias	3.33	0.94%	2.63%	
	Clavar tacos a la viga de piso	3.13	0.88%	2.46%	
	Unir la U con clavos	3.00	0.93%	2.58%	
	Colocar y clavar esquineros	2.50	0.71%	1.97%	
	Colocar y clavar topes de ventana y puerta	1.67	0.47%	1.31%	
	Clavar paneles al piso	1.11	0.31%	0.88%	
	Unir las cumbreras a las costaneras con clavos	1.10	0.42%	1.18%	
	Unir calaminas con clavos calamineros	1.00	0.39%	1.07%	
Clavar las intersecciones	0.83	0.24%	0.66%		
TNC	Tiempo moviéndose sin hacer tareas	53.00	14.35%	33.17%	33.56%
	Ir al baño	5.00	1.35%	3.13%	
	Tiempo ocioso	31.79	8.61%	19.89%	
	Almorzar con la familia	70.00	18.95%	43.81%	

Tabla 25 Carta Balance del proceso actual de construcción de una vivienda

A continuación, se presenta la Carta de Balance en la Tabla 26, donde se observa la incidencia total y grupal por cada actividad del proceso ya mejorado.

Tipo de trabajo	Actividades	Total	Inc. Total	Inc. Por Grupo	%
TC	Medir el terreno con la cinta métrica	16.00	5.52%	21.76%	35.36%
	Pre clavado ventana puerta	6.67	2.30%	9.07%	
	Colocar y clavar los paneles de piso	6.00	2.07%	8.16%	
	Unir las vigas con tacos	5.83	2.01%	7.93%	
	Formar la U con los paneles	5.67	1.95%	7.71%	
	Colocar el pabilo y medir el aplome	5.00	1.72%	6.80%	
	Colocar bisagra de puerta	5.00	1.72%	6.80%	
	Colocar adornos	4.00	1.38%	5.44%	
	Colocar bisagras a las ventanas	3.50	1.21%	4.76%	
	Ordenar los demás paneles	3.33	1.15%	4.53%	
	Colocar secundarias	3.33	1.15%	4.53%	
	Colocar las estacas y cortar las costaneras	3.25	1.12%	4.42%	
	Cortar secundarias	2.67	0.92%	3.63%	
	Mover los paneles que quitan espacio	1.78	0.61%	2.42%	
	Marcar y cortar las vigas de piso	1.50	0.52%	2.04%	
TP	Nivelar el piso con la manguera	31.00	12.63%	30.37%	50.12%
	Colocar la viga central	26.00	11.41%	27.43%	
	Clavar calaminas y cumbreiras	10.50	4.61%	11.08%	
	Unir dos vigas secundarias con tacos cortados	5.83	2.01%	4.84%	
	Colocar puertas y ventanas	5.00	1.72%	4.14%	
	Medir y clavar costaneras	4.88	1.68%	4.04%	
	Clavar las vigas al piso	3.33	1.15%	2.76%	
	Clavar secundarias	3.33	1.15%	2.76%	
	Clavar tacos a la viga de piso	3.13	1.08%	2.59%	
	Unir la U con clavos	3.00	1.13%	2.71%	
	Colocar y clavar esquineros	2.50	0.86%	2.07%	
	Colocar y clavar topes de ventana y puerta	1.67	0.57%	1.38%	
	Clavar paneles al piso	1.11	0.38%	0.92%	
	Unir las cumbreiras a las costaneras con clavos	1.10	0.48%	1.16%	
	Unir calaminas con clavos calamineros	1.00	0.44%	1.05%	
Clavar las intersecciones	0.83	0.29%	0.69%		
TNC	Tiempo moviéndose sin hacer tareas	0.00	0.00%	0.00%	14.51%
	Ir al baño	5.00	1.65%	4.99%	
	Tiempo ocioso	25.17	8.31%	25.13%	
	Almorzar con la familia	70.00	23.10%	69.88%	

Tabla 26 Carta Balance propuesta para la construcción de una vivienda

4.2.4 Implementación de las 5S

Como ultima herramienta se procederá a implementar la metodología de 5s, esta metodología puede aplicarse tanto en la en la industria manufacturera y en la industria de la construcción. Según Lincoln y Syed (2010), la aplicación de las 5s es totalmente recomendada en actividades que no generan ningún valor al proceso. Junto a herramientas de calidad incorporadas en el *Lean Construction*, se puede revisar el progreso y calidad del proyecto, con la inclusión de planes de acción, Lincoln y Syed (2010).

Debido a que se busca maximizar los beneficios en el proyecto, se debe aprovechar en todo momento las oportunidades que se presenten en el entorno, es así que la metodología se divide en 5 fases, Aldavert et al. (2016). El orden de las fases se muestra en la Figura 39.

- 1°S – Seiri: Fase que involucra la separación de los elementos necesario de los innecesarios.
- 2°S – Seiton: Fase que involucra ordenar los elementos necesarios en el lugar de trabajo.
- 3°S – Seiso: Fase que involucra limpiar el entorno para anticiparse a los problemas.
- 4°S – Seiketsu: Fase que permite estandarizar las normas generadas por los equipos.
- 5°S – Shitsuke: Fase que consolida el hábito de la mejora continua.

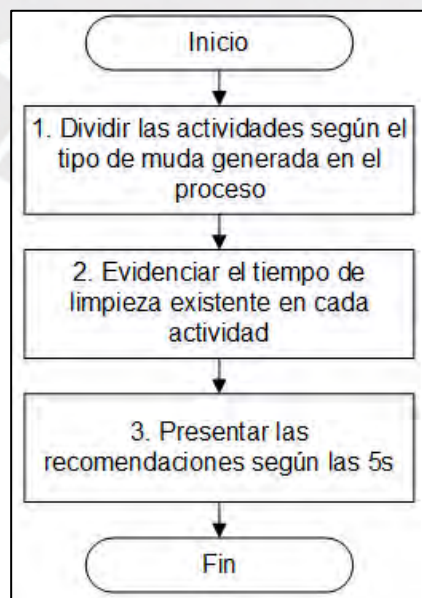


Figura 39 Flujograma de la implementación de las 5s

Para nuestro proyecto, se debe realizar primero una división de las actividades según el tipo de muda que generan en el proceso. De este análisis se obtiene que la frecuencia con la que existe una muda de movimientos es del 26%, tal como se muestra en la Figura 40.

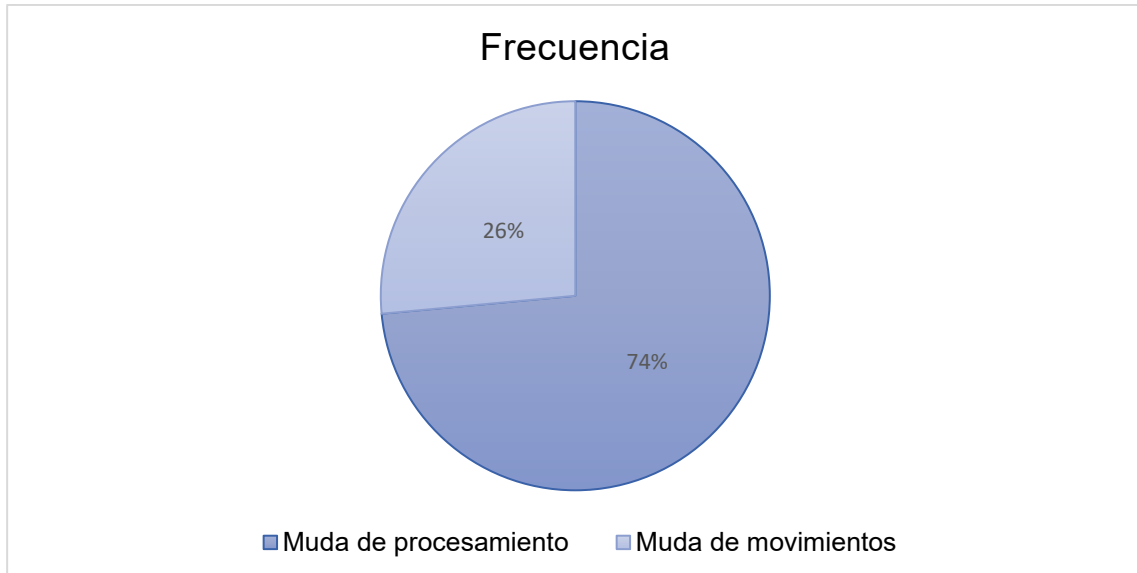


Figura 40 Distribución de mudas según la frecuencia en el proceso

Por otro lado, como segundo análisis se posee el tiempo ocioso que existe dentro de cada actividad, se obtiene que las mudas de movimiento representan el 43%, tal como se muestra en la Figura 41.



Figura 41 Distribución de mudas según el tiempo ocioso

El uso de las metodologías de 5s se realiza con el fin de eliminar el desperdicio generado de una pobre organización de área en el proceso de construcción, Bhasin (2015).

Las actividades que representan un mayor porcentaje de mudas de movimiento se encuentran en la etapa 4, la cual es la Culminación de la vivienda, según la Figura 42.

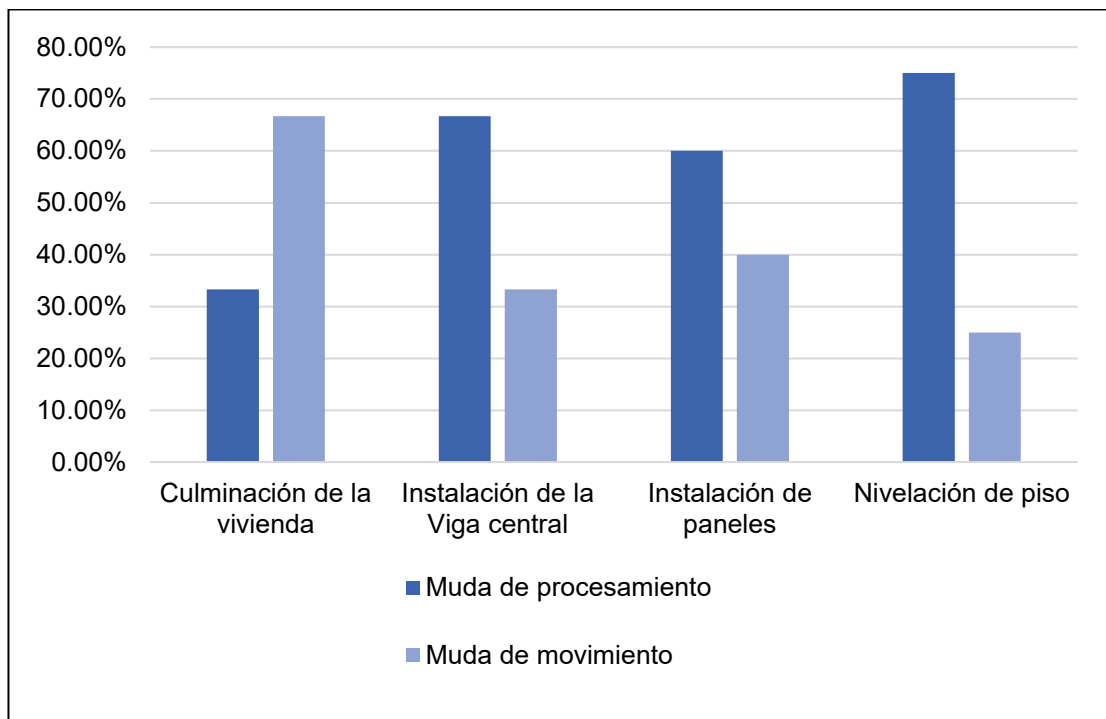


Figura 42 Distribución de mudas en las etapas del proyecto

En la Figura 43, se muestra la separación de los objetos necesarios de los innecesarios, tal como indica la primera fase de la metodología de las 5s. Para su construcción se han tomado tres preguntas esenciales para saber si un objeto realmente es necesario:

- ¿Es necesario para el proyecto?
- ¿El objeto se encuentra dañado?
- ¿Se pudo reparar el objeto?

En el primero se responde si el objeto es necesario para el proyecto actual, en el segundo si es que no se encuentra dañado para utilizarse en un proyecto, y el último para ver si puede repararse y así utilizarse en el proyecto actual o almacenarse para el siguiente proyecto.

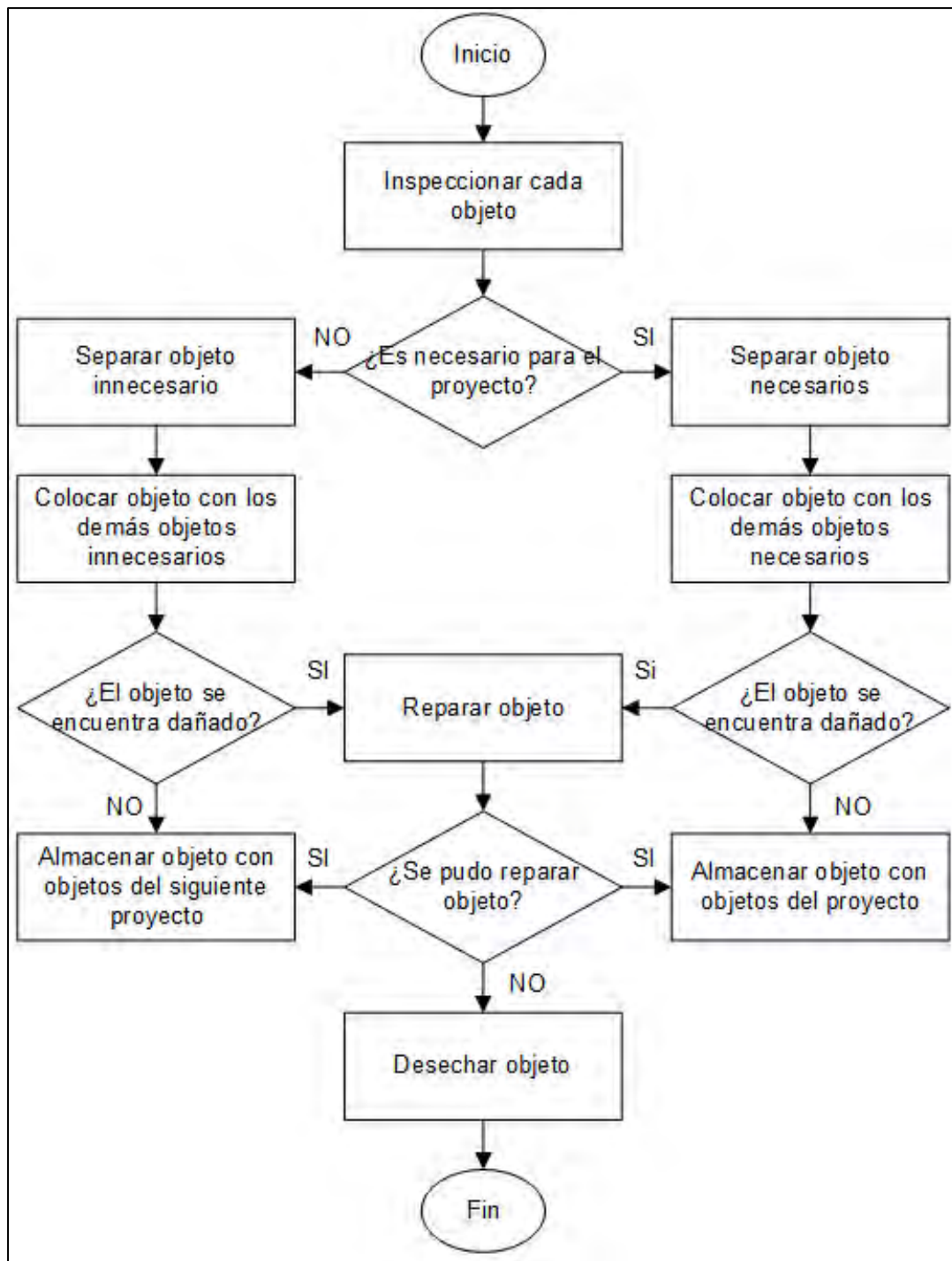


Figura 43 Flujograma de la Fase Seiri

Como segunda fase de las 5s, se procederá a ordenar los objetos necesarios ya separadas en la primera fase. En la Figura 44 se muestra con un flujograma el proceso de ordenamiento, además de observar la separación que existe si es un objeto a usar por el voluntario o dentro de la obra.

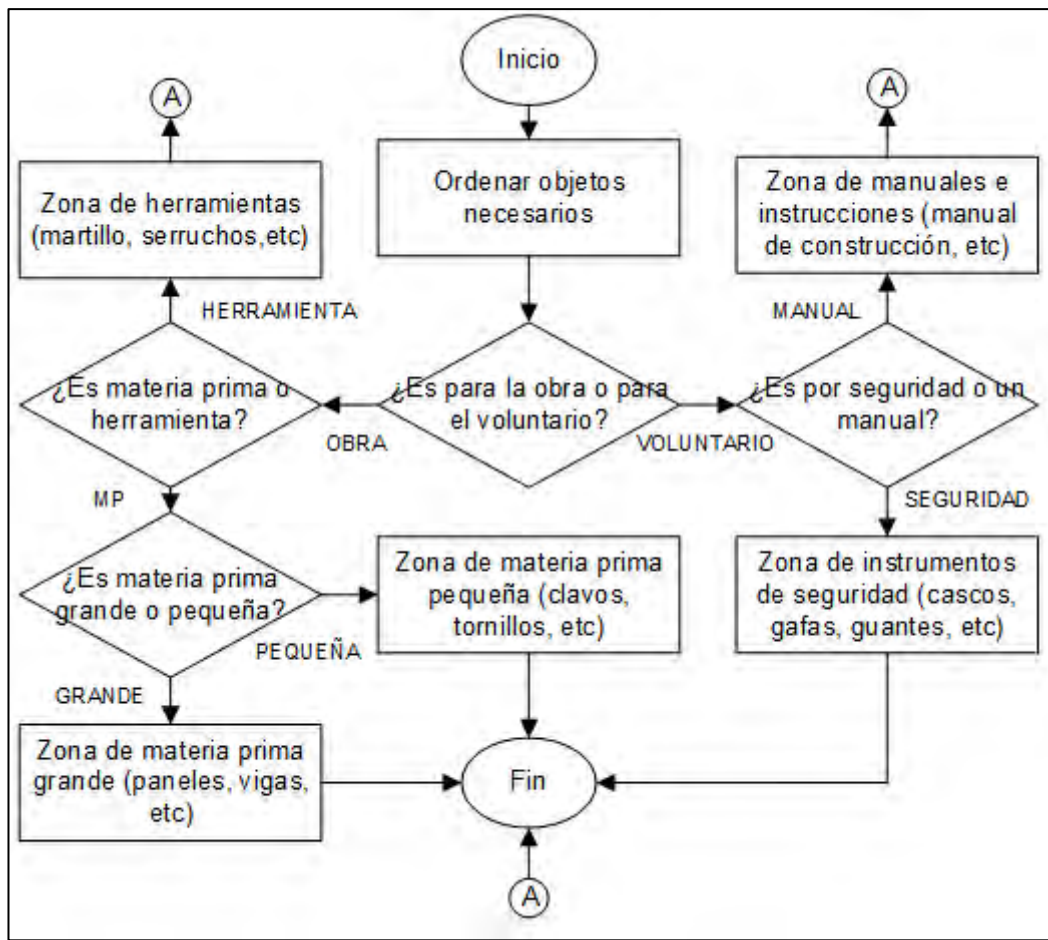


Figura 44 Flujograma de la Fase Seiton

Como tercera fase, se procede a eliminar del lugar de trabajo cada elemento de suciedad y polvo, esto en nuestro caso es un poco complicado debido a que las construcciones de viviendas de emergencia se realizan normalmente en comunidades alejadas de la ciudad y al aire libre, donde el polvo es común en toda la obra. Sin embargo, igual puede aplicarse en momentos clave como el delimitado del terreno con la cinta métrica y la nivelación del mismo con el uso de la manguera.

Luego de acabar con las primeras 3s, se busca en la cuarta fase poder estandarizar la realización de las tareas y procedimientos ya ejecutados, y velar que los logros sean mantenidos a futuro.

Por último, con la quinta fase se busca habituar a los voluntarios y Jefes de cuadrilla en el uso de los métodos ya estandarizados para el orden y limpieza en el orden de trabajo.

5. RESULTADOS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

Luego de haber implementado cada una de las herramientas de *Lean Construction* en conjunto con más herramientas propias de la Ingeniería Industrial se tienen estos costos de implementación.

Para poder evaluar estos costos, se ha construido un cuadro equivalente de los sueldos de los voluntarios y de los jefes de cuadrilla, en base al costo de oportunidad que pueden percibir esos voluntarios si tuvieran la capacidad de tener un trabajo remunerado, *United Nations* (2007).

Este cuadro se presenta en la Tabla 27, el cual se ha escogido el costo de 17 soles por hora para cada uno de los voluntarios como de los jefes de cuadrilla, Constructivo (2014), es cierto que existen voluntarios que ya poseen un trabajo o algunos se encuentran cursando el colegio, sin embargo, se ha decidido estimar el costo de oportunidad de cada uno de ellos con un valor estimado del salario de los obreros en el mercado.

Descripción	Operario	Oficial	Peón
	S/.	S/.	S/.
Salario Básico	52.10	44.10	39.40
Bonificación Unificada	16.67	13.23	11.82
Movilidad	7.20	7.20	7.20
Dominical	9.14	7.74	6.91
Liquidación y Utilidades	7.82	6.62	5.91
Vacaciones	6.01	5.08	4.54
Gratificaciones	11.58	9.80	8.76
Días Feriados	1.95	1.65	1.48
Asignación Escolar	13.03	11.03	9.85
Prestaciones de Salud	8.78	7.34	6.55
Accidentes de trabajo	1.26	1.06	0.95
Overol	0.47	0.47	0.47
Total	136.01	115.32	103.84
Costo por hora	17.00	14.41	12.98

Tabla 27 Salarios de un obrero, oficial o peón
Revista Constructivo (2014)

En base a este costo por hora se ha realizado una estimación de los costos en la implementación de las herramientas de *Lean Construction*, la capacitación implementada y materiales necesarios para realizarlo.

5.1. Costo de implementación de herramientas de Lean Construction

A continuación, en la Tabla 28 se muestra los costos necesarios para la implementación de las herramientas de *Lean Construction*. Se observa que se tiene un costo total de S/. 1,656 para la implementación de la herramienta de *Lean Construction*.

Costo Lean Construction	S/.
Costo de la capacitación de las herramientas de Lean Construction	S/ 568.00
Costo de los materiales a usar	S/ 236.00
Costo de la implementación de las herramientas de Lean Construction	S/ 852.00
Costo total	S/ 1,656.00

Tabla 28 Costo total de aplicación de Lean Construction

5.2. Costo de implementación de 5s

A continuación, en la Tabla 29 se muestra los costos necesarios para la implementación de las herramientas de 5s. Se observa que se tiene un costo total de S/. 1,088 para la implementación de la herramienta de *Lean Construction*.

Costo 5s	S/.
Costo de la capacitación de las herramientas de 5s	S/ 284.00
Costo de los materiales a usar	S/ 236.00
Costo de la implementación de las herramientas de 5s	S/ 568.00
Costo total	S/ 1,088.00

Tabla 29 Costo total de aplicación de 5s

Estos costos totales suman el valor de S/. 2,744, lo cual representa al estimado a gastar para poder aplicar cada una de las herramientas mencionadas en la investigación, lo que se busca ahora es tener el ahorro suficiente para que el proyecto pueda ser viable para la ONG.

5.3. Ahorro generado por la implementación de mejoras

Ahora se procede a ver los resultados de haber implementado las mejoras correspondientes de *Lean Construction* y 5s. Para esto se plantean tres escenarios (pesimista, normal y optimista), donde se medirá el ahorro ganado para la implementación de *First Run Studies*, Tren de actividades, Carta de Balance y 5s dentro de un proyecto estimado de 10 viviendas, cada uno de los tres escenarios presenta su porcentaje de ahorro en la Tabla 30.

	%Reducción de tiempos de limpieza	%Reducción de defectos en el proyecto	%Reducción de tiempos no contributivos	%Reducción de tiempos totales en el proyecto
Escenario Optimista	90%	70%	90%	55%
Escenario Normal	80%	60%	80%	52%
Escenario Pesimista	70%	50%	70%	50%

Tabla 30 Porcentaje de reducción de indicadores

Cada escenario está representado de la siguiente manera:

Escenario optimista: Se considera que se está cumpliendo con la aplicación de cada una de las herramientas de Lean Construction (*First Run Studies*, Tren de actividades, Carta de Balance y 5s) con total responsabilidad por parte de los voluntarios y el Jefe de cuadrilla, esto implica cumplir con los indicadores planteados en la meta y los objetivos de reducir la cantidad de tiempo improductivo en las operaciones que conforman la construcción de una vivienda de emergencia.

Escenario normal: Se considera que se está cumpliendo con la aplicación de las herramientas de Lean Construction (*First Run Studies*, Tren de actividades, Carta de Balance y 5s) por parte de los voluntarios y Jefe de cuadrilla, lo cual implica cumplir los objetivos de reducir la cantidad de tiempo improductivo en las operaciones que conforman la construcción de una vivienda de emergencia.

Escenario pesimista: Se considera que se está cumpliendo con la aplicación de alguna de las herramientas de Lean Construction (*First Run Studies*, Tren de actividades, Carta de Balance y 5s) por parte de los voluntarios y Jefe de cuadrilla, lo cual implica cumplir algunos de los indicadores planteados en la meta.

5.3.1 Ahorro generado por la implementación de 5s

Según la Tabla 31, con la aplicación de las 5s se ha conseguido reducir la cantidad de tiempos de limpieza en el proyecto, lo cual conlleva a los siguientes ahorros dependiendo cada uno de los tres escenarios presentados anteriormente.

Reducción de tiempos de limpieza	Tiempo usado (h)	Tiempo propuesto (h)	S/. h (operarios)	Ahorro	Ahorro Total
Optimista	3	0.3	S/ 17.00	S/ 45.90	S/ 459.00
Normal	3	0.6	S/ 17.00	S/ 40.80	S/ 408.00
Pesimista	3	0.9	S/ 17.00	S/ 35.70	S/ 357.00

Tabla 31 Ahorro generado por la reducción de tiempo de limpieza (en soles)

5.3.2 Ahorro generado por la implementación de Lean Construction

Según la Tabla 32, con la aplicación de las herramientas de *Lean Construction* se ha conseguido reducir la cantidad de defectos en el proyecto y también los tiempos no contributivos en el proyecto, tal como figura en la Tabla 33, lo cual conlleva a los siguientes ahorros dependiendo cada uno de los tres escenarios presentados anteriormente.

Reducción de defectos en el proyecto	Tiempo usado (h)	Tiempo propuesto (h)	S/. h (operarios)	Ahorro	Ahorro Total
Optimista	6	1.8	S/ 17.00	S/ 71.40	S/ 714.00
Normal	6	2.4	S/ 17.00	S/ 61.20	S/ 612.00
Pesimista	6	3	S/ 17.00	S/ 51.00	S/ 510.00

Tabla 32 Ahorro generado por la reducción de defectos en el proyecto (en soles)

Reducción de tiempos no contributivos	Tiempo usado (h)	Tiempo propuesto (h)	S/. h (operarios)	Ahorro	Ahorro Total
Optimista	6	0.6	S/ 17.00	S/ 91.80	S/ 918.00
Normal	6	1.2	S/ 17.00	S/ 81.60	S/ 816.00
Pesimista	6	1.8	S/ 17.00	S/ 71.40	S/ 714.00

Tabla 33 Ahorro generado por la reducción de tiempos no contributivos (en soles)

5.3.3 Ahorro total generado en el proyecto

Con la aplicación de las 5s y las herramientas de *Lean Construction* se ha conseguido reducir los tiempos totales en el proyecto, lo cual conlleva a los siguientes ahorros dependiendo cada uno de los tres escenarios presentados anteriormente, tal cual se muestra en la Tabla 34.

Reducción de tiempos totales en el proyecto	Tiempo usado (h)	Tiempo propuesto (h)	S/. h (operarios)	Ahorro	Ahorro Total
Optimista	15	6.75	S/ 17.00	S/ 140.25	S/ 1,402.50
Normal	15	7.2	S/ 17.00	S/ 132.60	S/ 1,326.00
Pesimista	15	7.5	S/ 17.00	S/ 127.50	S/ 1,275.00

Tabla 34 Porcentaje de reducción de indicadores

5.4. Flujo de caja del proyecto

Por último, se presenta el flujo de caja del proyecto para los tres escenarios propuestos. En la Tabla 35 se observa un escenario optimista, en la Tabla 36 un escenario normal y en la Tabla 37 un escenario pesimista.

Escenario Optimista

Escenario optimista	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Egreso	S/ 10,744.00	S/ 12,148.00	S/ 12,284.00	S/ 14,284.00
Ahorro Total	S/ 3,493.50	S/ 17,467.50	S/ 20,961.00	S/ 24,454.50
Utilidad	-S/ 7,250.50	S/ 5,319.50	S/ 8,677.00	S/ 10,170.50

Tabla 35 Flujo de caja en un escenario optimista

Escenario Normal

Escenario normal	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Egreso	S/ 10,744.00	S/ 12,148.00	S/ 12,284.00	S/ 14,284.00
Ahorro Total	S/ 3,162.00	S/ 15,810.00	S/ 18,972.00	S/ 22,134.00
Utilidad	-S/ 7,582.00	S/ 3,662.00	S/ 6,688.00	S/ 7,850.00

Tabla 36 Flujo de caja en un escenario normal

Escenario Pesimista

Escenario pesimista	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Egreso	S/ 10,744.00	S/ 12,148.00	S/ 12,284.00	S/ 14,284.00
Ahorro Total	S/ 2,856.00	S/ 14,280.00	S/ 17,136.00	S/ 19,992.00
Utilidad	-S/ 7,888.00	S/ 2,132.00	S/ 4,852.00	S/ 5,708.00

Tabla 37 Flujo de caja en un escenario pesimista

Como se puede observar en las tablas anteriores, se ha desarrollado un flujo de caja para cada escenario, donde como egreso se encuentra la implementación realizada de *Lean Construction* y de 5s, además del costo que se tiene por la implementación del proyecto. En el caso de las dos primeras, van disminuyendo al pasar de los años, debido a que, el costo en capacitaciones será realizada por los mismos voluntarios de la ONG, y el costo que demanda cada proyecto se mantendrá constante. Sin embargo, la cantidad de proyectos cada año va creciendo, empezando en 4 proyectos grandes el 2018, y estimándose unos 6 proyectos al finalizar el 2021, afectando de igual manera el ahorro total generado cada año a futuro.

Para cada flujo de caja, se calculará el VAN y TIR para saber si la propuesta de mejora para el proyecto que se está presentando es viable o no.

A continuación, se muestran los resultados.

VAN Optimista	S/ 12,397.73
VAN Normal	S/ 7,172.18
VAN Pesimista	S/ 2,348.60

Tabla 38 VAN del proyecto

TIR Optimista	81.71%
TIR Normal	51.57%
TIR pesimista	23.86%

Tabla 39 TIR del proyecto

Según la Tabla 38, se observa que el VAN es positivo para los tres escenarios y según la Tabla 39 el TIR varía entre un 23.86% a un 81.71%, esto indica que la propuesta de mejora para el proyecto de la construcción de viviendas en la ONG TECHO es viable, en mayor grado para un escenario optimista y en menor grado para uno pesimista.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Las ONGs como TECHO PERU se han venido desarrollando independientemente del Estado, con el objetivo de poder crear un movimiento social más amplio para lograr un cambio estructural en la sociedad, trabajando en conjunto con las comunidades en los diversos distritos de Lima.
- La ONG TECHO presenta diversos proyectos comunitarios, de los cuales el más representativo es el de la construcción de viviendas de emergencia, donde se ha podido implementar las herramientas de *Lean Construction* con el fin de poder encontrar una mejora en el proyecto.
- Se ha observado que existen diversas actividades dentro del proyecto de construcción de viviendas de emergencia que representan a un trabajo de tipo No Contributivo y Contributivo, alcanzando la suma del 61.05% del tiempo total en el proyecto.
- Las etapas de Nivelación de piso e Instalación de la viga central poseen el mayor tiempo ocioso dentro de las cuatro etapas del proyecto de construcción de viviendas de emergencia, siendo un 13% y 16% del tiempo total respectivamente en cada una de las etapas.
- El porcentaje del tiempo total del proyecto que representa la muda de movimientos que no generan valor al proceso es del 43%, representando el 26.47% de todas las actividades que se realizan en la obra.
- Con la implementación de las herramientas de *Lean Construction (First Run Studies, Tren de actividades y Carta de Balance)* como propuesta de mejora en el proyecto, se propone reducir de 33.56% a 14.51% el tiempo de trabajo No Contributivo en el proyecto.
- Las propuestas de mejora basadas en la implementación de las herramientas de *Lean Construction* y 5s en el proyecto de construcción de viviendas de emergencia son totalmente viables al saber que el VAN y TIR resultan favorables en los escenarios normal y optimista.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda tener un contexto general sobre cómo se están desarrollando las ONGs presentes en el Perú, tanto de sus objetivos como de sus proyectos en la actualidad.
- Se recomienda seguir cada paso de la propuesta de la mejora para el proyecto de construcción de viviendas de emergencia, empezando con un vistazo principal de las actividades realizadas, así como también del tiempo en la que se realiza cada operación.
- Se recomienda implementar las mejoras en un trabajo en conjunto con los voluntarios permanentes de la ONG, desde los que cumplen el rol de coordinadores hasta el rol de directores, debido a que las implementaciones de las herramientas *Lean* necesitan que cada persona de la organización sepa de los cambios propuestos.
- Se recomienda promover la participación activa en los voluntarios nuevos y antiguos, debido a que pueden surgir dudas o temores de los cambios a realizar en la realización del proyecto.
- Se recomienda observar y verificar que la implementación de las mejoras por parte de los voluntarios se esté realizando de manera correcta, revisando a cada momento que se existan reducciones en los tiempos que no generan valor al proyecto.
- Se recomienda poder asistir a las actividades de los días previos a la construcción, aparte del día de la ejecución del proyecto, además de poder hacerlo en diferentes comunidades, ya que cada una de ellas presenta características particulares, como las que se encuentran en Piura.

BIBLIOGRAFIA

- ALDAVERT Jaume, VIDAL Eduard, LORANTE Jordi y ALDAVERT Xavier
2016 5S para la mejora continua, Hacer más con menos.
- ANTILLON E.I., ALARCON L.F., HALLOWELL M.R., MOLENAAR K.R.
2011 A Research Synthesis on the Interface Between Lean Construction and Safety Management. 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Perú.
- BACA Laura, BK Judit, CASTAÑEDA Fernando, H. Isidro, PÉREZ German
2000 Léxico de la Política.
- BANCO MUNDIAL
1991 Informe sobre el desarrollo mundial 1991: la tarea acuciante del desarrollo
- BAUTISTA Juan, SABADOR Antonio
2004 Calidad del Diseño en la construcción. Madrid.
- BHASIN Sanjay
2015 Lean Management Beyond Manufacturing. A Holistic Approach
- BOTERO Luis
2006 Construcción sin pérdidas: Análisis de procesos y filosofía Lean Construction. Bogotá
- BRIOSO Xavier
2015 El Análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de regulación en España y su inclusión de la ley de la ordenación de la edificación. Tesis Doctoral. Madrid. 2015
- CALVO Pedro
2009 Desarrollo y sustentabilidad de asentamientos precarios urbanos. Revista INVI, 15(40). Chile
- CASTILLO Inés
2014 Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS). Tesis – Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima
- CHANG Richard, NIEDZWIECKI Matthew
1993 Las herramientas para la mejora continua de la calidad. Volumen 2. Guía práctica para lograr resultados positivos.

REVISTA CONSTRUCTIVO

2014 Revista al servicio del desarrollo y promoción de la construcción. Año 16, edición 102, agosto – setiembre 2014, Lima – Perú.

EL COMERCIO

2015 BIM: tendencia para construir sin pérdidas. Consulta 13 de setiembre.
<https://elcomercio.pe/especial/zona-ejecutiva/tendencias/importancia-lean-construction-gestion-proyectos-noticia-1859414>

FERNANDEZ Isabel, J. GONZÁLEZ Peter, PUENTE Javier

1996 Diseño y medición de trabajos

FREUND Christina, FRITZ Gehbauer, SASCHA Gentes

2011 Decommissioning of nuclear power plants – Can lean methods help to improve the highly complex design and planning processes?

GARCÍA Jorge, MALDONADO Aidé, CORTES Guillermo

2014 Lean Manufacturing in the Developing World: Methodology, Case Studies and Trends from Latin America

GREEN Stuart, C. MAY Susan

2005 Lean Construction: Arenas of enactment, models of diffusion and the meaning of 'leanness'. Building Research & Information.

GUZMAN Abner

2014 Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Tesis – Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima

HEREDIA José Antonio

2001 Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos

INFOPLC

2012 Packaging con varios robots compartiendo la zona de trabajo. Consulta 19 de noviembre.

<http://www.infoplac.net/noticias/item/1231-packaging-con-varios-robots-compartiendo-la-zona-de-trabajo>

JURAN Joseph

1990 Juran y el liderazgo para la calidad. Un manual para ejecutivos.

KORTEN David

1990 NGO Strategic Networks: From Community Projects to Global Transformation

KOSKELA Lauri, CENTER FOR INTEGRATED FACILITY ENGINEERING
1992 Application of the new production philosophy to construction. Stanford,
Stanford University.

KOSKELA Lauri, BALLARD Glenn, HOWEL Gren, TOMMELEIN Iris
2002 The foundations of Lean Construction in: Design and construction: building
in value. Butterworth Heinemann, Oxford, UK, pp. 211-226

KRAJEWSKI Lee, P. RITZMAN Larry
2000 Administración de operaciones: estrategia y análisis.

LINCOLN H. Forbes, SYED M. Ahmed.
2010 Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices. 1st
Edition

MARTINEZ Juan
1998 La imagen de las ONG en desarrollo. Para ir dimensionando el tercer sector.

MATOS MAR José
1980 La reforma Agraria en el Perú. Lima.

MIRANDA Antonio, HEINECK Luiz, MOREIRA Da Costa
2011 A project – based view of the link between strategy, structure and Lean
Construction.

MUÑOZ Andrés
1999 La gestión de calidad total en la administración pública

OGLESBY Clarkson, PARKER Henry, HOWELL Gregory
1989 Productivity Improvement in Construction

PAEZ Omar, SALEM Ossama, SOLOMON Julie, GENAIDY Ash
2005 Moving from Lean Manufacturing to Lean Construction: Toward a common
sociotechnological framework. Human Factors and Ergonomics in
Manufacturing & Service Industries.

RODRIGUEZ Andrés, DÍAZ Francisco, FUERTES Francisco, ANGUSTIAS María,
MONTALBÁN Manuel, SANCHES Emilio, ZARCO Victoria
2004 Psicología de las organizaciones.

SERPELL Alfredo, VERBAL Rodrigo
1990 Análisis de las operaciones mediante cartas de balance. Revista de
Ingeniería de Construcción, N°9. Julio – Diciembre. Pontificia Universidad
Católica de Chile.

- SERRANO Maite
2002 Las ONG y la política: detalles de una relación
- SHANG Gao, SUI Pheng Low
2014 Lean Construction Management: The Toyota Way. 2014th Edition
- SHINGO Shigeo
1984 A study of Toyota Production System
- SUÑE Albert, GIL Francisco, ARCUSA Ignasi
2010 Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. Madrid.
- TECHO PERU
2018 Banco de Proyecto Techo – 2018, Excel.
- UGALDE Jesús
1979 Programación de Operaciones
- UNITED NATIONS
2007 Manuel sobre las instituciones sin fines de lucro en el Sistema de Cuentas Nacionales. Nueva York. 2007
- VILAR José, GOMEZ Fermin, TEJERO Miguel
1997 Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad
- YEPES Víctor, PELLICER Eugenio
2008 Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la Mejora de Resultados de los Proyectos de Construcción