



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE  
MATERIALES UTILIZANDO LA FILOSOFÍA LEAN  
CONSTRUCTION EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES  
(CASO: PROYECTO MOON –SANTIAGO DE SURCO-LIMA)**

**PRESENTADA POR  
PAUL BRAYAN FLORES FLORES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2015**



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual  
CC BY-NC-SA**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO  
DE MATERIALES UTILIZANDO LA FILOSOFÍA LEAN  
CONSTRUCTION EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES**

**(CASO: PROYECTO MOON –SANTIAGO DE SURCO-LIMA)**

**TESIS**

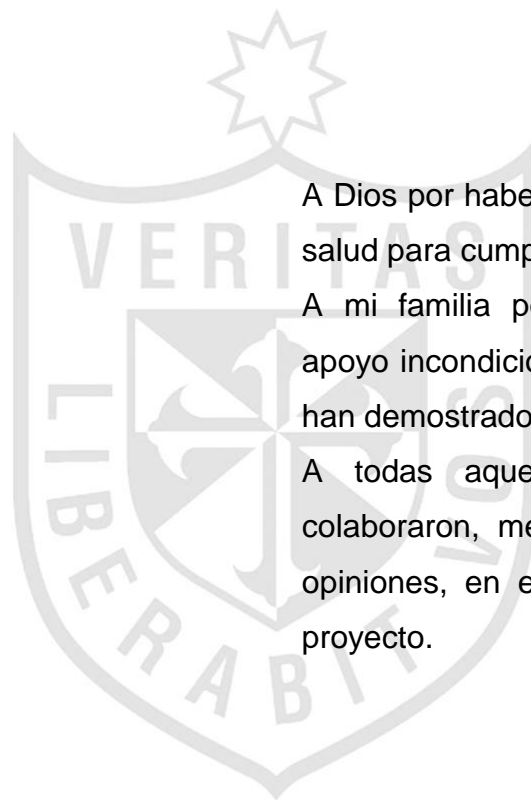
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

**FLORES FLORES, PAUL BRAYAN**

**LIMA – PERÚ**

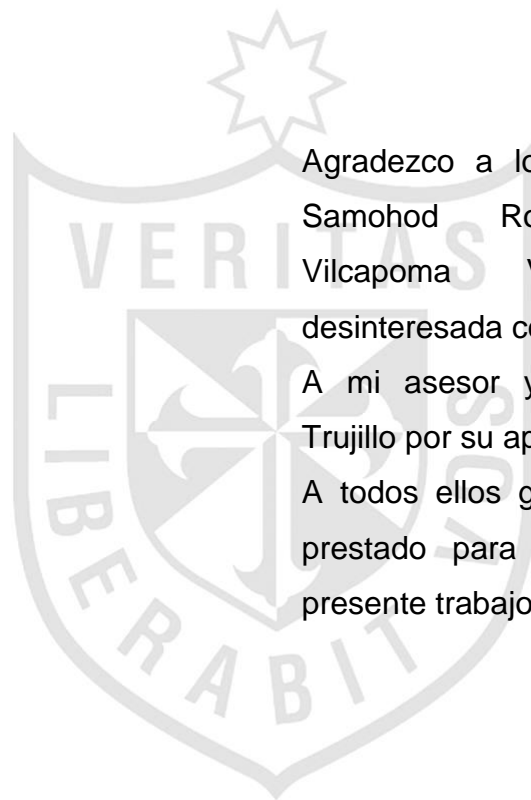
**2015**



A Dios por haberme dado fortaleza y salud para cumplir mis objetivos.

A mi familia por todo el cariño y apoyo incondicional que siempre me han demostrado.

A todas aquellas personas que colaboraron, mediante sus valiosas opiniones, en el desarrollo de este proyecto.



Agradezco a los Ingenieros Alexis Samohod Romero y Jorge Vilcapoma Vega por su desinteresada colaboración.

A mi asesor y amigo Ing. Mario Trujillo por su apoyo y sus consejos.

A todos ellos gracias por el apoyo prestado para la culminación del presente trabajo.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xii
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
<b>1.1 Antecedentes</b>	1
<b>1.2 Planteamiento del Problema</b>	2
<b>1.3 Objetivos</b>	2
<b>1.4 Justificación e importancia de la investigación</b>	3
<b>1.5 Alcances y limitaciones</b>	4
<b>1.6 Viabilidad</b>	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	5
<b>2.2 Bases teóricas</b>	7
<b>2.3 Definición de términos</b>	27
<b>2.4 Hipótesis</b>	29

<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	
<b>3.1 Tipo de la investigación</b>	30
<b>3.2 Diseño de investigación</b>	30
<b>3.3 Variables</b>	31
<b>3.4 Caso de la Investigación</b>	34
<b>3.5 Técnicas de investigación</b>	35
<b>3.6 Instrumentos de recolección de datos estructurado</b>	36
<b>CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1 Contrastación de Hipótesis</b>	37
<b>4.2 Análisis e interpretación de la investigación</b>	41
<b>4.3 Aplicación del caso</b>	47
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIONES</b>	80
<b>CONCLUSIONES</b>	82
<b>RECOMENDACIONES</b>	84
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	86
<b>ANEXOS</b>	89



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1: Trabajo productivo, contributorio y no contributorio	23
Tabla 2: Tiempo productivo, contributorio y no contributorio	25
Tabla 3: Definición operacional de las variables	34
Tabla 4: Aplicación de la herramienta Lean Construction, en la mano de obra, en la identificación de pérdidas causadas del proyecto Moon-Santiago de Surco	41
Tabla 5: Aplicación de la herramienta Lean Construction, en el uso de los materiales, en la identificación de desperdicios originados del proyecto Moon-Santiago de Surco.	43
Tabla 6: Aplicación de la herramienta Lean Construction, en la sistematización de los equipos de obra, en la identificación de pérdidas de tiempos e innovación en el sistema del proyecto Moon-Santiago de Surco.	45
Tabla 7: Ejemplo de distribución de medidas	47
Tabla 8: Distribución de números de mediciones	48



Tabla 9: Codificación de actividades.	49
Tabla 10: Codificación de usuario	49
Tabla 11: Codificación de tiempos	60
Tabla 12: Distribución de los materiales por ciclos de tiempos	68
Tabla 13: Distribución de partidas por tiempo de las torres grúas	76
Tabla 14: Distribución horaria de la torre grúa N° 8	78
Tabla 15: Distribución horaria de la torre grúa N° 10	79



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 Diagrama de estudio de trabajo	9
Figura 2 Proceso de transformación	14
Figura 3 Modelos de conversión	14
Figura 4 Modelo de flujos de procesos	15
Figura 5 Vista en 3D del edificio proyecto Moon	35
Figura 6 Ubicación del proyecto Moon	39
Figura 7 Identificación de pérdidas causadas	42
Figura 8 Identificación de desperdicios originados	44
Figura 9 Identificación de pérdidas de tiempos e innovación	46
Figura 10 Curva de rendimiento	48
Figura 11 Distribución general de Moon 1	50
Figura 12 Distribución en columnas apiladas de Moon 1	51
Figura 13 Distribución de gráfico de líneas de Moon 1	52
Figura 14 Gráfico en columnas del tiempo contributorio de Moon 1	53
Figura 15 Gráfico en columnas del tiempo no contributorio	

de Moon 1	54
Figura 16 Grafico en columnas con cantidad de mediciones de Moon 1	54
Figura 17 Distribución general de Moon 2	55
Figura 18 Distribución en columna de Moon 2	56
Figura 19 Distribución con tendencias de Moon 2	56
Figura 20 Grafico en columnas del trabajo contributorio de Moon 2	58
Figura 21 Gráfico en columnas del trabajo no contributorio de Moon 2	58
Figura 22 Gráfico en columnas con cantidades mediciones de Moon 2	59
Figura 23 Curva del rendimiento	60
Figura 24 Distribución general de la torre grúa N°8	61
Figura 25 Distribución en columnas de la torre grúa N°8	62
Figura 26 Disgregación del tiempo contributorio de la torre grúa N°8	63
Figura 27 Disgregación del tiempo no contributorio de la torre grúa N°8	63
Figura 28 Distribución general de la torre grúa N° 10	64
Figura 29 Distribución en columnas de la torre grúa N° 10	64
Figura 30 Distribución del tiempo contributorio de la torre grúa N° 10	65
Figura 31 Distribución del tiempo no contributorio de la torre grúa N° 10	66



## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar las causas que originan pérdidas en la construcción del edificio multifamiliar proyecto MOON para maximizar los recursos de obra. El contexto teórico de las variables estuvo principalmente formada por el “LEAN CONSTRUCTION”, y los recursos de una obra de construcción.

La metodología aplicada en el presente estudio es cuantitativa de tipo exploratoria, el diseño de investigación es no experimental, transversal y retrospectivo, las variables son de tipo cuantitativo ordinal.

Aplicando como instrumento de recolección de datos un cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas con valores dicotómicos. La investigación se llevó a cabo en la empresa constructora INGENIERÍA CONSTRUCTIVA INMOBILIARIA S A C.

Los resultados se desarrollaron a través de tablas y gráficos para cuantificar los desperdicios y pérdidas según los indicadores: materiales, mano de obra y equipos de obra; y así maximizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares.



## **ABSTRACT**

This thesis aims to maximize resources and to determine the causes that result in economic losses in the construction of a multifamily building named Moon Project. This project is developed by “Ingeniería Constructiva Inmobiliaria Company”.

The theoretical context of the variables is mainly formed by "Lean Construction" and the resources of a building in construction.

The methodology applied in the project is quantitative and exploratory. The research design is non-experimental, cross-sectional, and retrospective. The variables are ordinal quantitative. The data collection instrument is a semi-structured questionnaire that consists of closed questions with dichotomous values.

The results have been developed through charts and graphs to quantify waste and losses according to the indicators of material, labor and equipment for construction.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas constructoras buscan sostenerse ante la alta competitividad y variabilidad, al ejecutar sus proyectos, enfocándose en maximizar sus recursos sin afectar el tiempo de entrega del proyecto, sin aumentar el costo de la obra y con la misma calidad establecido por el cliente. La aplicación de la herramienta de Lean Construction permitirá optimizar la productividad y hacer más eficientes los recursos utilizados durante la ejecución de sus proyectos.

La aplicación de la herramienta de Lean Construction a las empresas constructoras, permite identificar las pérdidas y desperdicios que no agregan valor para proponer mejoras a los recursos utilizados durante la ejecución de los proyectos. Por ello la presente tesis pretende demostrar mayor productividad en la mano de obra y mejor sistematización en el abastecimiento de materiales, que permitirá lograr una eficiencia y una eficacia óptima en el sistema de producción.

El objetivo general es determinar las causas que originan pérdidas en la construcción para maximizar los recursos. Los objetivos específicos son determinar en las pérdidas causadas por la mano de obra, los desperdicios

originados por los materiales de construcción y las pérdidas en hora máquina por los equipos de obras.

La presente tesis está compuesta de cuatro capítulos, de los cuales se detallan a continuación: Capítulo I, se muestra la descripción de la realidad problemática de las construcciones multifamiliares en el Perú, se define los objetivos, la justificación, alcances, limitaciones y la viabilidad del estudio. Capítulo II, se presentarán todos los antecedentes que sustentan la investigación, luego se desarrollarán las bases teóricas que se tomarán en cuenta para el presente trabajo y por último se formulan las hipótesis. Capítulo III, se muestra el tipo de investigación a utilizar, el diseño de la misma y se operarán las variables, además se realizará una descripción del caso de estudio adicionalmente se señalará cuál es la técnica del instrumento para recolectar la información. En el Capítulo IV, se analiza los resultados obtenidos luego de la aplicación de los instrumentos de recolección de información y se contrastarán las hipótesis, por último el Capítulo V, se dará a conocer las discusiones de la investigación relacionados a procedimientos y conceptos utilizados en la tesis.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Antecedentes

En los últimos años el Perú está gozando de un crecimiento notable en la industria de la construcción pasando un momento importante para la ejecución de numerosos proyectos. Este número incontrolado de proyectos tienen un principal “defecto” y es increíblemente costoso, son los desperdicios o pérdidas que se generan en la etapa de construcción de los proyectos. Estos desperdicios o pérdidas es todo lo que consume recursos pero no agrega valor al cliente.

En la actualidad uno de los recursos más controlados por las empresas constructoras es la mano de obra, dejando de lado la oportunidad de mejorar la eficiencia en el uso de otros recursos como son los materiales y los equipos. Según **Manuel W. (2007)**. Estos recursos pueden llegar a representar cerca del 30% del costo de un proyecto.

En nuestro país es poco común ver algún proyecto que se ejecute dentro del cronograma de ejecución y el presupuesto establecido inicialmente. Estos proyectos se enfrentan a diferentes factores, tiempos y actividades que alteran su producción frecuentemente. Que si no son



controlados e identificados para su mejora, se tiende a generar demoras y sobrecostos que alteran a la planeación y al presupuesto del proyecto.

## 1.2 Planteamiento del Problema

### 1.2.1 Problema Principal

¿Cuáles son las **causas que originan pérdidas** en la construcción de edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?

### 1.2.2 Problemas Secundarios

¿Cuáles son las causas que originan pérdidas **desde la mano de obra** en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?

¿Cuáles son las causas que originan desperdicios **desde los materiales de construcción** en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?

¿Cuáles son las causas que originan pérdidas **desde los equipos de obra** en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

**Determinar las causas que originan pérdidas** en la construcción de edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction para maximizar los recursos del proyecto Moon.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

**Determinar las pérdidas** causadas **por la mano de obra** en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.

**Determinar los desperdicios** originados **por los materiales de construcción** en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.

**Determinar las pérdidas** e innovar en la optimización **de los equipos de obra** en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.

### 1.4 Justificación e importancia de la investigación

La presente investigación busca justificar procesos, para obtener una mejor optimización de la productividad en: mano de obra, el uso de materiales y la sistematización de los equipos de construcción, utilizando la herramienta Lean Construction; que sirve como base para poder identificar y dar a conocer los procesos que son afectados por los desperdicios y pérdidas. Luego, poder mejorar la productividad e innovar en el abastecimiento de materiales con el fin de obtener ventajas, disminuir y/o eliminar las oportunidades e improvisaciones causadas por los desperdicios y pérdidas, generados durante la ejecución de los proyectos de edificaciones multifamiliares.

La importancia de la investigación es demostrar que al aplicar la herramienta de Lean Construction y al mejorarlo, se obtiene una mayor productividad y se propone e innovar en un control de sistematización de los equipos para el abastecimiento de materiales de construcción durante la ejecución de los proyectos.

## **1.5 Alcances y limitaciones**

Para el desarrollo de la presente tesis se han realizado mediciones y toma de datos del proyecto Moon – Santiago de Surco. Estos procedimientos de obtención de datos se podrían tomar en cuenta para proyectos similares al caso de investigación.

No se presentaron limitaciones para poder realizar la investigación de la tesis y su caso correspondiente.

## **1.6 Viabilidad**

Para poder realizar el caso de investigación de la presente tesis se han elaborado fichas, toma de datos y mediciones para la identificación y mejora de los procedimientos. Esta recopilación se hizo durante el periodo de ejecución, los cuales son necesarios para la elaboración e interpretación de los resultados. También en cuanto a lo económico y al tiempo, existió la disponibilidad de desarrollar e implementar el trabajo de investigación.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

- Ulloa Roman, K. (2009)

Técnicas y Herramientas para la Gestión en el Abastecimiento. Tesis de para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.

La presente tesis tiene como propósito fundamental de ayudar a mejorar la gestión de la logística del abastecimiento en los aspectos de evaluación y selección de los insumos; y en el control del desempeño de los proveedores.

El aporte más importante de esta investigación fue que, realizó el mejoramiento de la evaluación, selección de insumos y control del desempeño de los proveedores donde propone una metodología que permite tomar decisiones basadas no solo en costos sino en criterios cualitativos. Además, añadieron ejemplos de aplicación en casos reales para un mejor entendimiento de los procedimientos planteados.

- Granados Orellanos, B. (2011)

Implementación de la Metodología Lean Construction para Actividades de Estructura del proyecto Natura del Consorcio Campo Empresarial Campestre. Tesis de para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad de Santander.

Lo redundante de la presente investigación fue el controlar las actividades programadas, reducir variabilidad, aumentar confiabilidad y disminuir la incertidumbre de la planificación mediante el sistema Last Planner (Último Planificador) y ejecutar un proceso de identificación de pérdidas, que generen planes de mejoramiento enfocados al aumento de la eficiencia del trabajo productivo.

El principal aporte de esta investigación se centra en la aplicación de técnicas de mejoramiento, análisis de cuadrilla, logística de materiales, menor costos de traslados de material, tiempos de preparación bajos y reasignación de trabajadores a las cuadrillas.

Además, la investigación aplicó la integración del flujo proceso y actividades de conversión por medio de tecnologías de información como la plataforma GICO, permite el desarrollo de un sistema integral de gestión con el que se toman decisiones en tiempo real y facilitan el proceso de medición y control del sistema constructivo.

- Buleje Revilla, K. (2012)

Productividad en la construcción en un condominio aplicando conceptos de la filosofía de Lean Construction. Tesis de para Obtener el Título de Ingeniero Civil.

La presente Investigación se basó en el objetivo principal de mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de un

condominio aplicando algunos conceptos de Lean Construction y después mostró la aplicación a la construcción del condominio.

También se encontró en esta investigación muestras de un estudio de productividad realizado a cualquier empresa perteneciente a la industria de la construcción mediante cartas balance obteniendo soluciones claras y directas para el aumento de la productividad.

En esta investigación se agrega que, la filosofía de Lean Construction está enfocada en “Maximizar el valor que percibe el cliente y minimizar el desperdicio que no agrega valor al cliente”, **según Botero, L. (2006).**

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Estudio de trabajo**

#### **2.2.1.1 Estudio del trabajo**

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Por tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar su método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. En otras palabras, se busca rechazar el desperdicio en todas sus formas de materiales, tiempo, esfuerzo o dotes humanas y no aceptar sin discusión que las cosas se hagan de cierto modo porque siempre se hicieron así.

El estudio del trabajo comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo. En otras palabras, se busca rechazar el desperdicio en todas sus formas de materiales, tiempo, esfuerzo o dotes humanas y no aceptar sin discusión que

las cosas se hagan de cierto modo “porque siempre se hicieron así”, según *el Institute of Management Services, (1992)*.

#### 2.2.1.2 Estudio de movimientos

También conocido como Estudio de Métodos, “es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” según el *Institute of Management Services, (1992)*. Tales como:

- Encontrar el mejor método de trabajo.
- Fomentar en todos los empleados la toma de conciencia sobre los movimientos.
- Desarrollar herramientas, dispositivos y auxiliares de producción económicos y eficientes.
- Ayudar en la selección de nuevas máquinas y equipo.
- Capacitar a los empleados nuevos en el método preferido.
- Reducir esfuerzos y costos.

#### 2.2.1.3 Medición de tiempos

Conocido como Medición de Trabajos, “es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida”.

Este estudio se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo. En un principio, se plantea que el trabajo en sí consta de dos partes. La primera, es el contenido básico de trabajo, la cual fija el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción. La segunda parte es el contenido de trabajo suplementario, es decir, el tiempo adicional al teórico que sucede debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto o de

sus partes, o a la utilización inadecuada de materiales, o debido a la influencia de los recursos humanos (Ver figura 1).

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

### Diagrama del estudio de trabajo

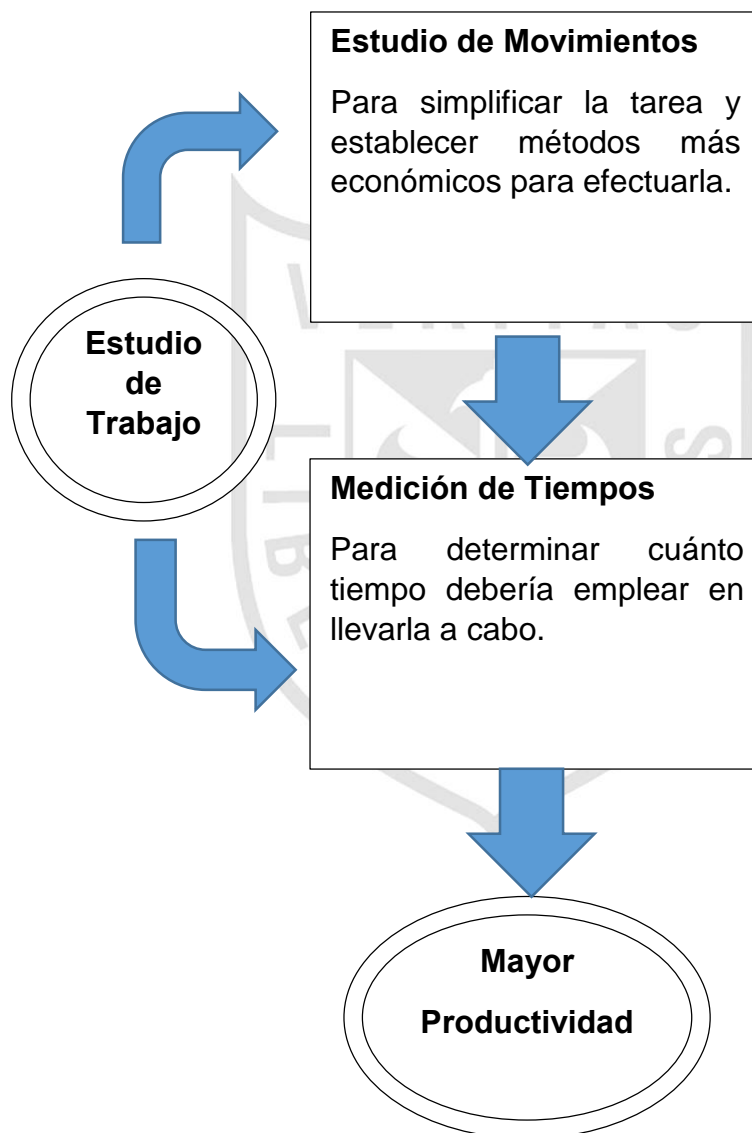


Figura 1: Diagrama de estudio de trabajo  
Fuente: Institute of Management Services  
Elaboración: el autor



### 2.2.2 Productividad en el sector de la construcción

La industria de la construcción presenta situaciones que explican pero no justifican el poco desarrollo que genera baja competitividad de las empresas latinoamericanas frente a mercados globalizados.

Las características presentes en la industria de la construcción son según **Botero, L. (2006)** :

- Curva de aprendizaje limitada, relacionada con la alta rotación del personal.
- Influencia de las condiciones climáticas
- Trabajo permanente bajo presión
- Fragmentación del proyecto e incentivos negativos
- Poca capacitación, debido a la alta rotación y predominio del empirismo.
- Relaciones opuestas entre quienes intervienen los proyectos.
- Deficiente planificación o ausencia de la misma.
- Actividad basada en la experiencia
- Falta investigación y desarrollo, tendientes a mejorar los procesos constructivos y la administración de los mismos.
- Actitud mental del sector, que considera eficiente los métodos actuales.

La productividad puede definirse como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Según **Serpell, A. (1993)**.

El objetivo de todo proceso es lograr una alta productividad, lo cual involucra eficiencia y eficacia, porque no tiene sentido producir una cantidad de obra, si esta presenta problemas de calidad. Puede hablarse entonces de la productividad de los materiales, la mano de obra y de los equipos.

Existen factores que influyen de variadas formas la productividad en la construcción. Entre los factores que afectan negativa y positivamente la productividad se encuentran los descritos en la siguiente figura.

### 2.2.3 Concepto de desperdicio en la construcción

El concepto de desperdicio en general es similar para diversos autores, **Ghio, V. (2001)** lo define como: “Toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”. Por su parte, **Formoso, C. (1998)** amplía el concepto indicando que se refiere a “Toda ineficiencia que se refleja en el uso de equipos, mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarias para la construcción de una edificación”.

**Paliari, J. (1999)**, sin embargo, plantea una interrogante válida, la cual se debe discutir antes de establecer un concepto definitivo de desperdicio. Este autor sostiene que las pérdidas son un concepto relativo ya que se debe determinar en primer lugar una situación de referencia. Es decir definir, para cada realidad un rendimiento estimado o aceptable de los recursos, considerando así como desperdicio a todo lo que supere este límite.

Este planteamiento se opone a definiciones como la de **Sonny, L. (2000)**, define al desperdicio como “todos aquellos recursos que se consumen de más y que no agregan valor al producto” o la de **Conway I. (1996)**, quien plantea que son “La diferencia entre las formas como las cosas se hacen ahora y la forma como podrían ser hechas si todo fuera perfecto.”

A continuación se detallan los 7 tipos de desperdicio señalados por esta teoría según los presenta **Pires de Rosa, C (1999)**.

a) Pérdidas por superproducción: Se refiere a los desperdicios de recursos generados por la fabricación de productos en mayor cantidad a la necesaria.

b) Pérdidas por traslado: Se hace referencia a los gastos innecesarios en los que se incurre al transportar recursos de una ubicación a otra ya que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda disminuirla al máximo.

c) Pérdidas por almacenamiento o inventarios: Son los costos en los que se incurre por ocupar el espacio de almacenamiento y el riesgo de pérdida o destrucción del material almacenado.

d) Pérdidas por movimiento: Se refiere a los movimientos innecesarios realizados por los trabajadores durante la ejecución de sus labores.

e) Pérdidas por espera: Está compuesto por aquellos periodos de tiempo en los cuales los recursos generan gasto pero no están siendo utilizados debido a diferentes motivos.

f) Pérdidas por trabajos rehechos: Son los trabajos adicionales en los que se incurre cuando un trabajo no ha sido aceptado a las características de calidad solicitadas por el proyecto.

g) Pérdidas del propio proceso: Se refiere a actividades que no son necesarias para lograr el producto final según las especificaciones solicitadas y que están incluidas dentro del proceso mismo.

#### 2.2.4 Lean Construction

“Lean Construction” o “Construcción Sin Pérdidas” constituye una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas). Este modelo denominado “construcción sin pérdidas”, según **Lauri K (1992)**, analiza los principios y las aplicaciones del JIT (justo a tiempo) y TQM (gestión de la calidad total). Esta filosofía introduce cambios conceptuales en la gestión de la construcción con el objeto de mejorar la productividad enfocando todos los esfuerzos en la estabilidad del flujo de trabajo. “Lean Construction” o “Construcción Sin

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

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

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

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

Los esfuerzos para manejar y mejorar los rendimientos específicos son dirigidos a la mejora del rendimiento total del proyecto, debido a que este último logra ser más importante que la reducción del costo o el aumento de la velocidad en alguna actividad específica.

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

#### 2.2.4.1 Proceso de transformación

Se considera la producción como una transformación, que se puede esquematizar de forma simple mediante la entrada de recursos (input) a una estación y la salida de productos (output) tras la finalización del proceso. La gestión de la producción, descompone la transformación total en transformaciones elementales que son realizadas de

la forma más eficiente posible (ver figura 2). Este modelo ha sido el más usado para analizar la producción en la construcción.

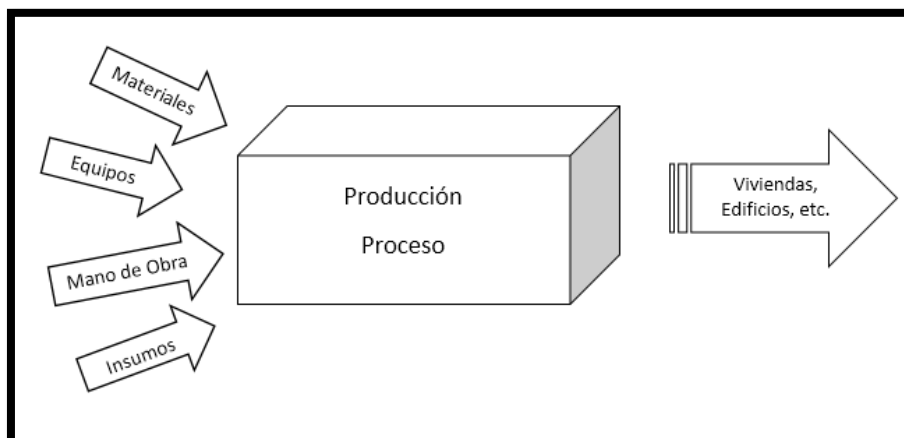


Figura 2: Proceso de transformación  
Elaboración: el autor

#### 2.2.4.2 Modelo de conversión de procesos

Tradicionalmente, el proceso de producción era entendido como una secuencia en la que materias primas (entradas) eran convertidas o transformadas mediante una serie de tareas en productos (salidas), siguiendo un modelo de producción conocido como "Modelo de Conversión". Este modelo también considera los subprocesos implicados en el proceso de producción, tal como muestra la siguiente figura (ver figura 3).

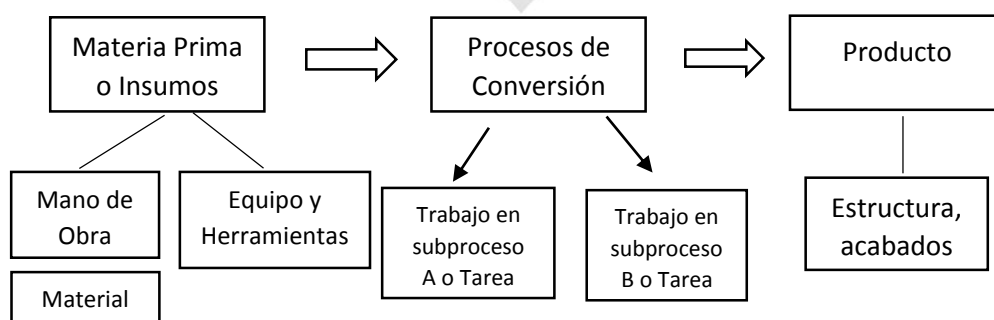


Figura 3: Modelos de conversión  
Elaboración: el autor

### 2.2.4.3 Modelo de flujos de procesos

Se definen los flujos como todas aquellas actividades y/o eventos necesarios para obtener el producto, no solo las actividades de transformación, por lo tanto se incluyen también aquellas actividades y/o eventos que no agregan valor en el proceso de producción, tales como esperas, inspección, trabajo rehecho, traslado, etc.; así como las actividades de conversión que sí realizan un cambio evidente hacia la obtención del producto. Considerando que ambas siempre van a estar presentes dentro del proceso de producción, Construcción sin pérdidas plantea que debe buscarse minimizar y/o eliminar todo aquello que no agrega valor al producto y hacer más eficientes las actividades de conversión (ver figura 4). De esta manera podrían reducirse las pérdidas en los procesos e incrementar la producción.

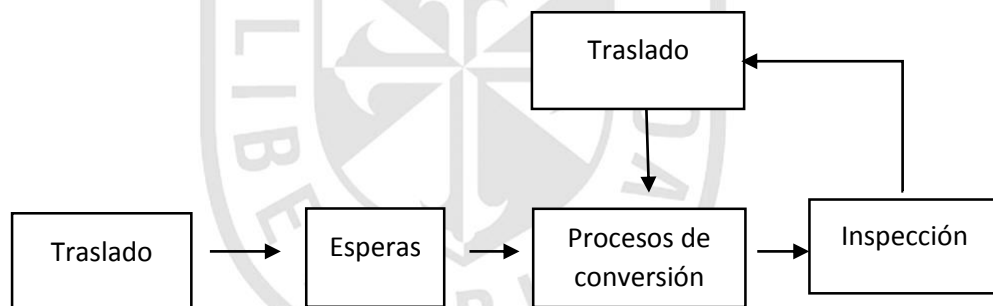


Figura 4: Modelo de flujos de procesos  
Elaboración: el autor

**Según Koskela L. (1992)**, explica que los flujos de procesos podrán ser diseñados, controlados y mejorados, con un conjunto de principios heurísticos que han evolucionado en varios subcampos de la nueva filosofía de producción, estos son:

- Reducir o eliminar las actividades que no agregan valor (pérdidas).

- Incrementar el valor del producto, con base en los requerimientos de los clientes.
- Reducir la variabilidad
- Reducción del tiempo de ciclo mediante la eliminación de actividades que no agregan valor y presentando como ventajas la entrega más rápida al cliente, facilidad en la gestión de procesos, aumento del efecto del aprendizaje, mayor precisión en el estimativo de la demanda futura y el sistema de producción es menos vulnerable a cambios de la demanda.
- Simplificar por medio de la minimización del número de pasos y partes.
- Incrementar la flexibilidad de la producción
- Incrementar la transparencia del proceso
- Enfocar el control al proceso completo
- Mejorar continuamente el proceso
- Balancear el mejoramiento de los flujos y las conversiones.
- Referenciar permanente los procesos (Benchmarking).

El objetivo de la construcción sin pérdidas es entender "la física y lo intangible" de producción en la Construcción, es decir, los movimientos de las unidades de producción que intervienen en un proceso constructivo dentro de una obra; comprender la interdependencia entre procesos y subprocesos; e incrementar la confiabilidad de los flujos.

Una forma de incrementar la confiabilidad en los procesos es hacer la planificación de actividades en plazos más cortos o inmediatos. Para ello se pueden emplear herramientas tales como la Planificación anticipada de recursos (Look Ahead Planning) y el Último Planificador (Last Planner).

### 2.2.5 Justo a tiempo (Just in Time)

El Justo a tiempo o Just in time (JIT) es un modelo de gestión de la producción creado por **Ohno, T. (1988)** en el contexto de la segunda guerra mundial que fue aplicado inicialmente en la industria automotriz. Este se basa en aumentar la eficiencia de la producción a través de la optimización de los procesos y la eliminación juiciosa y continua de los desperdicios e inventarios, los cuales son considerados como pérdidas.

La idea es producir el artículo necesario, en la cantidad y momento adecuado y al menor coste posible. Este modelo considera el flujo de producción en sentido inverso al tradicional. Establece que la demanda “jala” el proceso productivo, es decir la producción depende directamente de lo que pide el cliente. Al respecto, el JIT considera que en la línea de producción existen clientes y proveedores internos, los cuales aparecen en cada proceso, siendo los clientes de un proceso los proveedores del proceso que sigue en la cadena. Este concepto garantiza la calidad de los productos a lo largo de la cadena productiva y la eliminación de los inventarios o pérdidas, ya que solo se puede continuar la producción si el producto satisface los requerimientos del cliente.

Para que este modelo funcione deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Involucrar a la empresa desde la alta gerencia hasta los trabajadores de menor rango.
- Promover la mejora continua, proporcionando las herramientas adecuadas tales como capacitación, círculos de calidad, grupos de sugerencias, etc.; en la empresa.
- Divulgar los logros conseguidos.
- Reconocer méritos.
- Transmitir la filosofía de la empresa a los proveedores para involucrarlos en ella.



A pesar de los puntos mencionados anteriormente, es necesario señalar que existen riesgos de paralizar la línea de producción debido a que este modelo no admite inventario alguno. Por tanto, es indispensable crear un sistema que garantice la transparencia y confiabilidad de los procesos.

**Goetsch, D. & Davis, S. (1994)**, afirman que el JIT precisa de un contexto de gestión de calidad total (TQM) para que sus beneficios puedan ser potencializados.

#### 2.2.6 Teoría de las restricciones (Theory of constraints)

La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por **Goldratt, E. (2005)**. Desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Esta teoría establece que un conjunto de procesos con interrelaciones y dependencias se mueve a la velocidad del proceso más lento. La forma de aumentar la velocidad del conjunto es incrementando la capacidad del proceso más lento. La teoría enfatiza la definición de los principales factores limitantes los cuales se denominan restricciones o “cuellos de botella”. Por supuesto las restricciones pueden ser un individuo, un equipo, una pieza de un aparato o la ausencia del mismo o una política local. Básicamente, se identifican dos tipos de restricción:

- a) Las restricciones físicas: que normalmente se refieren al mercado, el sistema de manufactura y la disponibilidad de materias primas y capacidad de equipos.
- b) Las restricciones de política: que normalmente se encuentran atrás de las físicas. Por ejemplo; reglas, procedimientos, sistemas de evaluación, logísticos, administrativos y conceptos.

En cuanto a esto, se debe hacer notar que la restricción del sistema puede ser interna o externa. De hecho la experiencia revela que, una vez que el flujo de trabajo se ha corregido, el mercado se convierte en la restricción.

La continuidad en la búsqueda de la mejora requiere de un sistema de medición y de un método que involucre y fomente la participación del personal. En TOC, la meta de una empresa es ganar dinero ahora y siempre. La medición de la meta se realizará a través de los indicadores; Throughput (T), Inventarios (I), y Gastos Operativos (GO).

Es por ello que el TOC se está aplicando con éxito en todos los aspectos de la actividad empresarial: Operaciones (bienes y servicios), Supply Chain Management, Gestión de Proyectos, Toma de Decisiones, Marketing y Ventas, Gestión Estratégica y Recursos Humanos.

### **Enfoque Sistemático del TOC**

- a) Identificar las restricciones del sistema: una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. Pueden ser las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra etc.
- b) Explotar las restricciones del sistema: implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.
- c) Subordinar todo a la restricción anterior: todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción.
- d) Elevar las restricciones del sistema: implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción. Ej. Tercerear.
- e) Este proceso es reiterativo, ya que al cambiar las condiciones externas o internas del sistema, van apareciendo nuevos cuellos de botella, lo que trae consigo nuevas acciones correctivas. Volver al paso (a).

Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen solo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero. TOC propone el siguiente proceso para gestionar una empresa y enfocar los esfuerzos de mejora.

### 2.2.7 El sistema DBR (Drum, Buffer, Rope)

Es una metodología de planeamiento, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de una fábrica. DBR aplica perfectamente la mecánica de programación de TOC y la hace fácil de entender e implementar en la planta. Esta simplicidad es lo que hace tan poderoso al DBR.

El drum (tambor): se refiere a los cuellos de botella (recursos con capacidad restringida) que marcan el paso de toda la fábrica.

El Buffer: es un amortiguador de impactos basado en el tiempo, que protege al throughput (rendimiento) de las interrupciones del día a día y se asegura que el drum (tambor) nunca se quede sin material.

En lugar de los tradicionales inventarios de seguridad "basados en cantidades de material" los buffer recomendados por TOC están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material llega a los puntos críticos con una cierta anticipación.

En lugar de situar buffers de inventario en cada operación, lo cual aumenta innecesariamente los tiempos de fabricación, las compañías que implementan TOC sitúan Buffers de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.

El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al drum, más el tiempo del buffer, es llamado "Rope-length" (longitud de la soga).

La liberación de materias primas y materiales a la planta, está entonces "atada" a la programación del drum, ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que la "longitud de la soga" permite, de este modo cada producto es "tirado por la soga" a través de la planta. Esto

sincroniza todas las operaciones al ritmo del drum, lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica.

El método de programación DBR (Drum-Buffer-Rope) puede llevar a beneficios substanciales en la cadena de suministros asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer demandas inesperadamente altas.

## 2.2.8 Definición de trabajos, tiempos y mediciones

### 2.2.8.1 Trabajo Productivo (TP)

Es el trabajo que aporta de forma directa a la producción. Dentro de las actividades clasificadas como productivas (P) consideramos, según la partida a la que pertenecen, las siguientes:

- Concreto: Vaciado, vibrado o chuseado, acomodo de la mezcla con lampa y dar acabado a la superficie (caso de losas).
- Acero: Colocación y acomodo de barras de acero, atortolado de mallas y refuerzos, armado de elementos estructurales fuera de sitio (para transportar y colocar columnas o vigas ya armadas).
- Encofrado: Colocado de paneles de madera o metálicos, puntales y demás elementos; reforzamiento del encofrado con grapas, alambre o clavos, desencofrado.
- Albañilería: Colocación mortero en junta vertical y/u horizontal, colocación de ladrillos y mechas de acero.
- Instalaciones: Instalaciones de redes de agua y de electricidad.
- Trazos: Colocación de niveles, trazos, elevaciones, a diferentes ejes referenciales (Trazos de muros, alturas y otros).
- Relleno: Aplicación de compactado a niveles de tierra.

Además las actividades de habilitación de materiales también son consideradas productivas (HM), entre las cuales tenemos:

- Concreto: Preparación del concreto en obra.
- Acero: Cortar y doblar las varillas para darles la forma adecuada de refuerzo, bastones o estribos.
- Encofrado: Cortar madera para la preparación de paneles para el encofrado, preparación de paneles de encofrado de madera.
- Albañilería: Preparación de mezcla seca de cemento y arena, preparación de mortero, cortar y humedecer ladrillos.

#### 2.2.8.2 Trabajo Contributorio (TC)

El trabajo contributorio es el trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad necesaria, pero que no aporta valor.

De modo explicativo, dentro de las actividades contributorias consideramos: el Traslado de material y/o herramientas (T), cualquier tipo de Medición (M), la Limpieza (L), dar o recibir Instrucciones (I), apoyar para generar valor (AP) y dentro de las actividades clasificadas como otros contributorios (OC) tenemos:

- Concreto: Abastecimiento de los componentes a otros recipientes, sostener los recipientes.
- Acero: Sostener una barra para que otro la atortole, marcar con tiza las barras y encofrados, armado de andamios.
- Encofrado: Sostener el encofrado (paneles, puntales, etc.) mientras otro lo asegura, armado de andamios.
- Albañilería: Remover mortero sobrante, el abastecimiento de mezcla a otro recipiente para el traslado, armado de andamios.
- Instalaciones: Traslado de accesorios de redes de agua y de electricidad.
- Trazos: Ajuste, traslado y apoyo de Teodolito o apoyo.

- Relleno: Recibir indicaciones, traslado, apoyo.

### 2.2.8.3 Trabajo No contributorio (TNC):

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

Análogamente, como trabajo no contributorio se considera lo siguiente: viajes sin llevar nada en las manos (V), las esperas del personal (E), tiempo ocio, ir a los servicios higiénicos o descansar (TO), rehacer un trabajo (TRH) y otros no contributorios (OT).

El formato de medición del Nivel General de Actividad de Obra se encuentra en el Anexo 01. En el siguiente cuadro se muestra los (TP, TC, TNC) y su codificación, se expresan en la tabla 1.

Tabla 1: Trabajo productivo, contributorio y no contributorio

Trabajos	Tipos	Código
TP	Trabajo productivo	P
	Habilitación	HM
TC	Traslado	T
	Limpieza	L
	Instrucciones	I
	Apoyo	AP
	Mediciones	M
	Otros	OC
TNC	Viaje	V
	Esperas	E
	Tiempo Ocio	TO
	Trabajo Rehecho	TRH
	Otros	OT

Elaboración: el autor

#### 2.2.8.4 Medición de Torre Grúa

La medición de Torre Grúa se hace mediante una verificación de las torres grúas en horas pico para saber cuánto valor agrega a la obra con ciclos de tiempo.

Tiempo Productivo (P): Es aquel tiempo invertido por la torre grúa para generar y agregar valor a la obra, como tiempo productivo tenemos: Traslado (T) que es el traslado de cualquier material de un punto hacia donde se necesita, Colocación (C) es la actividad de la torre grúa para ubicar el encofrado o alguna estructura para su instalación o colocación.

- Albañilería: es la maniobra de la torre grúa para el traslado de ladrillo y herramientas en cajas metálicas.
- Concreto: es la maniobra de la torre grúa para el traslado del concreto en un capacho concretoero que es transportado por la torre grúa al punto de vaciado.
- Acero: es la maniobra de la torre grúa para el traslado del acero empaquetado.
- Encofrado: es la maniobra de la torre grúa para el traslado del encofrado de un punto a otro para su utilización u otros.
- Instalaciones: es la maniobra de la torre grúa para el traslado de accesorios de redes de agua y de electricidad.
- Otros: es la maniobra de la torre grúa para transportar material provisional o adicional.

Tiempo Contributorio (TC): El tiempo contributorio es el tiempo que ejecuta la torre grúa para retornar al punto de acopio o realizar maniobra para su mantenimiento o telescopaje. Actividad necesaria, pero que no aporta valor.

De modo explicativo, dentro de los tiempos contributorios consideramos:

- Viaje (V): es el viaje de retorno de la torre grúa al punto de acopio para continuar con el traslado de materiales y herramientas.
- Otros Viajes (X), es el viaje de apoyo, traslado que se necesita para seguir agregando valor productivo.
- Trabajo no contributivo (TNC): Tiempo que no genera valor y no contribuye; por lo tanto, se considera como trabajo no contributivo se considera lo siguiente.
- Espera (E): es el tiempo en que la torre grúa se mantiene en espera por las indicaciones del riger por razones casuales, demoras, improvisaciones u obstáculo.
- Carga Muerta (M): es el tiempo en que la torre grúa esta inmóvil por falta de indicaciones, falta de energía eléctrica u otros.
- Interferencia (I): es el tiempo de la torre grúa donde es interferida por algunas maniobras de otra torre grúa o por razones de seguridad.
- Carga Suspendida (S): es el tiempo de la torre grúa por falta de espacio u problemas para su carga o descarga.

Tabla 2: Tiempo productivo, contributivo y no contributivo

TIEMPOS	TIPOS	CODIGO
TP	Trasporte	T
	Colocación	C
TC	Viajes	V
	Otros Viajes	X
TNC	Espera	E
	Muerto	M
	Interferencia	I
	Carga Suspendida	S

Elaboración: el autor



## 2.2.9 Carta Balance

### 2.2.9.1 Definición

La carta de balance o carta de equilibrio de una cuadrilla es un gráfico de barras verticales, que tiene una ordenada de tiempo, y una abscisa en la que se indican los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso. Tal barra se subdivide en el tiempo según la secuencia de actividades en que participa el respectivo recurso, incluyéndose los lapsos improductivos y de trabajo inefectivo. Dado que cada elemento de la cuadrilla es graneado en el mismo período de tiempo, la relación de éstos se puede observar mediante una comparación de líneas horizontales de referencia, pudiendo descubrirse patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo.

### 2.2.9.1 Objetivo

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino que en forma más inteligente. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo que materializa las actividades de interés (en tanto se haya escogido el método constructivo) son la reasignación de tareas entre sus miembros y/o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

### 2.2.9.1 Procedimiento

Una consideración que se debe tener presente, es de enfocar preferentemente el estudio a una reducción de los tiempos improductivos y aumentar los niveles de actividad real y de rendimiento. Para ello se propone que en general se respete la siguiente secuencia:

a) Revisar el proceso constructivo seleccionado y buscar otro método que permita cuestionar comparativamente su conveniencia.

b) Cuantificar previamente un grado de utilización eficiente de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipos, materiales, energía, etc., para el proceso seleccionado.

c) Analizar con más detalle el diagrama de proceso de los recursos, en especial en actividades que se desarrollan en espacios extensos.

d) Muestrear la operación y determinar las condiciones reales de trabajo de los recursos. Conviene realizar no menos de tres muestreos, y en días distintos.

e) Procesar la información, concluir y discutir resultados. Determinar mejoras necesarias y describir en una carta de balance ideal el procedimiento mejorado propuesto.

La secuencia recién descrita merece algunos comentarios que pueden facilitar su cumplimiento. Primero, se debe tener presente que existen numerosas posibilidades y técnicas para cumplir las tareas que conforman una operación. En caso que se haya escogido y puesto en práctica alguna, se debe contar con la certeza que, una vez que se obtengan los primeros resultados del análisis con carta de balance, habrá sucesivas proposiciones de mejoras.

En el tercer punto de la secuencia presentada, se menciona el diagrama de proceso de la operación. El diagrama de proceso es otra herramienta de uso común en el área de la ingeniería industrial y que corresponde a la representación gráfica, en planta o elevación, de las actividades que realizan los recursos en su transformación u ocupación.

### 2.3 Definición de términos

- **Calidad:** Es el conjunto de características o especificaciones de un producto que determina el grado de satisfacción cumpliendo las exigencias de un cliente.

- **Cliente:** Agente que requiere un producto para cubrir una necesidad.
- **Ejecutor:** Persona o conjunto de personas que realizan una tarea.
- **Empujar:** Un sistema que empuja la producción asigna el trabajo basándose en la demanda.
- **Flujo de trabajo:** Es el movimiento de información y materiales a través de la red de unidades de producción.
- **Jalar:** Generar productos en cantidades en función a lo que exige la demanda y lo que realmente se puede producir.
- **Partida:** Conjunto de procesos agrupados con la finalidad de llevar un control de costos y ejecución de un proyecto.
- **Pérdidas:** Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no le agrega valor al producto y por tanto generan un costo innecesario.
- **Producto:** Resultado de procesos que satisface las necesidades del cliente.
- **Proveedor:** Agente que brinda un producto.
- **Productividad:** Es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Donde productividad es igual a cantidad producida entre los recursos empleados.
- **Trabajo productivo (TP):** Acción de un trabajador o una actividad que agrega valor, y este se ve reflejado en el producto final. Valor que percibe el cliente y por tanto porta en forma directa a la producción. Ejemplo: Asentar ladrillos, vaciar concreto, encofrar, habilitar acero, etc.
- **Trabajo contributivo (TC):** Trabajo de apoyo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo o trabajo que sirve como soporte a los trabajos productivos pero que no agrega valor al producto. Ejemplo: Recibir o dar instrucciones, leer planos, traslado de materiales, limpieza, etc.

- **Trabajo no contributivo (TNC):** Cualquier actividad que no agrega valor al producto, y que cae directamente en la categoría de pérdida por tanto significan una pérdida en la producción. Son actividades que no son necesarias y tienen un costo. Ejemplo: Esperas, descansos, trabajo rehecho, viajes, etc.
- **Valor:** Es todo aquel que ayude a alcanzar sus objetivos, también este término es definido por el cliente y generado por el constructor.

## 2.4 Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis General

Al determinar las causas que originan pérdidas en la construcción se obtiene **mayor productividad y mejor sistematización** en el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares del proyecto Moon.

### 2.4.2 Hipótesis específicas

Al identificar pérdidas causadas por la mano de obra se obtiene **mayor productividad y mejor rendimiento** en edificios multifamiliares del proyecto Moon.

Al Identificar desperdicios originados por los materiales de construcción se obtiene **mayor productividad** en edificios multifamiliares del proyecto Moon.

Al Identificar pérdidas e innovar en la sistematización de equipos de obra se obtiene **mayor productividad y un mejor sistema** para el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares del proyecto Moon.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo de la investigación

La obtención de la información necesaria para la presente investigación es realizada por medio de una investigación **cuantitativa** en las ciencias de la ingeniería Civil del sector de la construcción, que presenta una serie de diferentes factores que impactan en la productividad de una empresa constructora.

Para la productividad e innovaciones en el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares del proyecto Moon, se ha tomado a bien hacerlo por el estudio **exploratorio** ya que el objetivo de examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes, es el que se considera que satisface las necesidades del cliente.

#### 3.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación necesario para la presente investigación es de diseño **transversal** porque se recolectó datos en un solo

momento en un tiempo único, con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, del tipo **correlacional** que presenta cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas.

Para el avance del conocimiento la presente investigación es de clase **no experimental** debido a que el estudio se realizó sin la manipulación deliberada de las variables y se observarán los fenómenos en su ambiente natural para después, y **retrospectivo** debido a que la información es captada en el pasado y analizada en el presente.

### **3.3 Variables**

En el estudio de la investigación se utilizaron las variables dependiente e independiente donde: la variable dependiente en el caso son los recursos utilizados durante la ejecución de un proyecto y la variable independiente es una variable cuantitativa debido a que es posible realizar mediciones y representarlo con números. También es del tipo ordinal porque establece un orden en la aplicación de la herramienta Lean Construction para la mejora de los procesos en el caso de estudio.

La variable independiente es la utilización de la Herramienta Lean Construction, al no poderse modificar solo nos allanaremos a seguir sus lineamientos.

**“Productividad e innovación en el abastecimiento de materiales utilizando la herramienta Lean Construction en edificaciones multifamiliares (Caso: Proyecto Moon – Santiago de Surco – Lima)”.**

- **Productividad e innovación en el abastecimiento de materiales:** variable dependiente de tipo cuantitativo ordinal.
- **Herramienta Lean Construction:** variable independiente de tipo cuantitativo ordinal.

▪ 3.3.1 Variable Dependiente

Variable	Sub-Variab le	Indicadores	Índices	Instrumen tos	Ítems	
Maximizar los recursos que agregan valor y minimizar los desperdicio que no agrega valor	Procesos de maximizar el valor ganado y minimizar el desperdicio ganado	<b>Mano de obra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Medir la producción actual.</li> <li>-Elaborar ficha de trabajos productivos, contributorio y no contributorio.</li> <li>-Disgregar y analizar el tiempo contributorio y no contributorio.</li> <li>- Identificar las cuadrillas y proponer mejoras.</li> <li>-Aplicar mejoras y realizar seguimientos.</li> </ul>	Cuestionario	1-5	
		<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Planificar el abastecimiento de los materiales.</li> <li>-Ordenar el abastecimiento de los materiales.</li> <li>-Elaborar ciclos de tiempos para cada material a su llegada.</li> </ul>	Cuestionario	6-8	
		<b>Equipos</b>	<b>Elevador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Observación al elevador</li> <li>-Realizar un estudio general.</li> <li>-Innovar en el acarreo de materiales utilizando la herramienta del Lean Construction.</li> <li>-Innovar en las mediciones del acarreo de materiales para obtener ciclos de tiempos.</li> <li>-Crear un cronograma con estos ciclos para el uso del elevador.</li> <li>-Realizar seguimientos y aplicar las mejoras continuas al acarreo de materiales.</li> </ul>	Cuestionario	9-14
			<b>Torre Grúa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Observación a la torre grúa</li> <li>-Realizar un estudio general.</li> <li>-Innovar en el acarreo de materiales utilizando la herramienta del Lean Construction.</li> <li>-Innovar en las mediciones del acarreo de materiales para obtener ciclos de tiempos.</li> <li>-Crear un cronograma con estos ciclos para el uso del elevador.</li> <li>-Realizar seguimientos y aplicar las mejoras continuas al acarreo de materiales.</li> </ul>	Cuestionario	15-19

### 3.3.2 Variable Independiente

Variable	Sub-Variable	Indicadores	Índices	Instrumentos	Ítems
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA LEAN CONSTRUCTION	PROCESOS DE UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN CONSTRUCTION	<b>Nivel General de Actividades</b>	-Medición de los trabajos Productivos -Medición de los trabajos Contributorio -Medición de los trabajos no Contributorio -Clasificación y resultado de los trabajos analizados en diagramas y figuras. -Gráfico de disgregación de los trabajos contributorio y no contributorio	Cuestionario	1-5
		<b>Medición de Torre Grúa</b>	-Medición de los tiempos Productivos -Medición de los tiempo Contributorio -Medición de los tiempo no Contributorio -Clasificación y resultado de los tiempos analizados en diagramas y figuras. -Gráfico de disgregación de los tiempos contributorio y no contributorio	Cuestionario	6-8
		<b>Medición de los Equipos</b>	<b>Elevador</b> -Tiempo de Carga -Tiempo de traslado -Tiempo de descarga -Tiempo de subida a un piso "n". -Tiempo de descarga en un piso "n". -Tiempo de bajada de un piso "n" al 1° piso.	Cuestionario	9-14
			<b>Torre Grúa</b> -Tiempo de espera -Tiempo de Carga -Tiempo de traslado -Tiempo en carga suspendida -Tiempo de descarga -Tiempo de retorno	Cuestionario	15-19
		<b>Carta Balance</b>	-Actividades Productivas -Actividades Contributorias -Actividades no Contributorias -Recomendaciones y conclusiones		



### 3.3.2 Definición Operacional de las Variables

- **Productividad e innovación en el abastecimiento de materiales:** variable dependiente de tipo cuantitativo ordinal.
- **Herramienta Lean Construction:** variable independiente de tipo cuantitativo ordinal.

Tabla 3: Definición operacional de las variables

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL
Productividad e innovación en el abastecimiento de materiales	Maximizar el valor que percibe el cliente y minimizar el desperdicio que no agrega valor al cliente
Herramienta Lean Construction	Determinar el método para medir y realizar las inferencias de los datos para ser evaluadas de manera práctica, acercándose al objetivo principal.

Elaboración: el autor

### 3.4 Caso de la Investigación

El caso de investigación es un edificio multifamiliar denominado Proyecto Moon ejecutado por Ingeniería Constructiva Inmobiliaria S.A.C., ubicado en la Av. Javier Prado #499 Urb. Golf Los Inkas, Santiago de Surco.

El proyecto consta de dos edificios, el primero denominado Moon 1 con 26 pisos y el otro Moon 2 con 18 pisos; ambos edificios comparten 4 sótanos. Los sótanos son para los estacionamientos y cuenta con dos rampas de ingreso vehicular.

Moon 1 cuenta con 14 departamentos tipo flat y 101 departamentos con área de hasta 210.78 m<sup>2</sup>; Moon 2 cuenta con 16 dúplex y 48 departamentos con área de hasta 143.89 m<sup>2</sup> y áreas comunes: sala de

cine, gimnasio, sala de juegos/estudio, hall de recepción, salas de reuniones y piscina temperada.

**El área de terreno es 3,808 m<sup>2</sup>; el área total construida es de 63,890 m<sup>2</sup> y el monto total de la obra fue de \$38'235,199 la ejecución durará 584 días (del 06 Enero 2014 al 01 Marzo 2016).**



Figura 5: Vista en 3D del edificio proyecto Moon  
Elaboración: el autor

### **3.5 Técnicas de investigación**

Para la presente investigación se implementará la Estadística Descriptiva debido a que tendremos que recolectar, ordenar, analizar y representar un conjunto de datos; en nuestro caso los obtenidos del cuestionario, con el fin de describir apropiadamente las características de este; esta descripción se realizará mediante la construcción de tablas y gráficos (histogramas, gráficas de barras y circulares).

### 3.6 Instrumentos de recolección de datos estructurado

El presente instrumento de recolección de datos consiste en un cuestionario de preguntas cerradas tipo escala dicotómico. Es de observación simple en la cual tanto el observador como los observados participan de la manera más natural posible, y en este caso el observador deberá tener un plan previo para la información a partir de las notas que vaya levantando a lo largo de la observación. Se realiza una entrevista libre o no estructurada en forma individual, con una encuesta de información clara y precisa al jefe de campo responsable.





## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Contratación de Hipótesis

##### 4.1.1 Hipótesis general

Hipótesis Alternativa (Ha):

Al determinar las causas que originan pérdidas en la construcción **SE OBTIENE** mayor productividad y mejor sistematización en el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.

Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):

Al determinar las causas que originan pérdidas en la construcción **NO SE OBTIENE** mayor productividad y mejor sistematización en el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares utilizando la filosofía de Lean Construction del proyecto Moon.

#### 4.1.2 Hipótesis secundarias

Hipótesis Alterna 1 (H1):

Al identificar pérdidas causadas por la mano de obra **SE OBTIENE** mayor productividad en edificios multifamiliares utilizando la filosofía de Lean Construction del proyecto Moon.

Hipótesis Nula (H1):

Al identificar pérdidas causadas por la mano de obra **NO SE OBTIENE** mayor productividad en edificios multifamiliares utilizando la filosofía de Lean Construction del proyecto Moon.

Hipótesis Alterna 2 (H2):

Al Identificar desperdicios originados por el uso de los materiales de construcción **SE OBTIENE** mayor productividad en edificios multifamiliares utilizando la filosofía de Lean Construction del proyecto Moon.

Hipótesis Nula (H2):

Al Identificar desperdicios originados por el uso de los materiales de construcción **NO SE OBTIENE** mayor productividad en edificios multifamiliares utilizando la filosofía de Lean Construction del proyecto Moon.

Hipótesis Alterna 3 (H3):

Al Identificar pérdidas e innovar en la sistematización de maquinarias de obra **SE OBTIENE** significativamente mayor productividad y mejor abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares utilizando la filosofía de Lean Construction del proyecto Moon.

Hipótesis Nula (H3):

Al Identificar pérdidas e innovar en la sistematización de maquinarias de obra **NO SE OBTIENE** significativamente mayor



### C. Referencias del Promotor-Constructor

Empresa	Ingeniería Constructiva Inmobiliaria S.A.C.
RUC	20492685560
Dirección	Av. Circunvalación del Club G Nro. 158 Urb. Golf los Incas Santiago de Surco – Lima – Lima.
Teléfono	615-3800

### D. Supervisión

Empresa	Proyecta
Dirección	Jr. Monterrey 373 Oficina 502 Chacarilla - Santiago de Surco.
Teléfono	717-4000,718-8764

### E. Diseño Arquitectónico

El proyecto consta de dos edificios; el primero denominado **Moon 1** con 26 pisos y el otro **Moon 2** con 18 pisos; ambos comparten 4 sótanos. Para los estacionamientos con dos rampas de ingreso vehicular, **Moon 1** cuenta con 14 departamentos tipo flat y 101 departamentos con área de hasta 210.78 m<sup>2</sup>; **Moon 2** cuenta con 16 dúplex y 48 departamentos con área de hasta 143.89 m<sup>2</sup> y áreas comunes: sala de cine, gimnasio, sala de juegos/estudio, hall de recepción, salas de reuniones y piscina temperada.

### F. Estructuras

El edificio está constituido por pórticos de concreto armado (placas, vigas y columnas) con núcleos de ascensores. La cimentación es a base de

zapatas, cimiento corrido armado, vigas de cimentación, muros pantalla y calzaduras.

### G. Instalaciones Eléctricas

La administración de energía eléctrica está a cargo de la **empresa C&C**, que prevé los circuitos independientes para iluminación, tomacorrientes, salidas de fuerza (calentadores eléctricos, cocinas eléctricas y/o cargas adicionales).

### H. Instalaciones Sanitarias

El abastecimiento de agua a cargo de la **empresa C&C**, que considera un sistema conformado por cisternas de uso doméstico e instalaciones sanitarias en general.

## 4.2 Análisis e interpretación de la investigación

Tabla 4: Aplicación de la herramienta Lean Construction, en la mano de obra, en la identificación de pérdidas causadas del proyecto Moon-Santiago de Surco

UTILIZANDO LA HERRAMIENTA DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	
	SI	NO
Medir la Producción Actual	X	
Elaborar ficha de trabajos Productivos, Contributorio y no Contributorio	X	
Disgregar el tiempo Contributorio y no Contributorio para su análisis		X
Identificar y proponer Mejoras a las cuadrillas	X	
Aplicar mejoras y hacer seguimientos	X	

Fuente: el autor



Respecto a la aplicación del Lean Construction en la mano de obra, en la identificación de pérdidas causadas de la construcción del edificio multifamiliar Moon, podemos afirmar que **existe mejoras** en el caso de estudio, además se realizaron mediciones para identificar la producción actual, se elaboraron fichas de trabajos Productivos, Contributorio y no Contributorio, también se identificaron y se propusieron mejoras y se continuó mejorando con seguimientos. Pero no se desgregó el tiempo Contributorio y no Contributorio para su análisis.

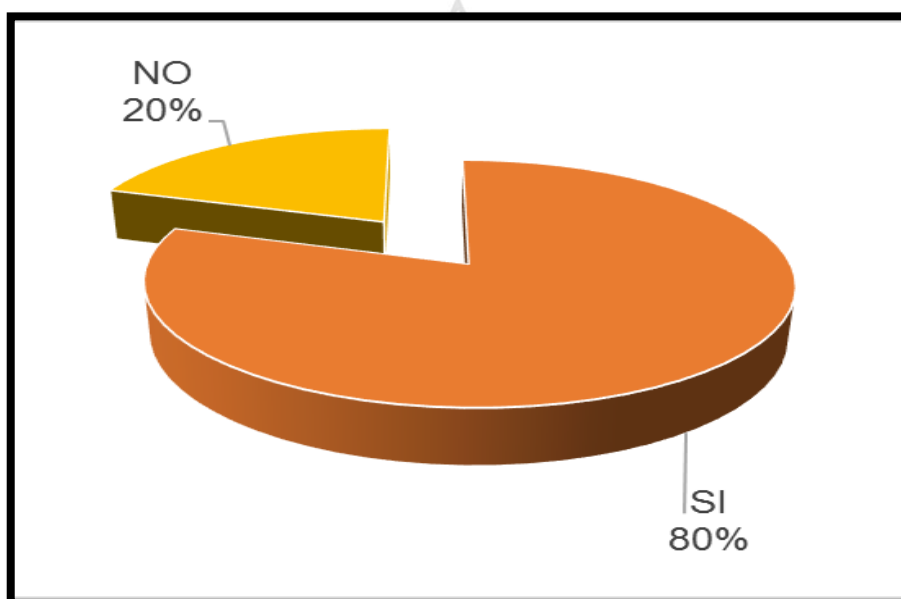


Figura 7: Identificación de pérdidas causadas  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El 80 por ciento del proceso de identificación de pérdidas causadas por la mano de obra sí se aplicó en la construcción del edificio multifamiliar Moon, mientras que el 20 por ciento del proceso no se aplicó.

**Tabla 5: Aplicación de la herramienta Lean Construction, en el uso de los materiales, en la identificación de desperdicios originados del proyecto Moon-Santiago de Surco.**

UTILIZANDO LA HERRAMIENTA DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	
	SI	NO
Planificar el abastecimiento de materiales	X	
Ordenar el abastecimiento de materiales		X
Elabora ciclos de tiempos para cada material a su llegada	X	

Elaboración: el autor

Respecto a la aplicación del Lean Construction en el uso de los materiales, en la identificación de pérdidas causadas de la construcción del edificio multifamiliar Moon, podemos afirmar que **existe mejoras** en el caso de estudio, sí se planificó en el abastecimiento de materiales y se elaboró ciclos de tiempos para cada material a su llegada. Pero no se ordenó el abastecimiento de materiales.

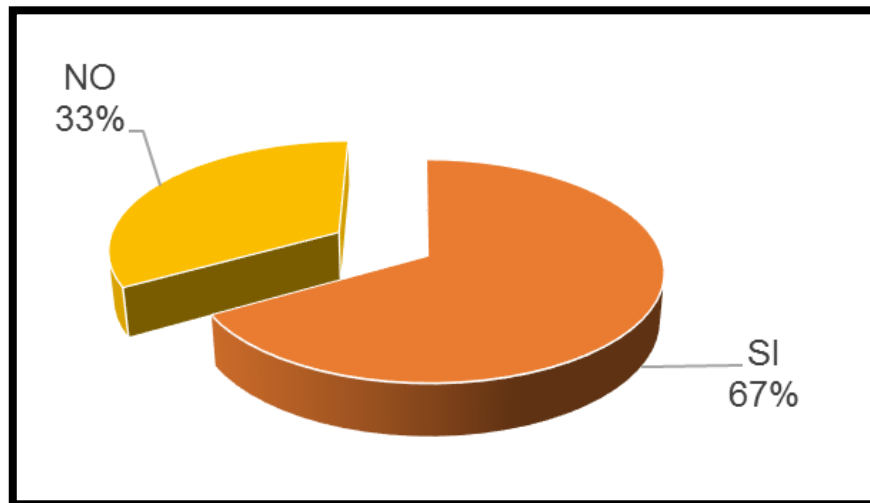


Figura 8: Identificación de desperdicios originados  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El 67 por ciento del proceso de identificación de desperdicios originados por los materiales si se aplicó en la construcción del edificio multifamiliar Moon, mientras que el 33 por ciento del proceso no se aplicó.

**Tabla 6: Aplicación de la herramienta Lean Construction, en la sistematización de los equipos de obra, en la identificación de pérdidas de tiempos e innovación en el sistema del proyecto Moon-Santiago de Surco.**

UTILIZANDO LA HERRAMIENTA DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	
	SI	NO
Se realiza un método de estudio a los equipos de obra	X	
Se realiza un estudio general de los equipos de obra		X
Se crea mediciones a los equipos de obra con ciclos de tiempos para el acarreo de cada material	X	
Se crea un cronograma con ciclos de tiempos para el uso de los equipos de obra	X	
Se hace seguimiento y mejora continua a la sistematización de los equipos de obra	X	

Elaboración: el autor

Respecto a la aplicación del Lean Construction a los equipos de obra, en la sistematización de los equipos de obra, en la pérdidas de tiempos e innovación del sistema de la construcción del edificio multifamiliar Moon, podemos afirmar que **existe mejoras** en el caso de estudio; además sí se realizó un método de estudio a los equipos, se creó mediciones a los equipos de obra con ciclos de tiempos para el acarreo de cada material, se

creó un cronograma con ciclos de tiempos para el uso de los equipos y se realizó seguimiento y mejora continua a la sistematización a los equipos de obra. Pero no se realizó el estudio general.

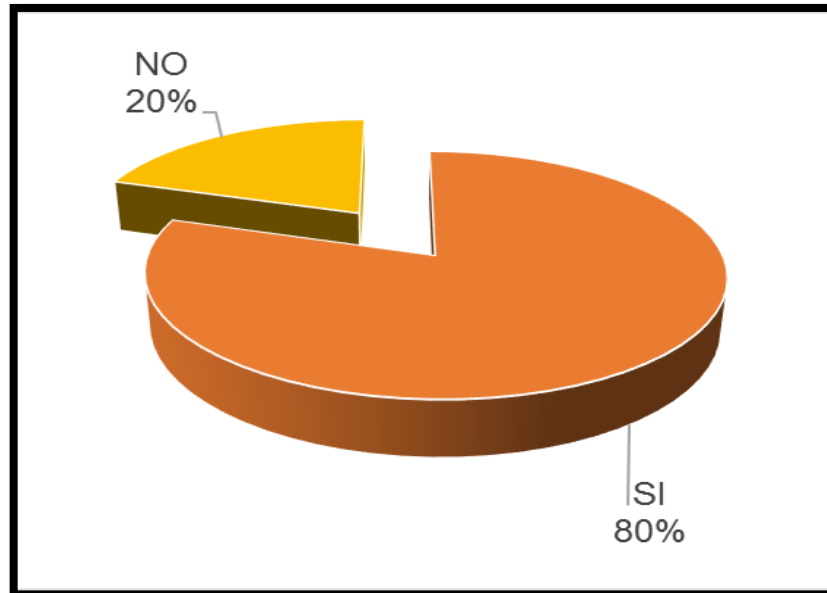


Figura 9: Identificación de pérdidas de tiempos e innovación en el sistema  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El 80 por ciento del proceso de identificación de pérdidas de tiempos e innovación en el sistema si se aplicó en la construcción del edificio multifamiliar Moon, mientras que el 20 por ciento del proceso no se aplicó.

## 4.3 Aplicación del caso

### 4.3.1 Reporte del Nivel General de Actividades

#### A. Objetivo

- Las muestras ayudan a identificar el tiempo del ciclo de trabajo y a verificar la verdadera productividad del personal.
- Busca optimizar el proceso constructivo identificando de manera precisa el causante de la baja productividad.
- Determina los porcentajes de ocupación del tiempo.

#### B. Detalle del muestreo

- Las mediciones tienen que superar los 380 datos adquiridos en una población, para que la muestra sea representativa en un 95 % de confiabilidad.

#### C. ¿Dónde?

- La toma de 400 datos se realiza a todos los trabajadores de la obra por día hasta llegar a 2,000 mediciones que se realiza, de lunes a viernes. A continuación se presenta una tabla como ejemplo:

Tabla 7: Ejemplo de distribución de medidas

Niveles	# Personas	Porcentajes	# Mediciones
P3	60	30%	120
P2	20	10%	40
P1	30	15%	60
S1	50	25%	100
S2	10	5%	20
S3	30	15%	60
Total	200	100%	400

Elaboración: el autor

Tabla 8: Distribución de números de mediciones

Niveles	# P	# M
P3	60	120
P2	20	40
P1	30	60
S1	50	100
S2	10	20
S3	30	60
Total	200	400

Elaboración: el autor

**Interpretación:** La presente tabla muestra 6 niveles donde se realizó un conteo de todo el personal que son 200 personas y como está distribuido por nivel en porcentaje, se realiza una relación de 1 a 2 con los porcentajes y el número de mediciones, determinado el número de mediciones por nivel.

D. Curva de rendimiento ¿Cuándo?

- El gráfico muestra la curva de rendimiento donde las mediciones se realizan en el máximo rendimiento para lograr una mejor efectividad.

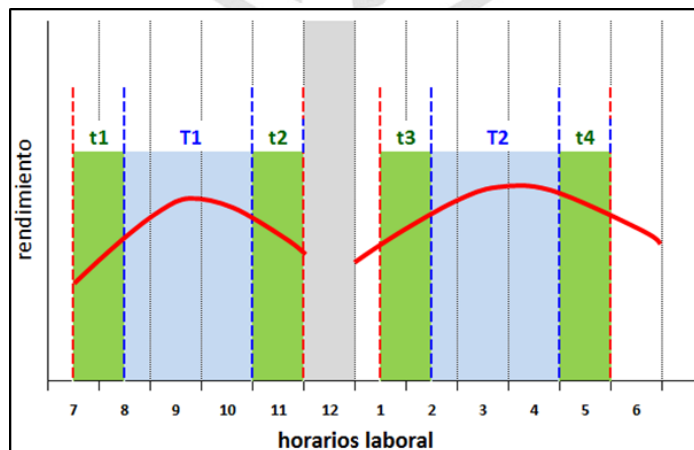


Figura 10: Curva de rendimiento

Elaboración: el autor

**Interpretación:** Las mediciones se realizaron por la mañana de 8 am a 11 am. y por la tarde de 2.00 pm a 4:30 pm.

E. Codificación

- Las siguientes codificaciones se realizaron para un mejor procesamiento de datos y poder realizar los gráficos y resultados tomados.
- Codificación de actividades y codificación de usuario.

Tabla 9: Codificación de actividades.

Trabajos	Tipos	Código
<b>T. P</b>	<i>Trabajo Productivo</i>	<i>P</i>
	<i>Habilitación</i>	<i>HM</i>
<b>T. C</b>	<i>Transporte</i>	<i>T</i>
	<i>Limpieza</i>	<i>L</i>
	<i>Instrucciones</i>	<i>I</i>
	<i>Apoyo</i>	<i>AP</i>
	<i>Mediciones</i>	<i>M</i>
	<i>Otros</i>	<i>OC</i>
	<i>Viajes</i>	<i>V</i>
<b>T. N. C.</b>	<i>Esperas</i>	<i>E</i>
	<i>Tiempo ocioso</i>	<i>TO</i>
	<i>Trabajo rehecho</i>	<i>RH</i>
	<i>Otros</i>	<i>OT</i>

Elaboración: el autor

Tabla 10: Codificación de usuario

Cuadrilla	Código
Acero	AC
Concreto	CO
Albañilería	AL
Encofrado	EN
Instalaciones	IN
Ladrillo Losa	LL
Trazo	TR
Relleno	RE
Volantes	VO

Elaboración: el autor



## F. Presentación de los resultados

- Se presentan los resultados de Moon 1 y Moon 2 mediante lo siguiente: gráficos esféricos, distribuciones apiladas, gráficos de líneas y gráficos en columnas.

### Moon 1

#### A. Distribución general

- Distribución general de los trabajos

El gráfico permite mostrar las proporciones de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios al 100%.

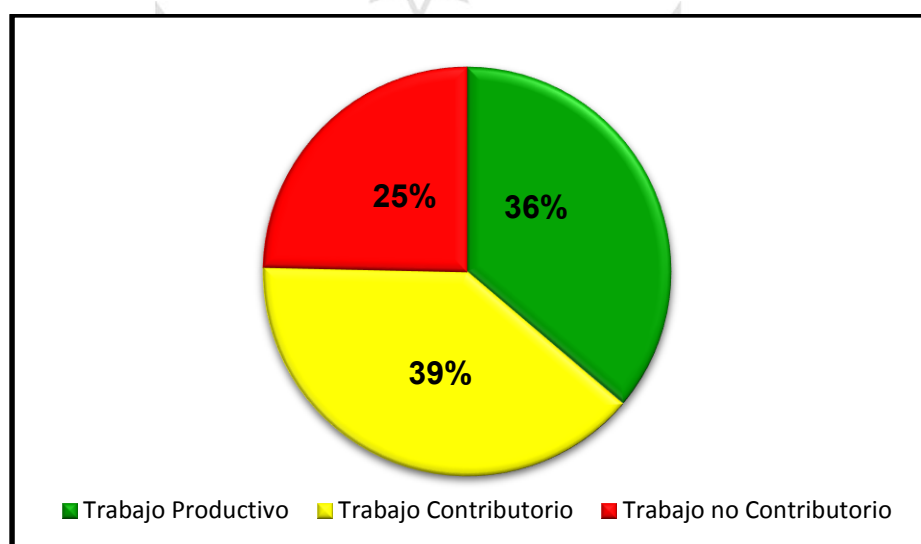


Figura 11: Distribución general de Moon 1  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El gráfico de distribución general muestra que por cada 100 trabajadores, 36 personas solo son productivas o agregan valor a la obra, mientras 39 personas se dedican a contribuir para generar valor y 25 trabajadores no contribuyen a la obra o no generan ningún valor.

## B. Distribución diaria de cinco días

- Distribución en columnas apiladas

El gráfico permite usar y comparar las partes del total, para mostrar cómo las partes del total cambian con el transcurso del tiempo.

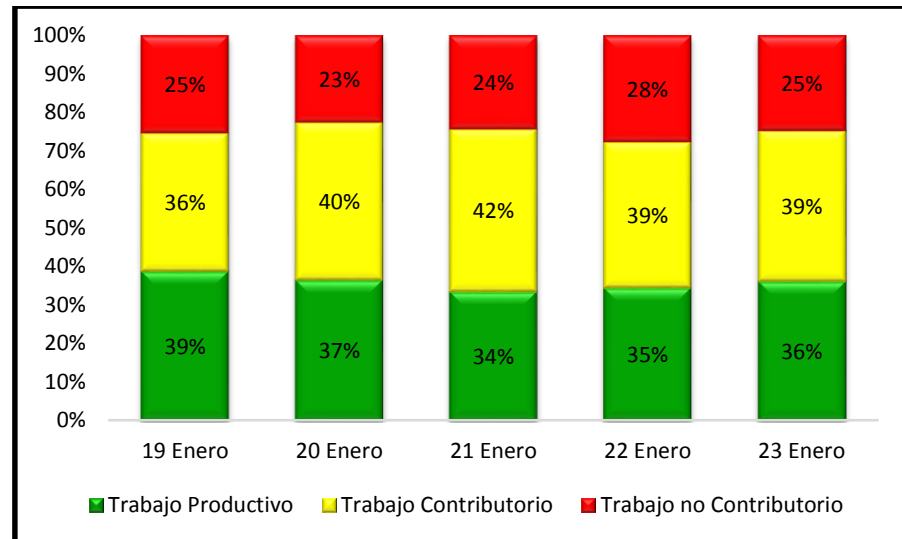


Figura 12: Distribución en columnas apiladas de Moon 1  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra la distribución de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios medidos en cinco días; donde presentan alta incidencia: el 19 de Enero con 39% del trabajo productivo, el 21 de Enero con 42% del trabajo contributorio y el 22 de Enero con 28% del trabajo no contributorio.

- Distribución con gráfico de líneas

El gráfico permite mostrar tendencias en el tiempo (días).

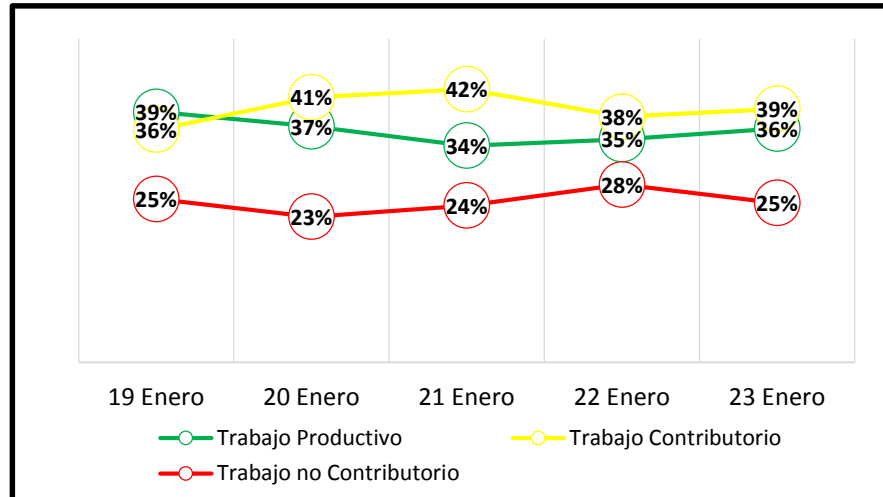


Figura 13: Distribución de gráfico de líneas de Moon 1  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** En el diagrama se observa que en los cinco días el trabajo productivo inicia con 39%, disminuyendo hasta 34 % y termina recuperándose con 36%; el trabajo contributorio inicia con 36%, se eleva hasta 42% y termina manteniéndose elevado con 39 %; el trabajo no contributorio inicia y termina con 25%.

### C. Disgregación de los trabajos contributorio y no contributorio

- Gráfico en columna del tiempo no contributorio  
Permite categorizar y comparar los datos para analizarlos.

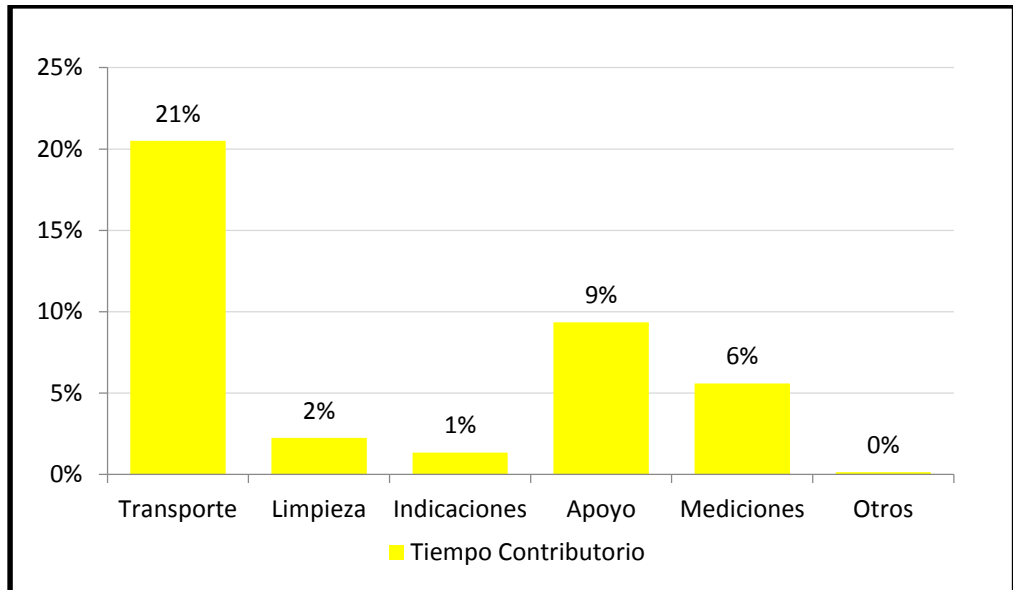


Figura 14: Gráfico en columnas del tiempo contributorio de Moon 1  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el trabajo contributorio con más incidencia: el traslado con 21% y el apoyo con 9% y con menor incidencia: las mediciones con 6% y la limpieza e indicaciones con 3%.

- Disgregación del trabajo no contributorio  
Permite categorizar y comparar los datos para analizarlos.

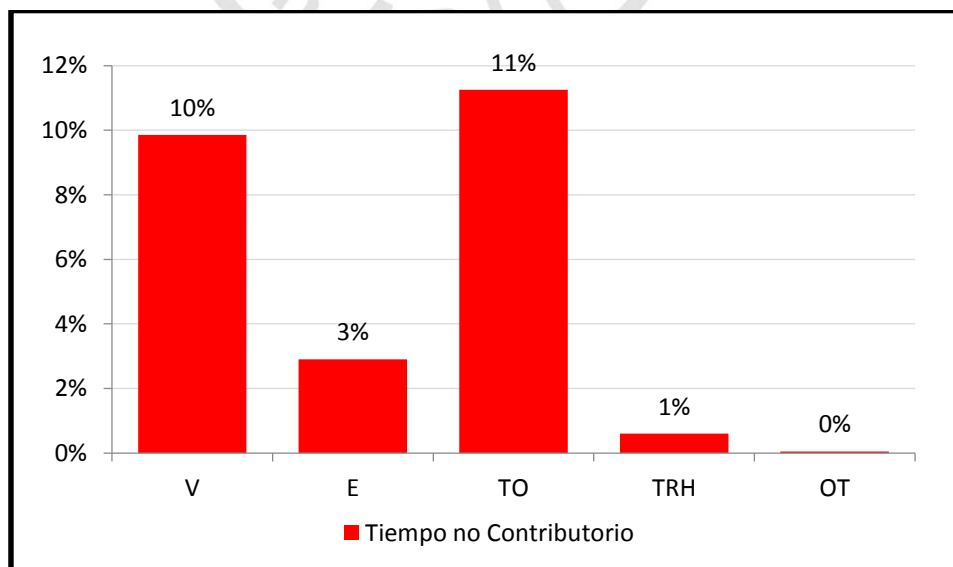


Figura 15: Gráfico en columnas del tiempo no contributorio de Moon 1  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el trabajo no contributivo con más incidencia: el trabajo ocio con 11% y los viajes con 10%, y con una baja incidencia: las esperas con 3% y los trabajos rehechos con 1%.

D. Total de mediciones

- Gráfico en columna con la cantidad de mediciones

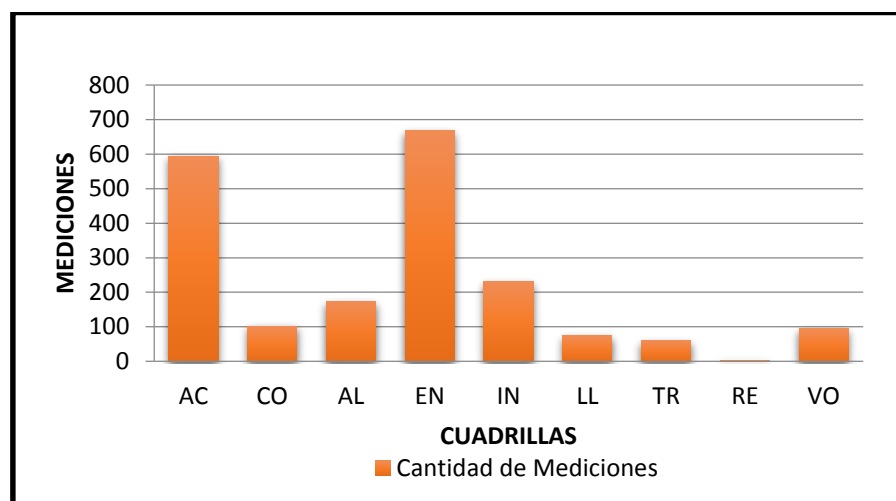


Figura 16: Gráfico en columnas con la cantidad de mediciones de Moon 1  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El gráfico muestra que las cuadrillas de encofrado y de acero tienen un número alto de mediciones, debido a que poseen mayor cantidad de trabajadores.

## Moon 2

A. Distribución general

- Distribución general de los trabajos

El gráfico permite mostrar las proporciones de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos al 100%.

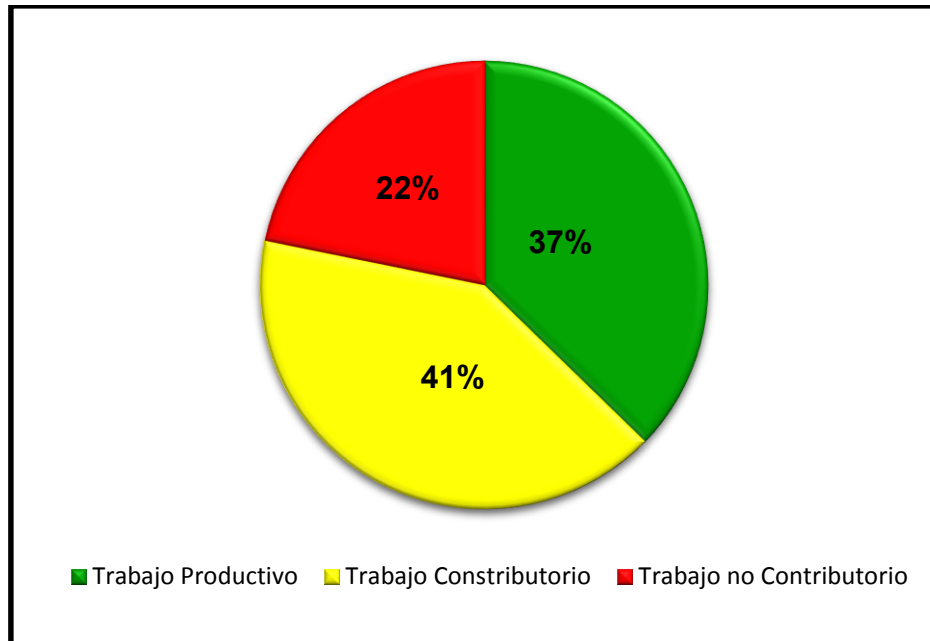


Figura 17: Distribución general de Moon 2  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El gráfico de distribución general muestra que, por cada 100 trabajadores, 37 personas solo son productivas o agregan valor a la obra, mientras 41 personas se dedican a contribuir para generar valor y 22 trabajadores no contribuyen a la obra o no generan ningún valor.

B. Distribución en cinco días

- Distribución en columna

El gráfico permite usar y comparar las partes del total, para mostrar cómo las partes del total cambian con el transcurso del tiempo.

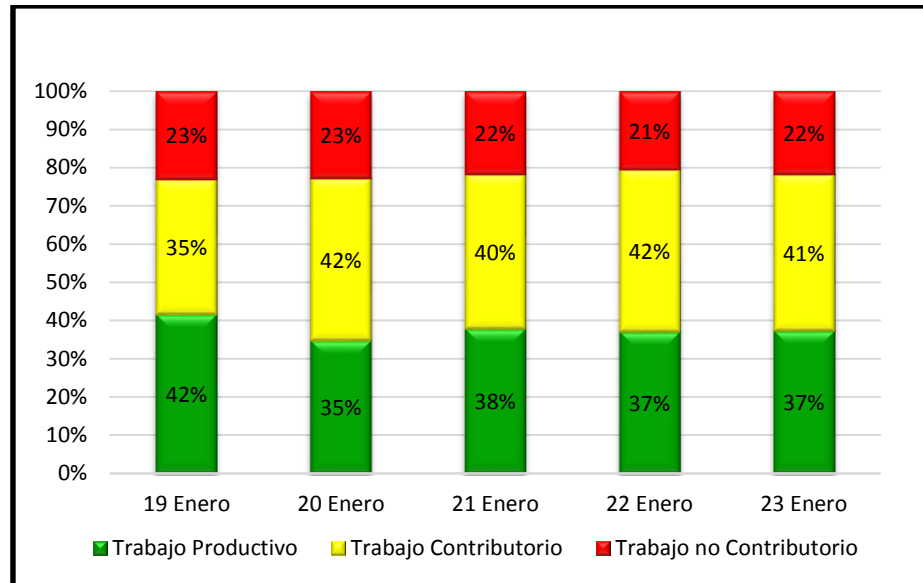


Figura 18: Distribución en columna de Moon 2  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra la distribución de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios medidos en cinco días; donde presentan alta incidencia: el 19 de Enero con 42% del trabajo productivo, el 20 y 22 de Enero con 42% del trabajo contributorio y el 19 Y 20 de Enero con 23% del trabajo no contributorio.

- Distribución con tendencias

El gráfico permite mostrar tendencias en el tiempo (días).

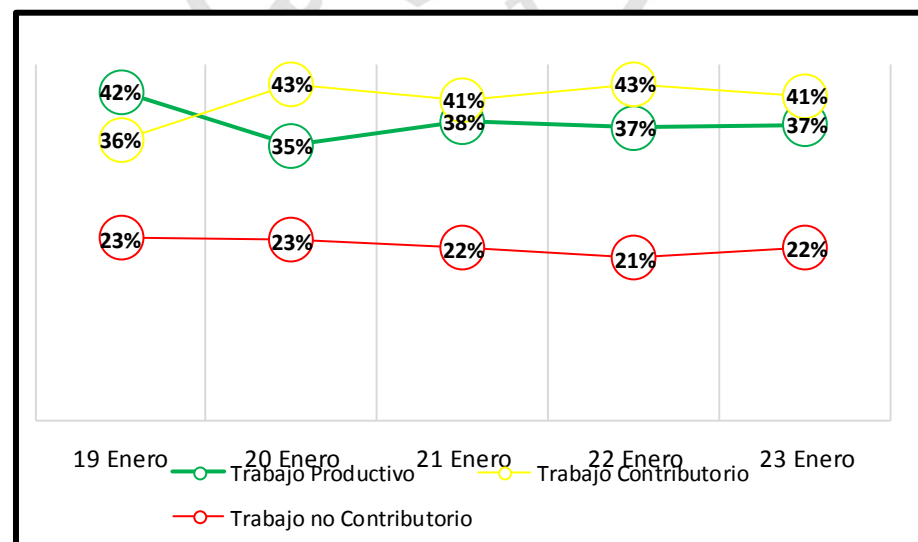


Figura 19: Distribución con tendencias de Moon 2  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** En el diagrama se observa que en los cinco días el trabajo productivo inicia con 42%, disminuyendo hasta 35 % y termina recuperándose con 37%; el trabajo contributorio inicia con 36%, se eleva hasta 43% y termina manteniéndose elevado con 41 %; el trabajo no contributorio inicia con 23% y termina con 22%.

### C. Disgregación de los trabajos contributorio y no contributorio

- Disgregación del trabajo contributorio

Permite categorizar y comparar los datos para analizarlos.

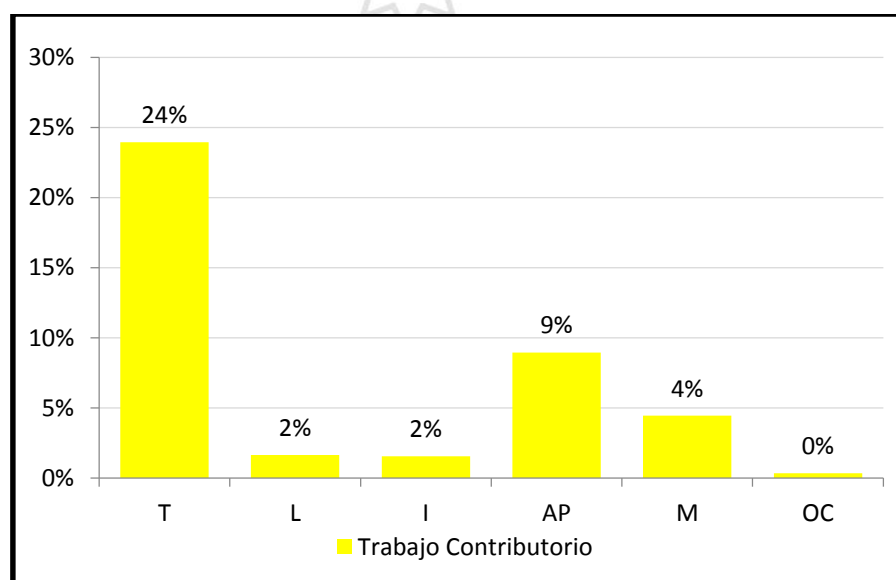


Figura 20: Gráfico en columnas del trabajo contributorio de Moon 2  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el trabajo contributorio con más incidencia: el transporte con 24% y el apoyo con 9%, y con menor incidencia: las mediciones con 4% y en la limpieza e indicaciones con el 2%.



- Disgregación del trabajo no contributorio  
Permite categorizar y comparar los datos para analizarlos.

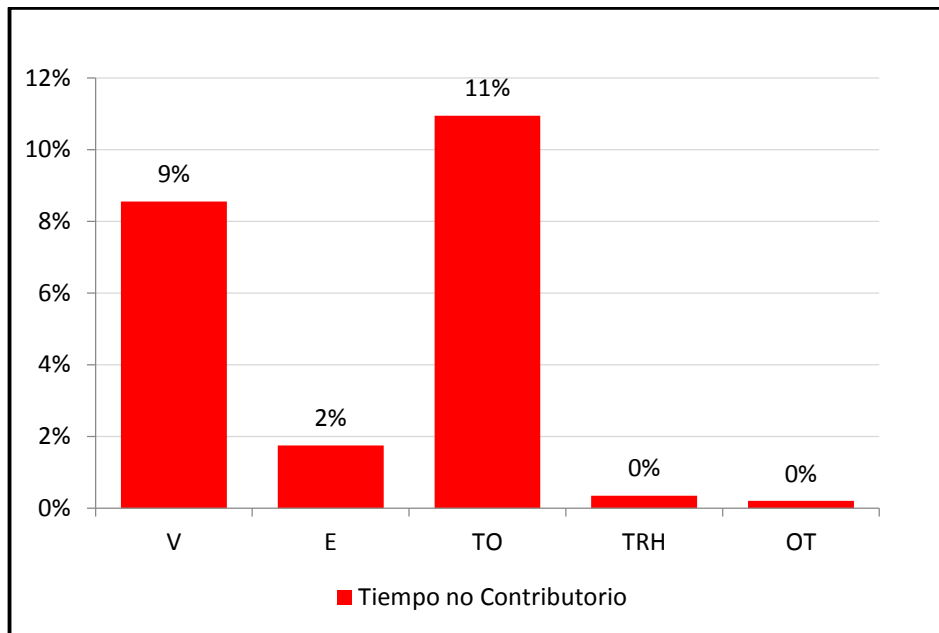


Figura 21: Gráfico en columnas del trabajo no contributorio de Moon 2  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el trabajo no contributorio con más incidencia en, el trabajo ocio con 11% y los viajes con 9% y con baja incidencia: las esperas con un 2%.

D. Total de mediciones

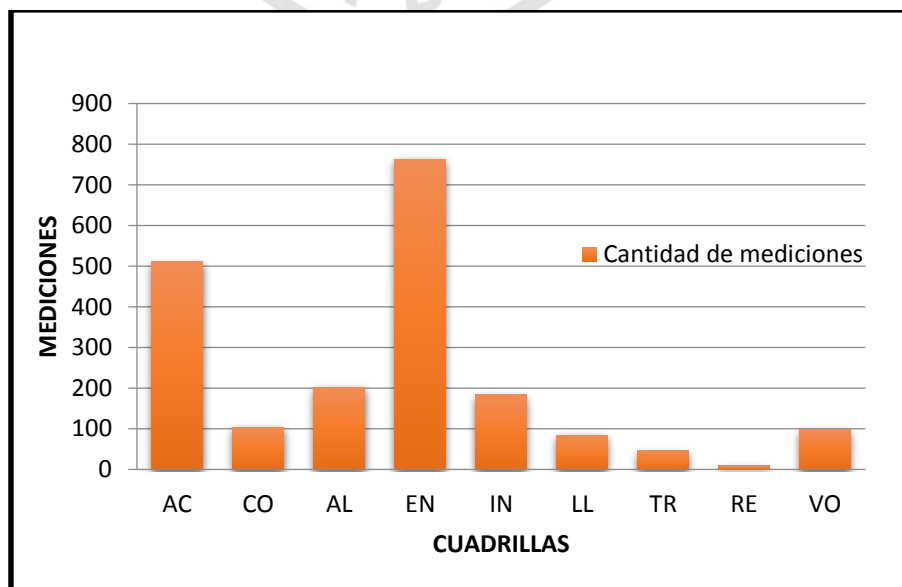


Figura 22: Gráfico en columnas con la cantidades de mediciones de Moon 2  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El gráfico muestra que las cuadrillas de encofrado y de acero tienen un número alto de mediciones, debido a que poseen mayor cantidad de trabajadores.

#### 4.3.2 Medición de torres Grúas

##### A. Objetivo

- Identificar la producción de las Torres Grúas para determinar el valor que agrega a la obra y realizar mejoras desde sus tiempos contributorio y no contributorio.

##### B. Detalle del muestreo

- El total de mediciones son 2000, donde cada medición es de  $\frac{1}{2}$  minuto o 30 segundos.
- Las mediciones se realizan en simultáneo a las torres grúas.

##### C. ¿Dónde?

- Las mediciones se realizaron en el caso de la investigación durante la ejecución estructural, contando con dos torres grúas.

##### D. Curva de rendimiento ¿Cuándo?

- El gráfico muestra la curva de rendimiento donde las mediciones se realizan en el máximo rendimiento para lograr una mejor efectividad.

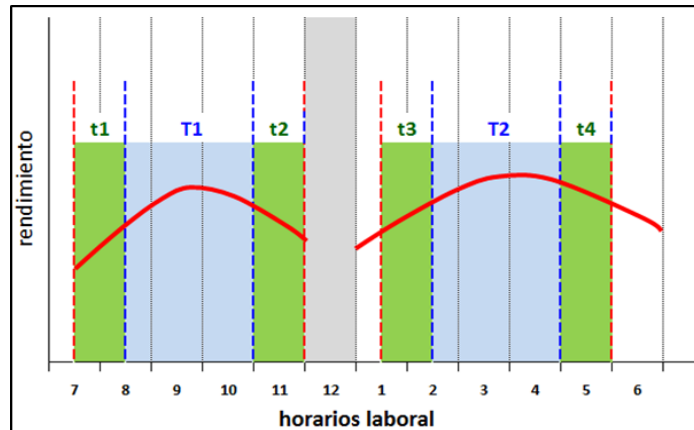


Figura 23: Curva del rendimiento  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** Las mediciones se realizaron por la mañana de 8 am a 11 am y por la tarde de 2.00 pm a 4:30 pm.

#### E. Codificación

Las siguientes codificaciones se realizaron para un mejor procesamiento de datos y poder realizar los gráficos y resultados tomados.

Tabla 11: Codificación de tiempos

TIEMPOS	TIPOS	CODIGO
TP	Trasporte	T
	Colocación	C
TC	Viajes	V
	Otros Viajes	X
TNC	Espera	E
	Muerto	M
	Interferencia	I
	Carga Suspendida	S

Elaboración: el autor

#### F. Presentación de los resultados

Se presentan los resultados de la torre grúa # 8 y la torre grúa # 10 mediante gráfico esférico, distribución apilada y gráfico en columnas.

## Torre grúa N°8

### A. Distribución general

El gráfico permite mostrar las proporciones de los tiempos productivos, contributorios y no contributorios al 100%.

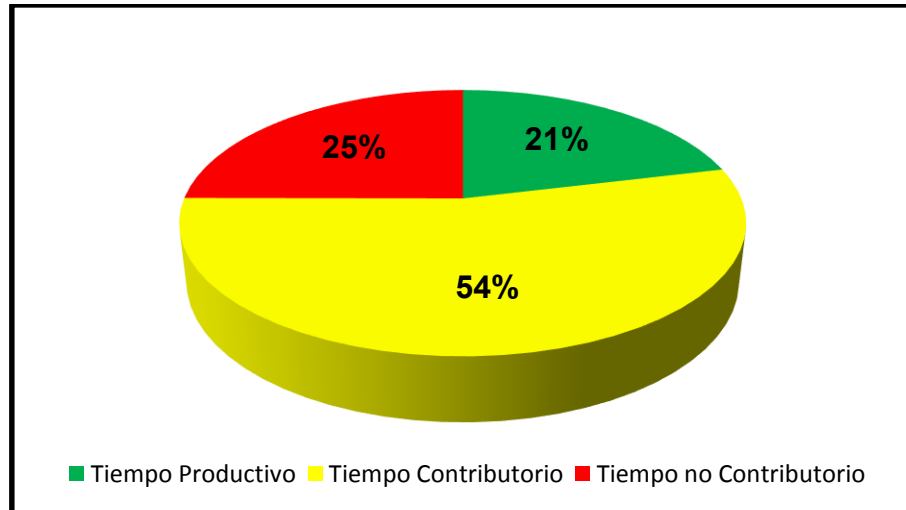


Figura 24: Distribución general de la torre grúa N°8  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El gráfico muestra que la torre grúa es productiva en 21 %, aporta o contribuye para generar valor con 54% y no contribuye o no agrega valor con 25%.

### B. Distribución en columnas

El gráfico permite usar y comparar las partes del total, para mostrar cómo las partes del total cambian con el transcurso del tiempo.

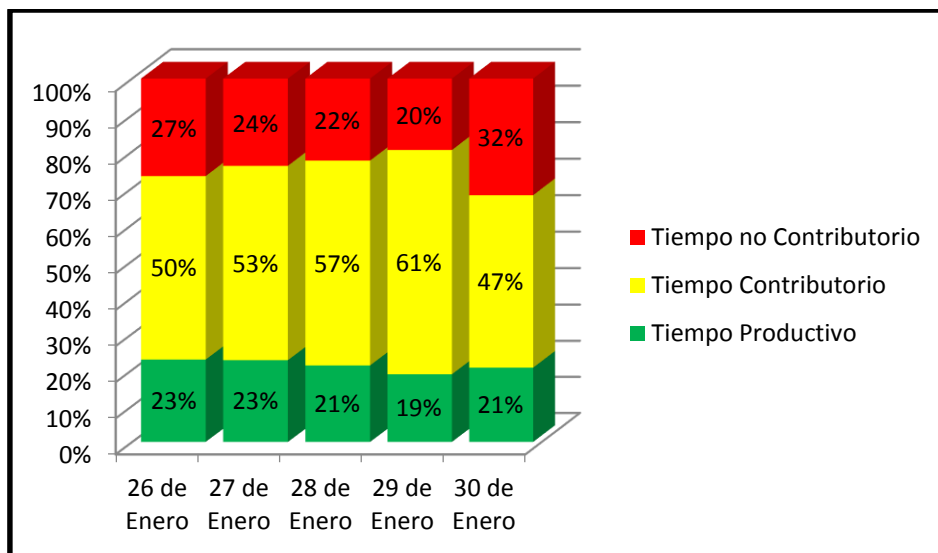


Figura 25: Distribución en columnas de la torre grúa N°8  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra la distribución de los tiempos productivo, contributorio y no contributorio medidos en cinco días; donde la alta incidencia del tiempo productivo fue el 26 y 27 de enero, del tiempo contributorio fue el 29 de enero y del tiempo no contributorio fue el 30 de enero.

### C. Disgregación del tiempo contributorio

Permite categorizar y comparar los datos para analizarlos

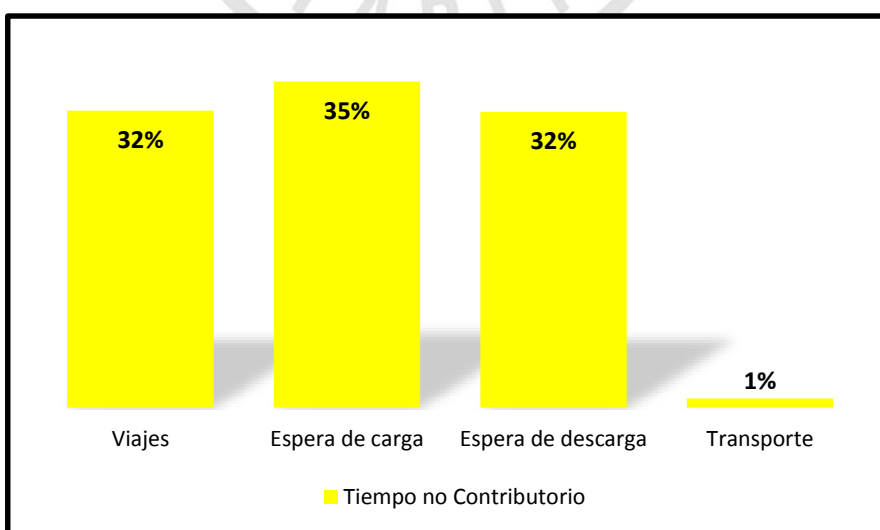


Figura 26: Disgregación del tiempo contributorio de la torre grúa N°8

Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el tiempo contributorio con más incidencia: la espera de carga con 35% y la espera de descarga y viajes 32%, y con menor incidencia: el traslado con 1%.

#### D. Disgregado del tiempo contributorio

Permite categorizar y comparar los datos para analizarlos.

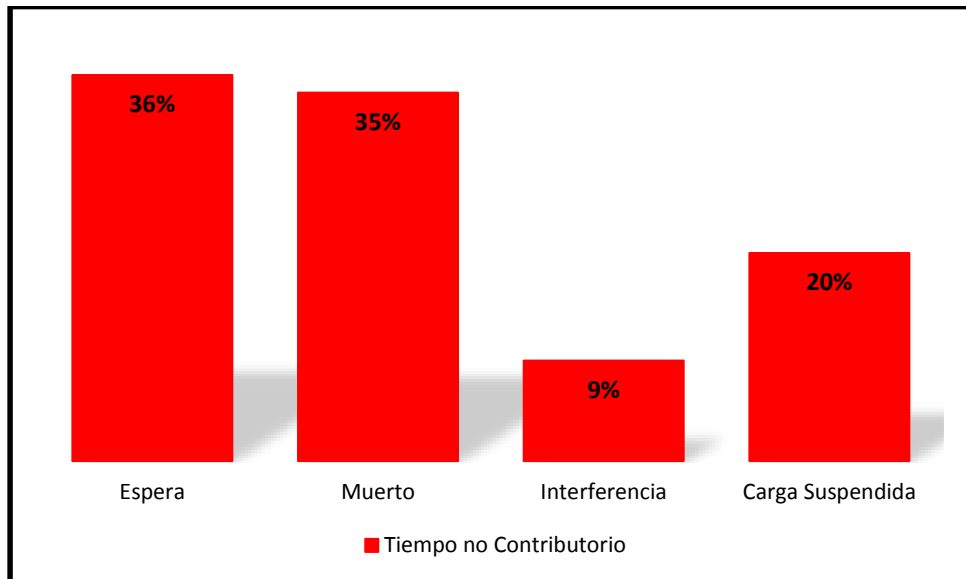


Figura 27: Disgregación del tiempo no contributorio de la torre grúa N°8.  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el tiempo no contributorio con más incidencia: la espera con 36%, el tiempo muerto con 35%, y con baja incidencia: la carga suspendida con 20% y la interferencia con 9%.

## Torre grúa N°10

### A. Distribución general

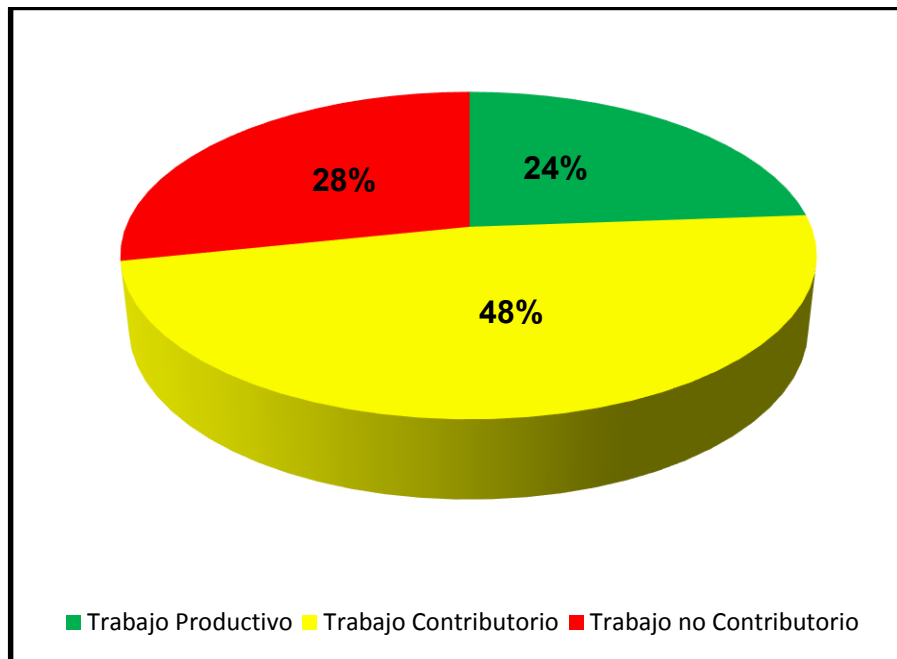


Figura 28: Distribución general de la torre grúa N° 10  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El gráfico muestra que la torre grúa es productiva en 24%, aporta o contribuye para generar valor en un 48% y no contribuye o no agrega valor en un 28%.

### B. Distribución en columnas

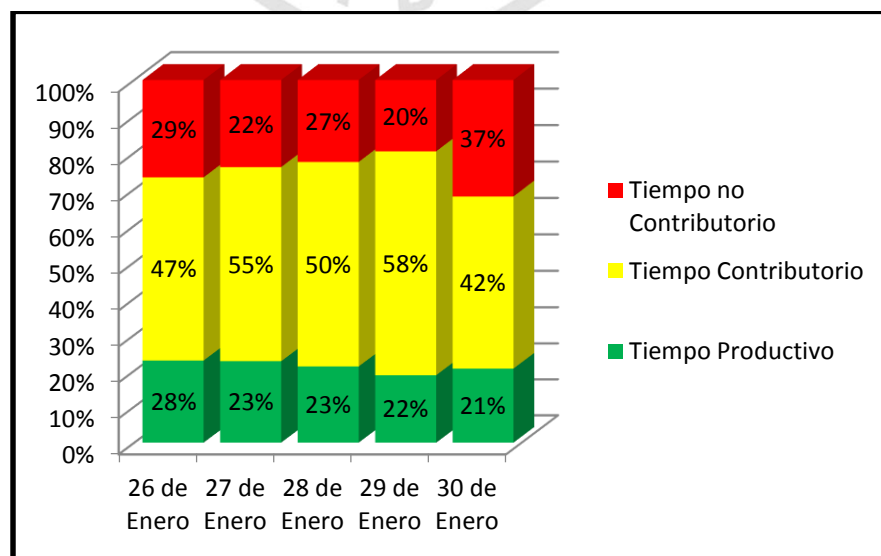


Figura 29: Distribución en columnas de la torre grúa N° 10  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra la distribución de los tiempos productivo, contributorio y no contributorio medidos en cinco días; donde la alta incidencia del tiempo productivo fue el 28 de enero, del trabajo contributorio fue el 29 de enero y del trabajo no contributorio fue el 30 de enero.

### C. Disgregado del tiempo Contributorio

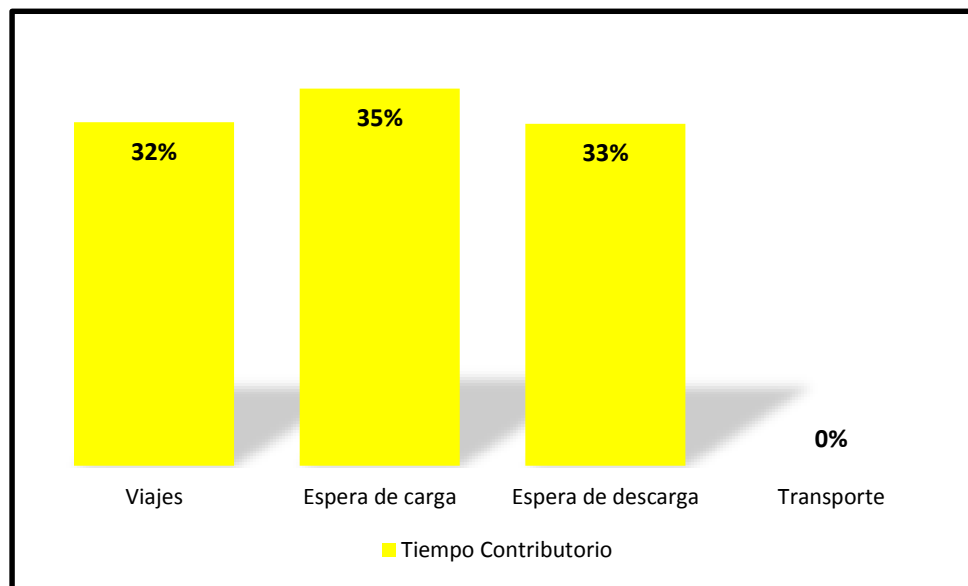


Figura 30: Distribución del tiempo contributorio de la torre grúa N° 10  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el tiempo contributorio con más incidencia, en espera de carga con 35%, en tiempo de espera de descarga con 33% y en los viajes 32%.



#### D. Disgregado del tiempo Contributorio suma al 100%

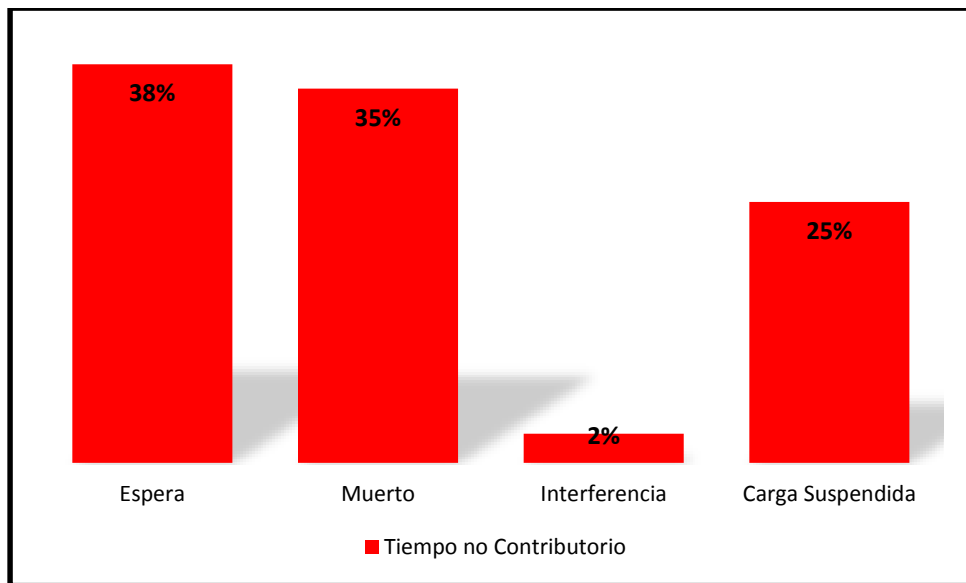


Figura 31: Distribución del tiempo no contributorio de la torre grúa N° 10  
Elaboración: el autor

**Interpretación:** El diagrama muestra el tiempo no contributorio con más incidencia: en espera con 38% y en tiempo muerto con 35%, y con una incidencia baja: en carga suspendida con 25% y con interferencia del 2%.

#### 4.3.3 Medición de los equipos

##### 4.3.3.1 Medición al elevador

###### a) Objetivo

- Establecer el control de los flujos de materiales para abastecer a las cuadrillas o partidas según la producción diaria, manteniendo o mejorando la planeación de producción.
- Dar productividad óptima al elevador manteniendo un flujo constante y con su capacidad máxima permitida.

###### b) Requerimiento

- El elevador abastece a todos los pisos que se encuentran en el rango de maniobra del elevador.

- La medición se realizó a dos elevadores apoyados por uno o más mini-cargadores.
- c) Ficha técnica
- La carga máxima y permitida del elevador es de 1500 kilogramos.
  - Número de ciclos totales : 04
  - Realizados en rangos de trabajo: 8:00 am – 12:00 pm y 1:00 pm – 5:30 pm.
  - Medición de Ciclos: Material por tiempo

d) Detalles

Para realizar el control de ciclos de materiales se toma en cuenta lo siguiente:

- Arena: se utiliza el elevador, el mini-cargador, un trabajador para el llenado de los dos cilindros en el punto de acopio.
- Concreto: se utiliza ambos elevadores y el mini-cargador.
- Cemento: se utiliza ambos elevadores y el mini-cargador.
- Ladrillo: se utiliza ambos elevadores y el mini-cargador.

**Indicación:** para realizar estas actividades se tiene que contar con dos trabajadores, una estoca para cada elevador y una parihuela de madera que sirve como base y de fácil uso para el traslado del material, el operador del elevador es imparcial a las actividades.

e) Ciclo de materiales

La presente tabla contiene una relación de capacidad o unidad de un material por su tiempo necesario de transporte, desde el punto de acopio o abastecimiento al punto de demanda del material, para la producción de cualquier partida. Este traslado se realizó desde el 3° piso a los pisos que se encuentran en el rango de maniobra de los elevadores.

Tabla 12: Distribución de los materiales por ciclos de tiempos

Distribución de materiales por tiempo					
Elevador		Materiales			
		Arena	Concreto	Cemento	Ladrillo
Cantidad/Elevador		2 cilindros	2 cilindros	1 parihuela	1 parihuela
Capacidad		0.43 m <sup>3</sup>	0.38 m <sup>3</sup>	25 bls /0.708 m <sup>3</sup>	320 und / 0.828 m <sup>3</sup>
Peso (Kg)		750	912	1063	960
Tiempo por ciclo	3 <sup>o</sup> al 16 <sup>o</sup> piso	9 min	14 min	10 min	10 min
	17 <sup>a</sup> al 26 piso	11 min	14 min	10 min	10 min

Elaboración: el autor

**Interpretación:** La tabla muestra la capacidad expresada en m<sup>3</sup> y el peso máximo transportable de cada material expresado en kilogramos, que transportados por los elevadores. También se observa el tiempo por ciclo de cada material expresado en minutos, donde demanda un tiempo necesario para su traslado. Además los tiempos por ciclos de los materiales que son transportados como: el concreto, cemento y ladrillos usan dos elevadores, mientras el traslado de la arena usa un elevador. Finalmente, todos los materiales transportados tienen buffer de tiempos incluidos, por ello absorbe los dos minutos adicionales si se transportara hasta el piso 26, mientras que el traslado de la arena no soporta y se incrementa a dos minutos.

f) Demostración e interpretación de los ciclo de materiales

- Ciclo de la arena

El ciclo inicia con la carga de dos cilindros que maniobra el mini-cargador, luego este transporta y descarga en el interior del elevador; una vez terminada la descarga el elevador inicia su maniobra a un piso “n”, luego retorna al piso 1 a esperar su siguiente carga y finalmente el mini-cargador vuelve a descargar en el interior del elevador. Esto se repite constantemente.

- Ciclo del concreto

El ciclo inicia con la carga de concreto por parte del mixer en dos cilindros que sostiene el mini-cargador, luego el mini-cargador transporta y descarga en el interior de los elevadores empezando por el primer elevador y luego pasa a descargar al segundo elevador; una vez terminada la descarga del mini-cargador a cualquier elevador. Este elevador inicia su maniobra a un piso “n”, luego retorna al piso 1 a esperar de su siguiente carga y finalmente el mini-cargador realiza nuevamente las descargas en el interior del elevadores. Esto se repite constantemente.

- Ciclo del cemento

El ciclo inicia con la carga de una parihuela con 25 bolsas de cemento que maniobra el mini-cargador, luego el este transporta y descarga en el interior de los elevadores empezando por el primero y luego pasa a descargar al segundo; una vez terminada la descarga del mini-cargador a cualquier elevador. Este su vez inicia su maniobra a un piso “n”, luego retorna al piso 1 a esperar de su siguiente carga y finalmente el mini-cargador realiza nuevamente las descargas en el interior de los elevadores. Esto se repite constantemente.

- Ciclo del ladrillo

El ciclo inicia con la carga de una parihuela con 320 ladrillos (king Kong de 18 huecos) que maniobra el mini-cargador, luego este transporta y descarga en el interior de los elevadores empezando por el primero y luego pasa a descargar al segundo; una vez terminada la descarga del mini-cargador a cualquier elevador. Este a su vez inicia su maniobra a un piso “n”, luego retorna al piso 1 a esperar de su siguiente carga y finalmente el mini-cargador realiza nuevamente las descargas en el interior de los elevadores. Esto se repite constantemente.

A continuación se presenta unos diagramas de ciclos de materiales en los que se demuestran y se sustentan en la **tabla 12**.

- Gráfico de tiempo:

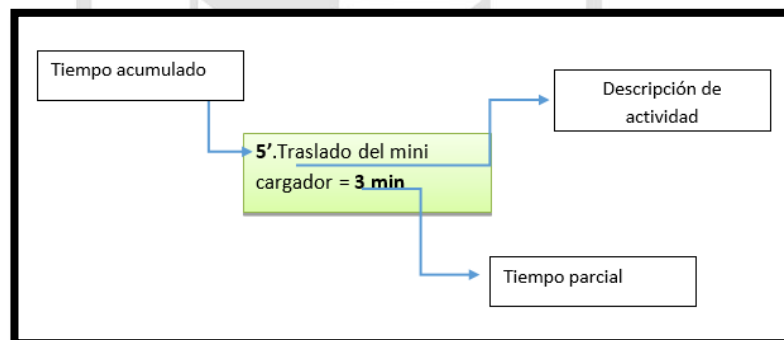
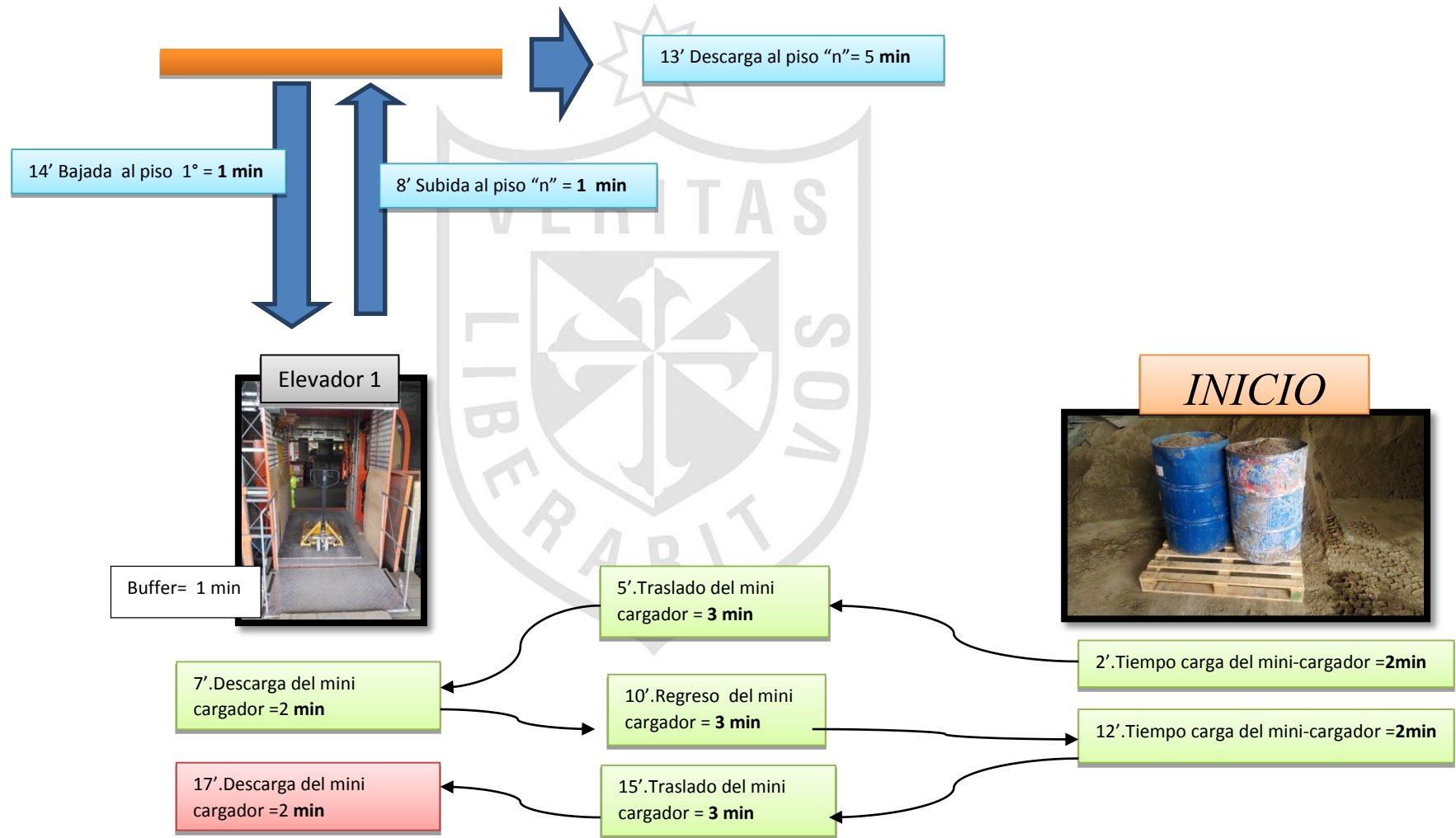
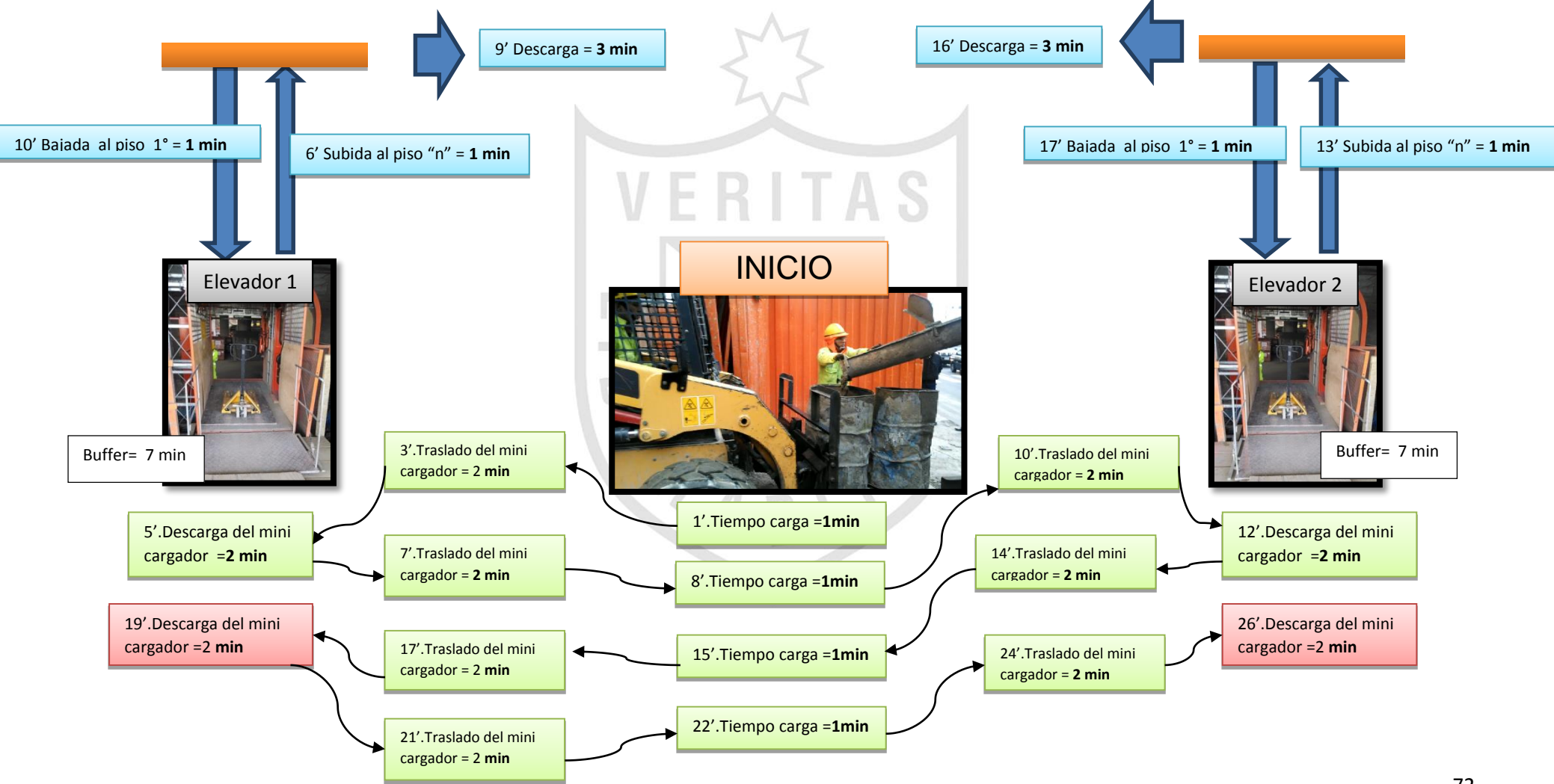


Figura 32: Gráfico del tiempo  
Elaboración: el autor

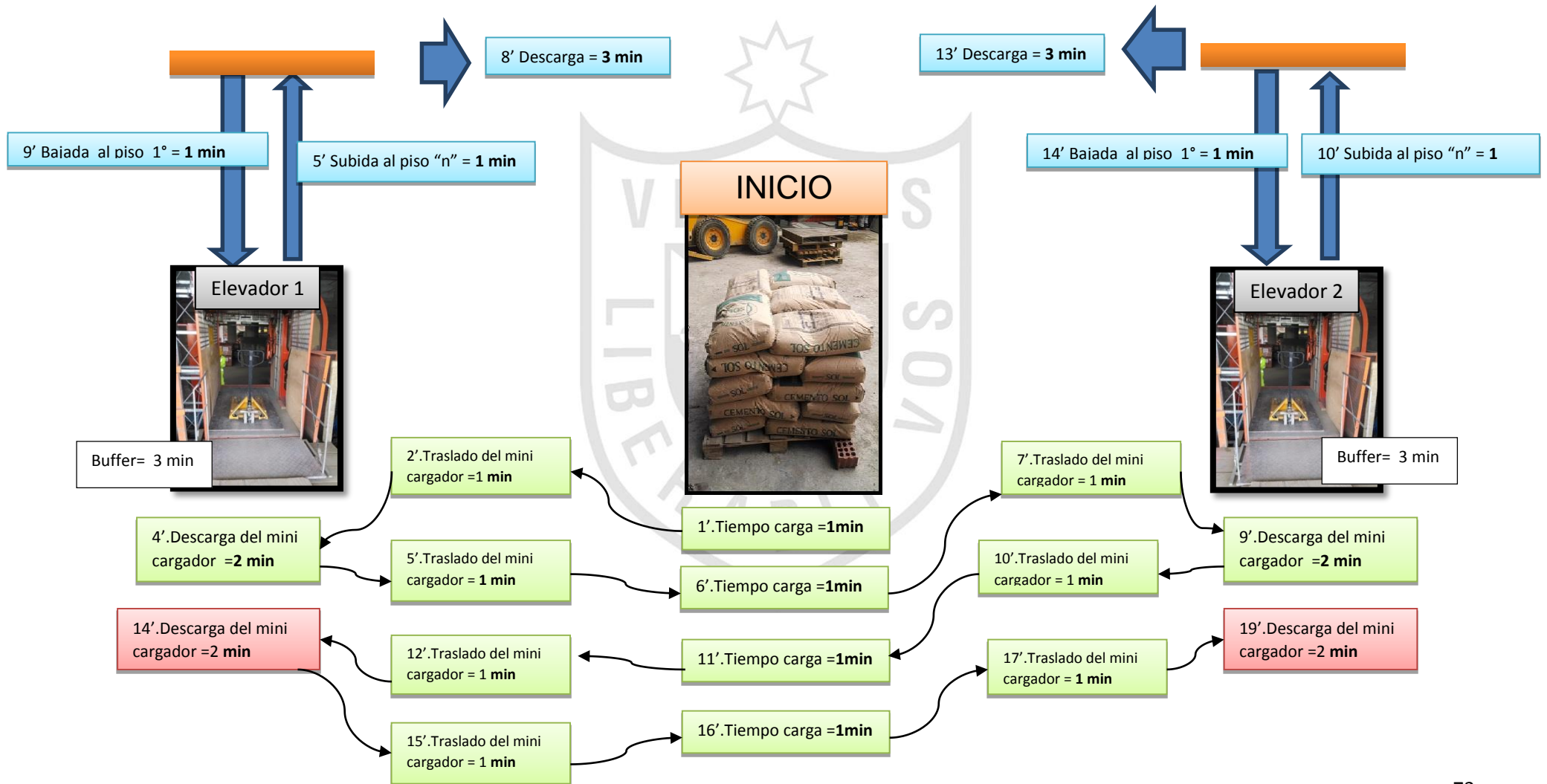
# Ciclo de la Arena



# Ciclo del concreto



# Ciclo del cemento

















#### 4.3.3.2 Medición de abastecimiento de torres grúas

- a) Objetivo
  - Eficiencia y coordinación en el abastecimiento de materiales según al avance diario de producción.
  - Reducir el desperdicio de hora máquina.
- b) Ficha Técnica
  - Número de ciclos totales : 09
  - Realizados en rangos de trabajo : 8 – 12 am y 1 – 5:30 pm
  - Medición de ciclos: material por tiempo
- c) Ciclos
  - Se realizaron ciclos de cada material de producción.
  - Cada material tiene un ciclo de tiempo en minuto estimado real.
- d) Ciclos de Materiales realizados

La presente tabla contiene todas las maniobras que realizan las torres grúas, que son asignadas y representadas a los nombres de las partidas como: ductos, tablero, viajes 1 y 2, parihuelas 1 y 2, ladrillo de techo, acero y concreto.

Cada asignatura tiene un tiempo en minutos, que son la duración de los ciclos de materiales que demora en transportar cada torre grúa.

Tabla 13: Distribución de partidas por tiempo de las torres grúas

Distribucion de Partidas por Tiempo				
Partidas	Descripción	Asignatura	Duración del Ciclo	Color
Ductos	Traslado de Material de los ductos al Techo	Ducto	10 min	
Tableros	Traslado de tableros de paneles dominó (Rojos)	Tablero	30 min	
Viajes	Traslado de Material en mismo nivel del techo	Viaje-1	6 min	
	Traslado de Material del nivel "0" al nivel del techo	Viaje-2	8 min	
Parihuelas	Traslado de parihuelas a las plataformas	Parihuela 1	5 min	
		Parihuela 2	6 min	
Ladrillo de Techo	Traslado de parihuelas de ladrillo al techo.	Lad-Techo	8 min	
Acero	Traslado de Acero del nivel "0" al techo	Acero-H	14 min	
		Acero-V	14 min	
Concreto	Traslado de concreto con el capacho	Capacho	6 min	

Elaboración: el autor

**Interpretación:** La presente tabla muestra todas las actividades que realiza la torre grúa, donde cada una tiene una duración de ciclo expresado en minutos y colores asignados.

a) Partida de ductos

El ciclo inicia con la carga de encofrado que maniobra la torre grúa, que transporta y descarga en el último piso donde se está construyendo; finalmente, la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de ductos).

b) Partida de tableros

El ciclo inicia con la carga de los tableros de encofrado que maniobra la torre grúa, que transporta y descarga en el último piso donde se está construyendo; finalmente, la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de tableros).

c) Partida de viajes

El ciclo del viaje 1 y 2 inicia con la carga de cualquier material transportable por la torre grúa, que luego lo transporta y lo descarga. El viaje 1 es el traslado del material en el mismo nivel del techo, mientras que el viaje 2 es el traslado del material de cualquier nivel al nivel del techo. Finalmente la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de viajes).

d) Partida de parihuelas

El ciclo de las parihuelas 1 y 2 inicia con la carga de cualquier material transportable en parihuelas que maniobra la torre grúa, luego lo transporta y lo descarga. La parihuela 1 es el traslado del material a la plataforma 1, mientras que la parihuela 2 es el traslado del material a la plataforma 2. Finalmente, la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de parihuelas).

e) Partida de ladrillo de techo

El ciclo inicia con la carga de parihuelas con ladrillos de techo que maniobra la torre grúa, que luego transporta y descarga en el último piso donde se está construyendo; finalmente, la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de ladrillo de techo).

f) Partida de acero

El ciclo inicia con la carga del acero que maniobra la torre grúa, que luego transporta y descarga en el último piso donde se está construyendo; finalmente, la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de acero).

g) Partida de concreto

El ciclo inicia con la carga del concreto en el carpacho que maniobra la torre grúa, que luego transporta y descarga en el último piso donde se necesita vacear; finalmente, la torre grúa retorna al punto inicial para realizar su siguiente maniobra (**ver en el anexo IV** cálculos-partida de concreto).

h) Horario Según la necesidad de la Producción diaria

- Los ciclos de cada material son llevados según la programación diaria de producción.
- Este horario tiene la relación de cada 30 minutos por el número de viajes que va a realizar la torre grúa.
- En cada 30 minutos hay varios ciclos de material.
- Los minutos libres son Buffer.

i) Torre Grúa # 8

Tabla 14: Distribución horaria de la torre grúa N° 8

Torre Grúa # 8 (Operador-Oblitas)							
Hora	Buffer	Numeros de Viajes (#)					
		1	2	3	4	5	6
08:15-08:30	1'	Acero-V (14)					
08:30-09:00	2'	Acero-V (14)	Acero-H(14)				
09:00-09:30	2'	Acero-V (14)	Acero-H(14)	Viaje 1(s)			
09:30-10:00	0'	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	
10:00-10:30	0'	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	
10:30-11:00	0'	Tablero de Encofrado (30)					
11:00-11:30	0'	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	
11:30-12:00	0'	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)	
12:00-12:15	3'	Parihuela 1(s)	Parihuela 1(s)				
1:30-2:00	4'	Acero-V (14)	Acero-H(14)				
2:00-2:30	0'	Acero-V (14)	Ducto (10)	Viaje 1(s)			
2:30-3:00	0'	Lad-Techo(s)	Viaje 2 (s)	Lad-Techo(s)	Viaje 1(s)		
3:00-3:30	0'	Tablero de Encofrado (30)					
3:30-4:00	0'	Lad-Techo(s)	Lad-Techo(s)	Viaje 2(s)	Viaje 1(s)		
4:00-4:30	0'	Lad-Techo(s)	Viaje 2 (s)	Viaje 2(s)	Viaje 1(s)		
4:30-5:00	0'	Lad-Techo(s)	Viaje 2 (s)	Viaje 2(s)	Viaje 1(s)		
5:00-5:30	0'	Capacho (s)	Capacho (s)	Capacho (s)	Capacho (s)	Capacho (s)	
Observaciones :							

Elaboración: el autor

**Interpretación:** La presente tabla muestra el número de viajes que se debe realizar en cada 15 o 30 minutos. Cada ciclo de material tiene su asignatura y su tiempo expresado en minutos.

j) Torre Grúa # 10

Tabla 15: Distribución horaria de la torre grúa N° 10

Torre Grúa # 10 (Operador-Cuba)							
Hora	Bufet	Numeros de Viajes (#)					
		1	2	3	4	5	6
08:30-09:00	2'	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Viaje 2(8)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	
09:00-09:30	0'	Ducto (10)	Viaje 2(8)	Lad-Techo(8)	Viaje 1(8)		
09:30-10:00	2'	Ducto (10)	Viaje 2(8)	Ducto (10)			
10:00-10:30	0'	Tablero de Encofrado (30)					
10:30-11:00	4'	Ducto (10)	Viaje 1(8)	Ducto (10)			
11:00-11:30	0'	Tablero de Encofrado (30)					
11:30-12:00	4'	Viaje 2(8)	Ducto (10)	Lad-Techo(8)			
1:30-2:00	0'	Tablero de Encofrado (30)					
2:00-2:30	5'	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	
2:30-3:00	5'	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	
3:00-3:30	0'	Lad-Techo(8)	Lad-Techo(8)	Viaje 1(8)	Viaje 2(8)		
3:30-4:00	5'	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	
4:00-4:30	5'	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	
4:30-5:00	5'	Parihuela 2(5)	Parihuela 2(5)	Viaje 2(8)	Viaje 2(8)		
5:00-5:30	14'	Viaje 1(8)	Viaje 2(8)				
Observaciones :							

Elaboración: el autor

**Interpretación:** La presente tabla muestra el número de viajes que se debe realizar en cada 15 o 30 minutos. Cada ciclo de material tiene su asignatura y su tiempo expresado en minutos.

k) Conclusiones

- Cada ciclo tomado fue en tiempo real al promedio mayor calculado.
- Este horario se realizó en conjunto con los Arquitectos e Ingenieros de Producción y maestro general.



## CAPÍTULO V

### DISCUSIONES

1. La tesis de Ulloa Roman, K. (2009) aporta a mejorar la gestión de logística del abastecimiento de materiales desde los aspectos de evaluación, selección de los insumos y control del desempeño de los proveedores; mas el abastecimiento interno también es de mucha importancia ya que se pueden generar desperdicios o demoras en los trabajos por falta de abastecimiento y por consecuencia sobre costos.
2. El objetivo general de la presente tesis es determinar las causas que originan pérdidas desde la mano de obra, materiales y equipos, donde el caso de estudio demuestra las causas que las origina y la gran ventaja de aumentar la productividad si se organiza, se planea y ejecuta actividades que ayuden a disminuir estas pérdidas; caso contrario sería en vano.
3. Para la elaboración de la herramienta de recolección de datos se realizó una entrevista al ingeniero de campo con más participación, que conoce el estado real en la obra, con el objetivo de formular y elaborar un cuestionario más confiable para la investigación.

4. El desarrollo del caso de investigación presenta la situación productiva del proyecto Moon en mano de obra y equipos, demostrando qué actividad o trabajo está en pérdida (con su porcentaje respectivo). Para minimizar las pérdidas, se necesitará la participación desde el ingeniero residente hasta el ingeniero responsable para planear y ejecutar actividades que ayuden a minimizar estas pérdidas.







## CONCLUSIONES

1. Con respecto a la identificación de pérdidas causadas por la mano de obra se concluye, que mejorando la productividad al disgregar el trabajo productivo, contributorio y no contributorio en obra, aumentará la productividad. Además el 80 por ciento del proceso de identificación de pérdidas causadas por la mano de obra sí se aplicó en la construcción del edificio multifamiliar Moon.
2. En la identificación de pérdidas del uso de los materiales se concluye que, ordenando el abastecimiento de materiales se evita los desperdicios ocasionados por estas. También el 67 por ciento del proceso de identificación de desperdicios originados por los materiales sí se aplicó en la construcción del edificio multifamiliar Moon,
3. Con respecto a la sistematización de los equipos de obra se concluye, que realizando un estudio general de ellos se mejora su sistematización. Además el 83 por ciento del proceso de identificación de pérdidas de tiempos e innovación en el sistema sí se aplicó en la construcción del edificio multifamiliar Moon.

4. La aplicación del caso demuestra que se mejora la productividad al identificar las pérdidas o actividades que no agregan valor. También se destaca una mejor manera de sistematizar a los equipos de obra controlando con los ciclos de tiempo de cada material que abastecerá a las cuadrillas o partidas.
  
5. Se concluye que los tres recursos que intervienen en la productividad, presentan reducción de los desperdicios y de las causas que originan pérdidas en la construcción de edificios multifamiliares, utilizando la filosofía de Lean Construction para maximizar los recursos del Proyecto Moon.





## RECOMENDACIONES

1. Identificar las pérdidas causadas por la mano de obra, disgregando el trabajo productivo, contributivo y no contributivo en obra, para mejorar la productividad.
2. Identificar las pérdidas del uso de los materiales, ordenando el abastecimiento de materiales en obra para optimizar su uso.
3. Realizar un estudio general de los equipos de obra para obtener una mejor sistematización de los equipos.
4. Identificar las pérdidas o actividades que no agregan valor para aumentar la productividad. Sistematizar a los equipos de obra y controlarlo con los ciclos de tiempo de cada material que abastecerá a las cuadrillas o partidas.
5. Realizar la toma de mediciones, la toma de datos y la elaboración de los resultados por un asistente o un practicante de ingeniería civil.

6. Participar en la elaboración de ciclos de tiempos del elevador y de las torres grúas lo más confiables posibles por los ingenieros de campo, del maestro general y de las personas involucradas.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

### **Bibliográficas:**

**Formoso, C. (1998).** Pérdidas materiales en Construcción de edificios. Sao Paulo, Brasil.

**Ghio, V. (2000).** Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú.

**Goetsch, D.; & Davis, S. (2010).** *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality. Columbus.*

**Ingeniería Constructiva Inmobiliaria S.A.C. (2015).** Fuente de Información y recolección de datos para el caso de investigación.

**Institute of Management Services, (1992).** *Glossary of terms used in management services. Londres, Reino Unido.*

**Lasch R. y Janker C. (2005).** *Supplier selection and controlling using multivariate analysis.* International Journal of Physical Distribution and Logistics Management.

**Paliari, J. (1999).** Recolección y análisis de información sobre el consumo y las pérdidas de materiales y componentes en las obras de construcción de los edificios. Sao Paulo, Brasil.

**Pires de Rosa, C & Peixoto de Melo, A. (1999).** Propuesta de una calificación de pérdidas para la construcción. Sao Paulo, Brasil.

**Samohod, R. (2015).** Apuntes y procedimiento de datos para una buena elaboración de tesis.

**Sonny, L. (2000).** Gestión de Pérdidas y Desperdicios. Los Ángeles, EE.UU.

**Vilcapoma, J. (2014).** Asesoramiento y apoyo para poder aprender, comprender y realizar el caso de la investigación.

#### **Tesis:**

**Buleje Revilla, K. (2012).** Productividad en la construcción en un condominio aplicando conceptos de la filosofía de Lean Construction. Tesis de para Obtener el Título de Ingeniero Civil.

**Granados Orellanos, B. (2011).** Implementación de la Metodología Lean Construction para Actividades de Estructura del proyecto Natura del Consorcio Campo Empresarial Campestre. Tesis de para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad de Santander, Carrera 29 # 47-32, Bucaramanga, Santander, Colombia.

**Ulloa Roman, K. (2009).** Técnicas y Herramientas para la Gestión en el Abastecimiento. Tesis de para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú.

#### **Hemerográficas:**

**Conwa, I. (1996).** Cazadores del Desperdicio. Río de Janeiro, Brasil: Editora: Qualitymark.

**Goldratt, E. (2005).** La Meta, Díaz de Santos, 402 p. Madrid

**Koskela, L. (1992).** *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Technical Report No. 72, Stanford, CIFE, Stanford University.

**Ohno, T. (1988).** El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala. Barcelona, Gestión 2000, 1991. 180 p.

**Revista Logistec, edición N°31, (2012).** “La Logística en la Industria de la Construcción”. Huechuraba, Chile.

**Serpell, A. (1993).** Administración de operaciones de construcción. Santiago, Universidad Católica de Chile, 292 p.

#### **Electrónicas:**

**Botero, L. (2013).** Diez años de Implementación Lean en Colombia: Logros y Dificultades. Medellín, Colombia. Recuperado de [http://www.colmayor.edu.co/archivos/luis\\_fernando\\_botero\\_botero\\_cdwuy.pdf](http://www.colmayor.edu.co/archivos/luis_fernando_botero_botero_cdwuy.pdf).

**Lean Construction Institute. (2015).** Recuperado de <http://www.leanconstruction.org/>

**Lean Enterprise Institute. (2015).** Recuperado de <http://www.lean.org/>

**Strategos Inc, (2010).** *Just in time, Toyota production system & lean manufacturing: origins & history lean manufacturing*. Recuperado de [http://www.strategosinc.com/just\\_in\\_time.htm](http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm)

**The International Group of Lean Construction. (2014).** Recuperado de <http://www.iglc.net/>



## ANEXOS

<b>Anexo I: Ficha técnica de los instrumentos a utilizar</b>	90
<b>Anexo II: Guía de Observación</b>	92
<b>Anexo III: Marco conceptual</b>	94
<b>Anexo IV: Cálculos</b>	95
<b>Anexo V: Matriz de consistencia</b>	102

### Página



## Anexo I: Ficha técnica de los instrumentos a utilizar

Ficha de Nivel General de Actividades

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES				<b>inconstructora</b> <sup>®</sup>				
Responsable: Paul Brayan Flores Flc				Hora Inicio:				
Fecha:				Hora Fin:				
	Cuadrilla	Tipo		Cuadrilla	Tipo		Cuadrilla	Tipo
1			41			81		
2			42			82		
3			43			83		
4			44			84		
5			45			85		
6			46			86		
7			47			87		
8			48			88		
9			49			89		
10			50			90		
11			51			91		
12			52			92		
13			53			93		
14			54			94		
15			55			95		
16			56			96		
17			57			97		
18			58			98		
19			59			99		
20			60			100		
21			61					
22			62					
23			63					
24			64					
25			65					
26			66					
27			67					
28			68					
29			69					
30			70					
31			71					
32			72					
33			73					
34			74					
35			75					
36			76					
37			77					
38			78					
39			79					
40			80					

**OBSERVACIONES:**

Ficha de Medición de Torre Grúa

MEDICIÓN DE TORRE GRÚA



Proyecto:

Responsable: Paul Brayan Flores

Fecha:

# Grua:

Hora inicio:

Hoja: 1

Hora final:

Frecuencia: Cada 30 segundos

Minutos	# medicion	Cod. Actividad	Cod. Usuario	Minutos	# medicion	Cod. Actividad	Cod. Usuario	Minutos	# medicion	Cod. Actividad	Cod. Usuario
0.5	1			18	36			35.5	71		
1	2			18.5	37			36	72		
1.5	3			19	38			36.5	73		
2	4			19.5	39			37	74		
2.5	5			20	40			37.5	75		
3	6			20.5	41			38	76		
3.5	7			21	42			38.5	77		
4	8			21.5	43			39	78		
4.5	9			22	44			39.5	79		
5	10			22.5	45			40	80		
5.5	11			23	46			40.5	81		
6	12			23.5	47			41	82		
6.5	13			24	48			41.5	83		
7	14			24.5	49			42	84		
7.5	15			25	50			42.5	85		
8	16			25.5	51			43	86		
8.5	17			26	52			43.5	87		
9	18			26.5	53			44	88		
9.5	19			27	54			44.5	89		
10	20			27.5	55			45	90		
10.5	21			28	56			45.5	91		
11	22			28.5	57			46	92		
11.5	23			29	58			46.5	93		
12	24			29.5	59			47	94		
12.5	25			30	60			47.5	95		
13	26			30.5	61			48	96		
13.5	27			31	62			48.5	97		
14	28			31.5	63			49	98		
14.5	29			32	64			49.5	99		
15	30			32.5	65			50	100		
15.5	31			33	66						
16	32			33.5	67						
16.5	33			34	68						
17	34			34.5	69						
17.5	35			35	70						

Observaciones:

## Anexo II: Guía de Observación

### CUESTIONARIO AUTOAPLICADO

#### Mano de Obra

Se mide la producción actual mediante Nivel General de Actividades.

SI ( ) NO ( )

Se elabora ficha de trabajos productivos, contributorio y no contributorio.

SI ( ) NO ( )

Se disgregará el tiempo contributorio y no contributorio para su análisis.

SI ( ) NO ( )

Se Identifican las cuadrillas y se proponen mejoras.

SI ( ) NO ( )

Se aplican las mejoras y se les hace seguimiento.

SI ( ) NO ( )

#### Materiales

Se planifica el abastecimiento de materiales.

SI ( ) NO ( )

Se ordena el abastecimiento de materiales.

SI ( ) NO ( )

Se elabora ciclos de tiempos para cada material a su llegada.

SI ( ) NO ( )

#### Elevador

Se realiza un método de estudio al elevador

SI ( ) NO ( )

Se hace un estudio general del elevador

SI ( ) NO ( )

Se innova con la herramienta del Lean Construction al acarreo de los materiales por parte del Elevador.

SI ( ) NO ( )

Se innovan mediciones para el Elevador con ciclos de tiempos para el acarreo de cada material.

SI ( ) NO ( )

Se crea un cronograma con estos ciclos para el uso del elevador.

SI ( ) NO ( )

Se hace seguimiento y mejora continua al acarreo del elevador mediante cartas balances.

SI ( ) NO ( )

Torre Grúa

Se realiza un método de estudio a la torre grúa

SI ( ) NO ( )

Se hace un estudio general de las torres grúa.

SI ( ) NO ( )

Se innova con la herramienta del Lean Construction al acarreo de los materiales por parte de las torres grúas.

SI ( ) NO ( )

Se innovan mediciones para las torres grúas con ciclos de tiempos para el acarreo de cada material.

SI ( ) NO ( )

Se crea un cronograma con estos ciclos para el uso de las torres grúas.

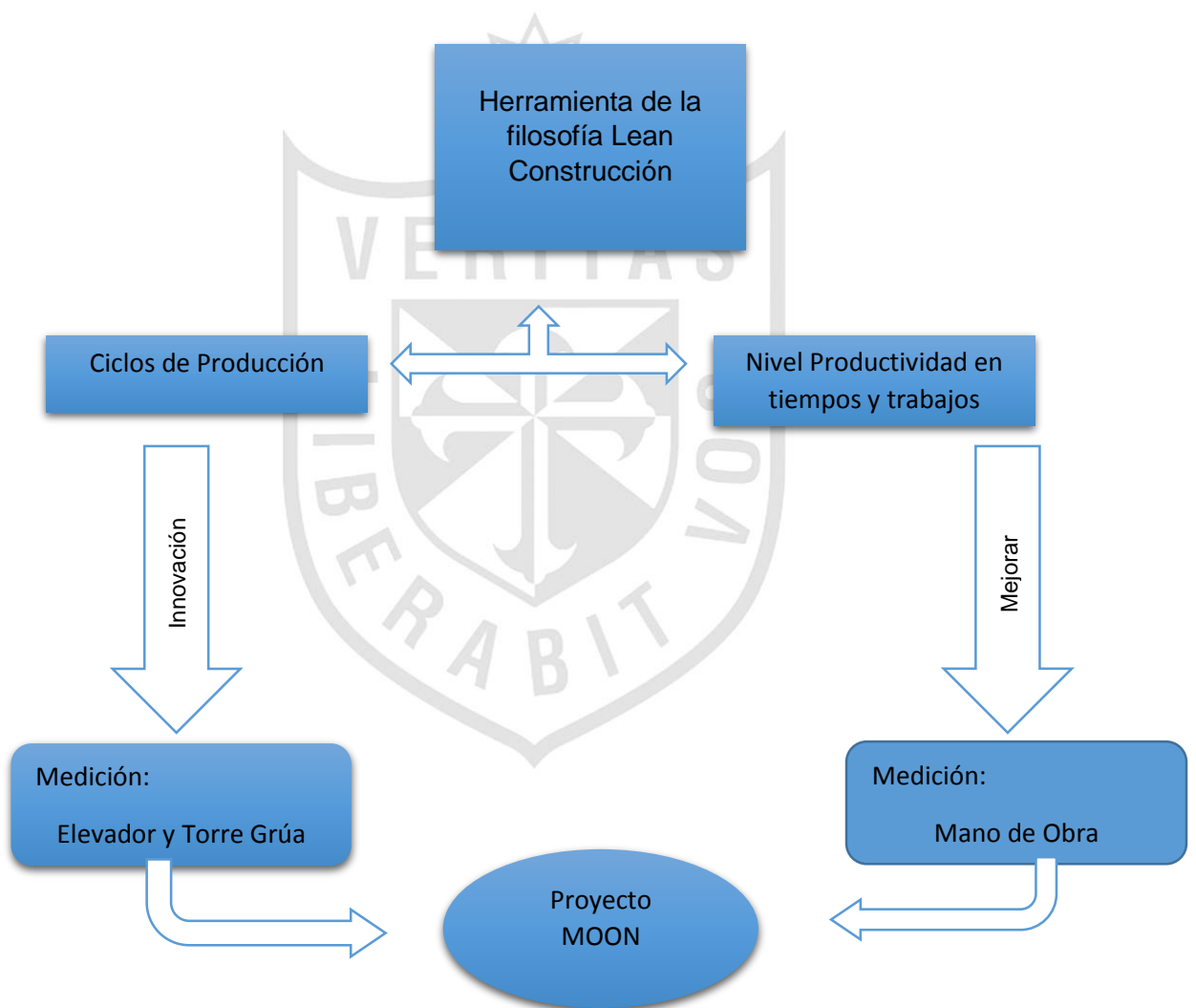
SI ( ) NO ( )

Se hace seguimiento y mejora continua al acarreo de las torres grúas mediante cartas balances.

SI ( ) NO ( )

### Anexo III: Marco conceptual

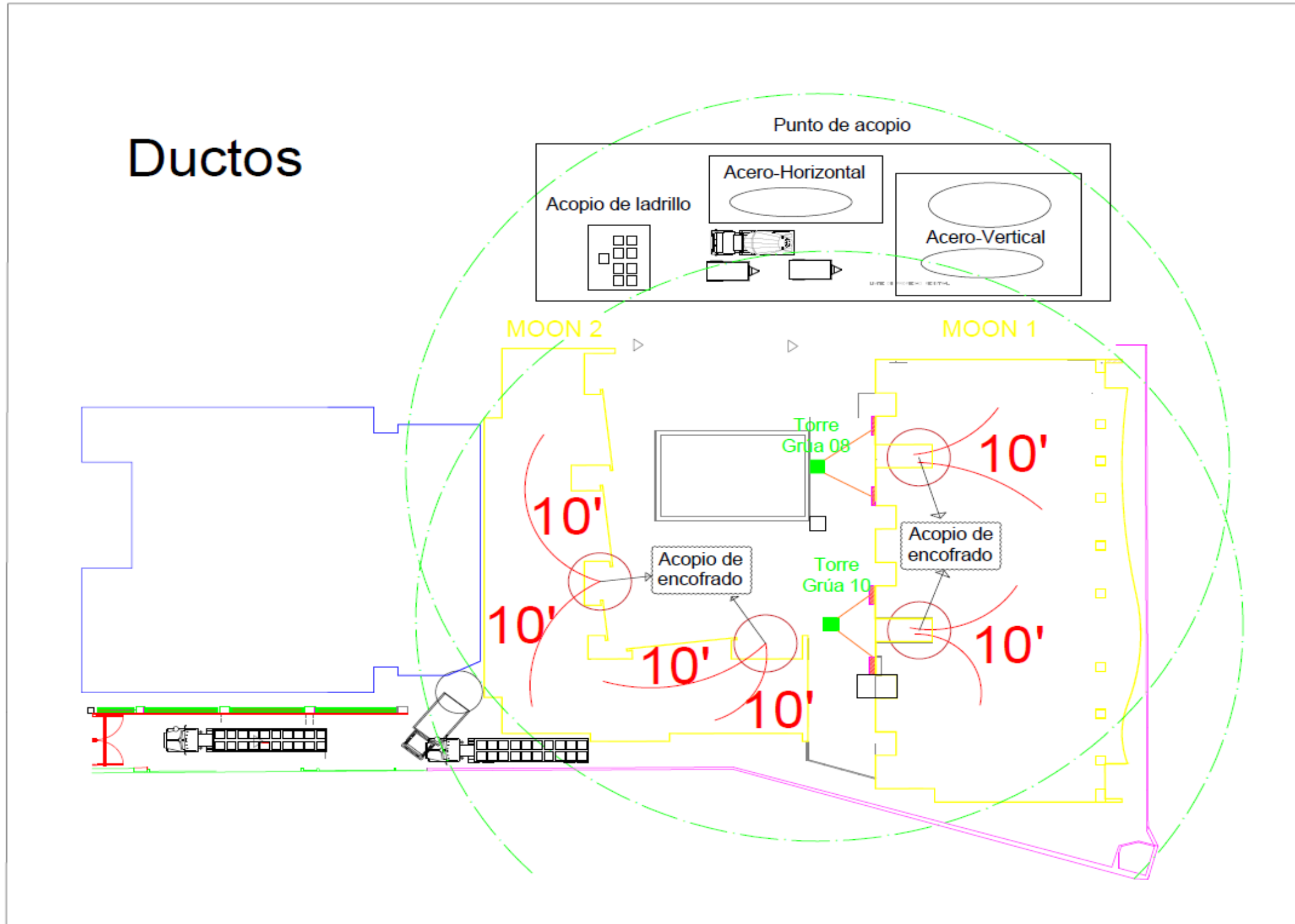
Según la conceptualización, la herramienta Lean Construcción se considera como una actividad de soporte a la toma de datos, debido a que brinda conceptos básicos de medición; asimismo se mejora, crea, determina y realiza la trayectoria adecuada para eliminar las pérdidas y desperdicios. Con esto, se realiza la planeación de un marco conceptual que permite mostrar desde la variable independiente hasta el caso particular.

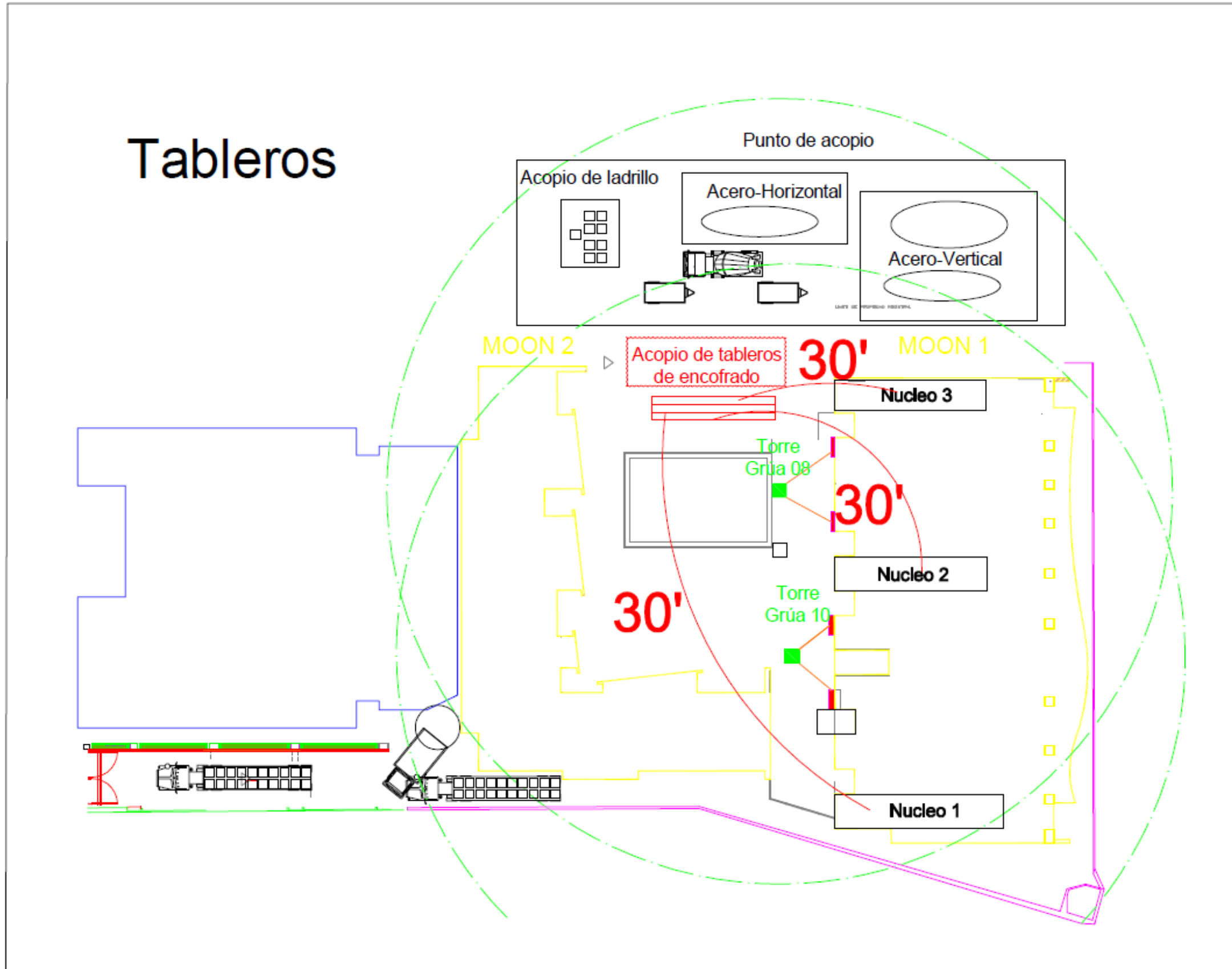


Elaboración: el autor

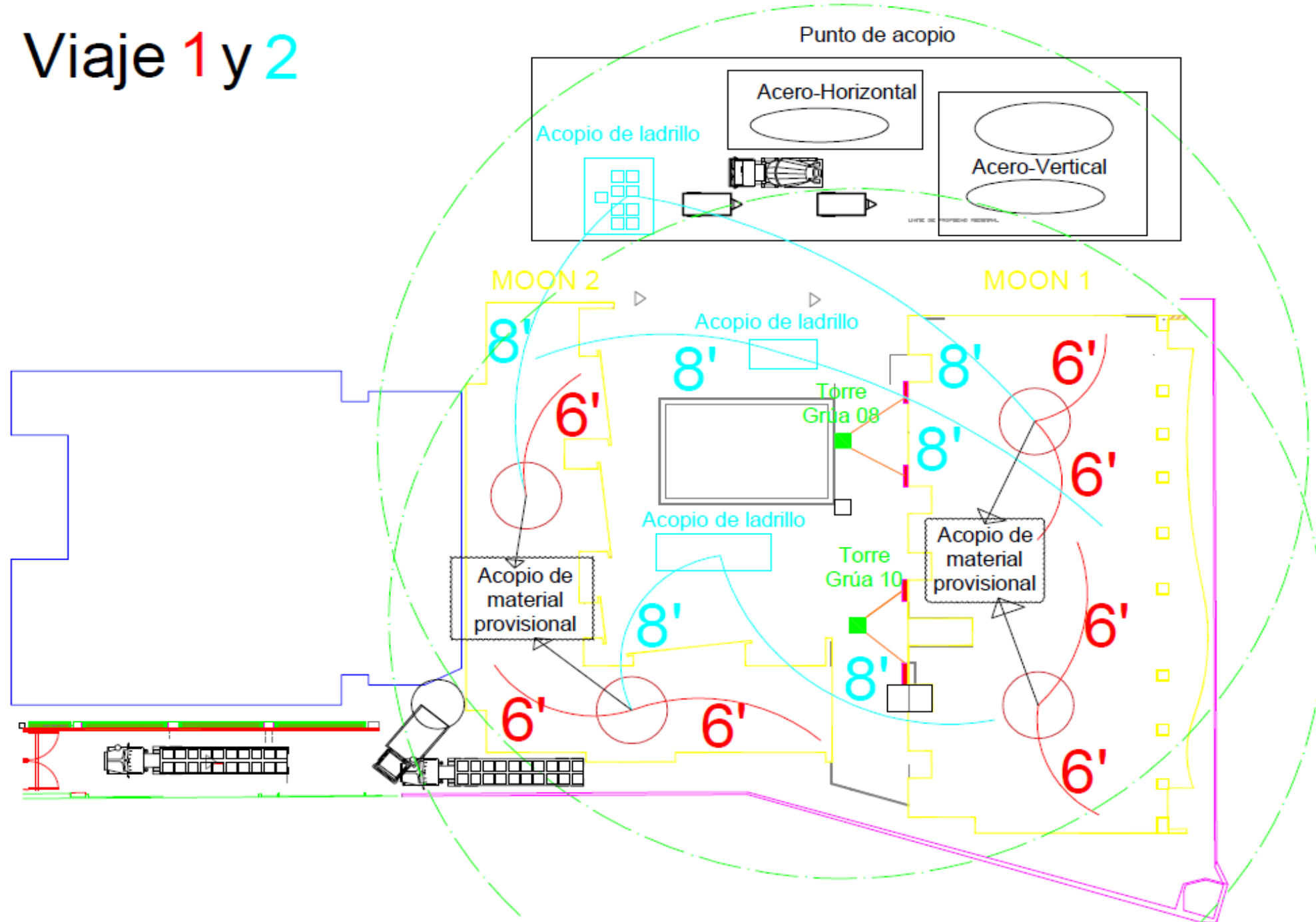
Anexo IV: Cálculos

Partida de Ductos

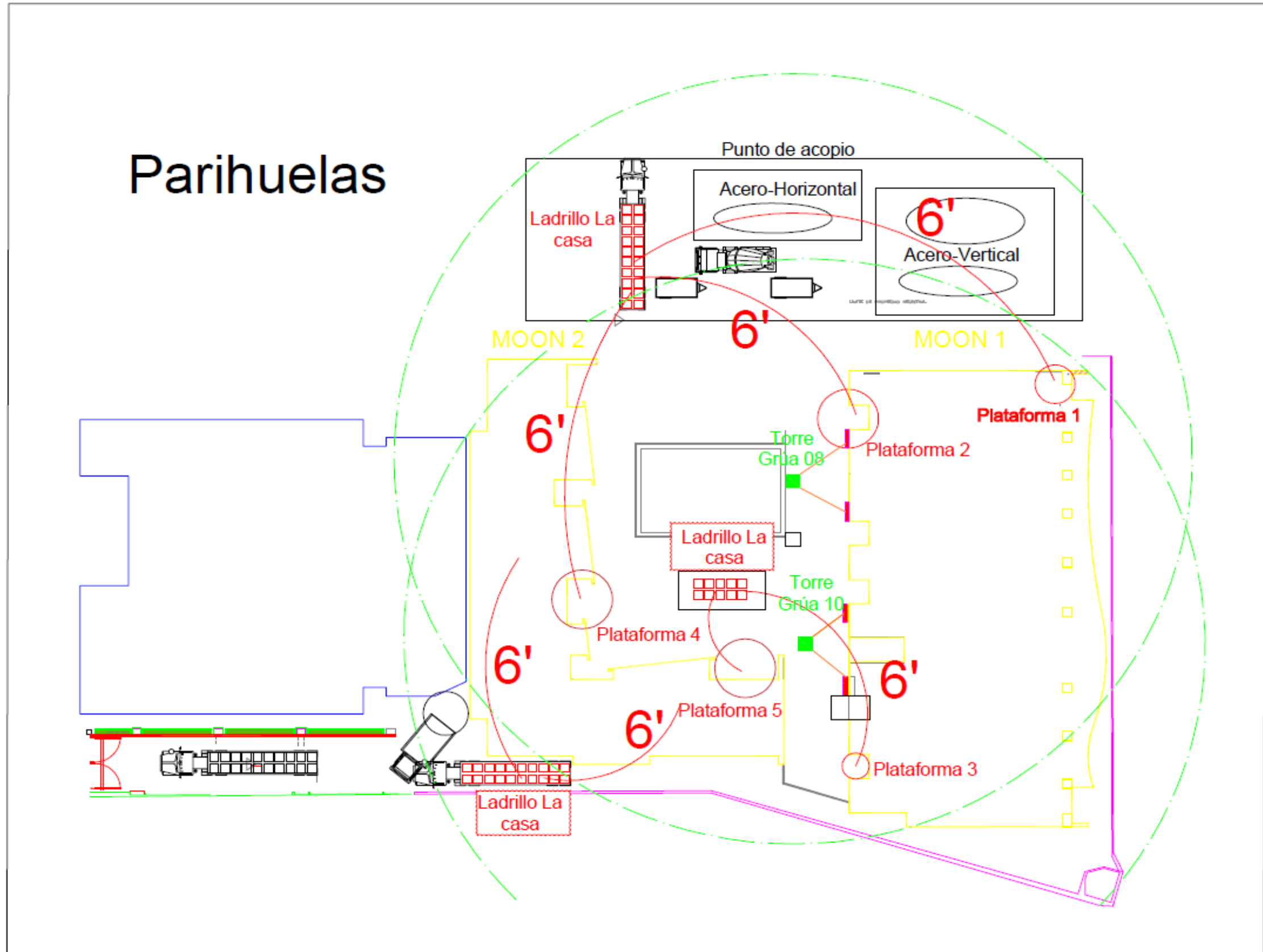




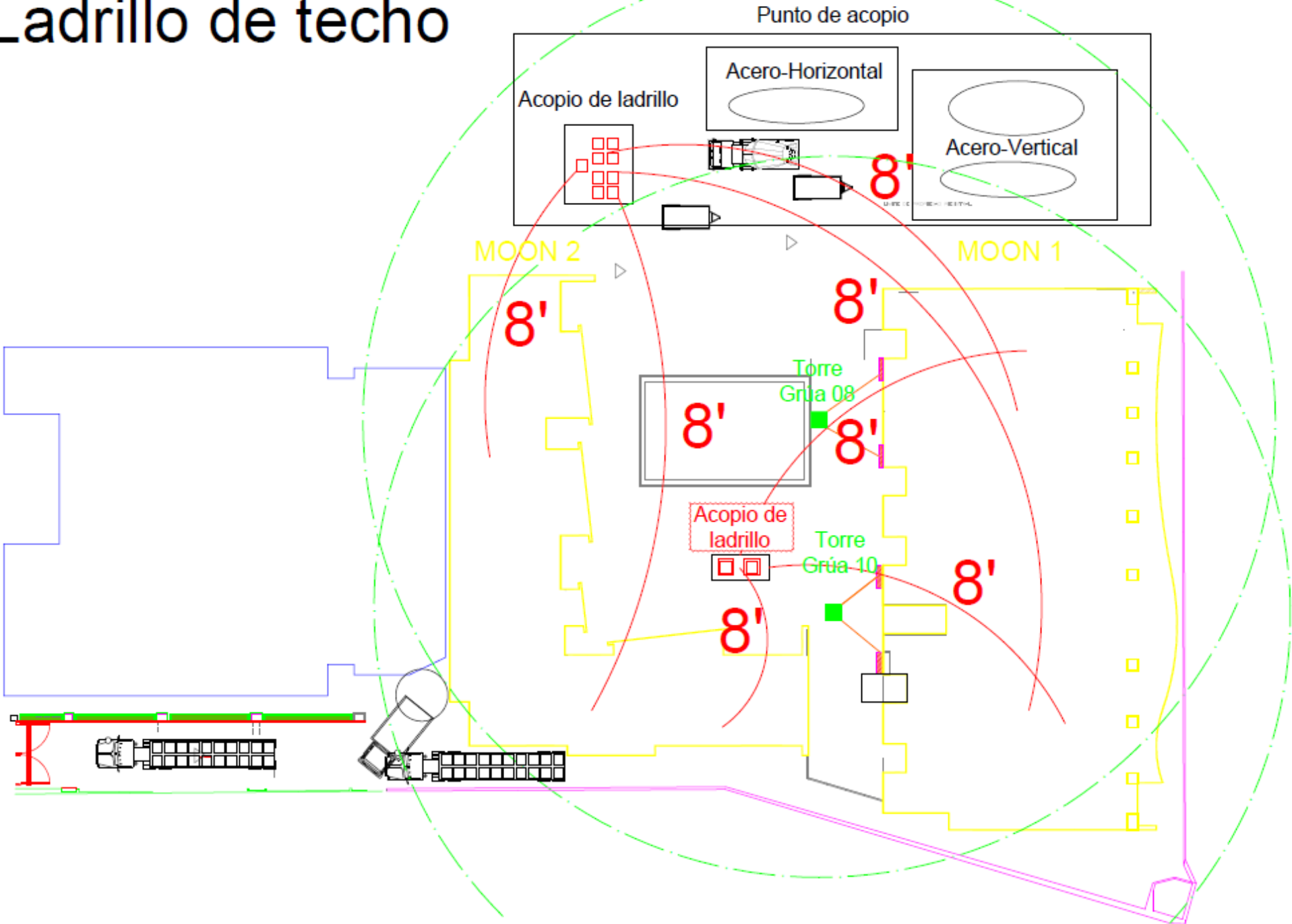
# Viaje 1 y 2



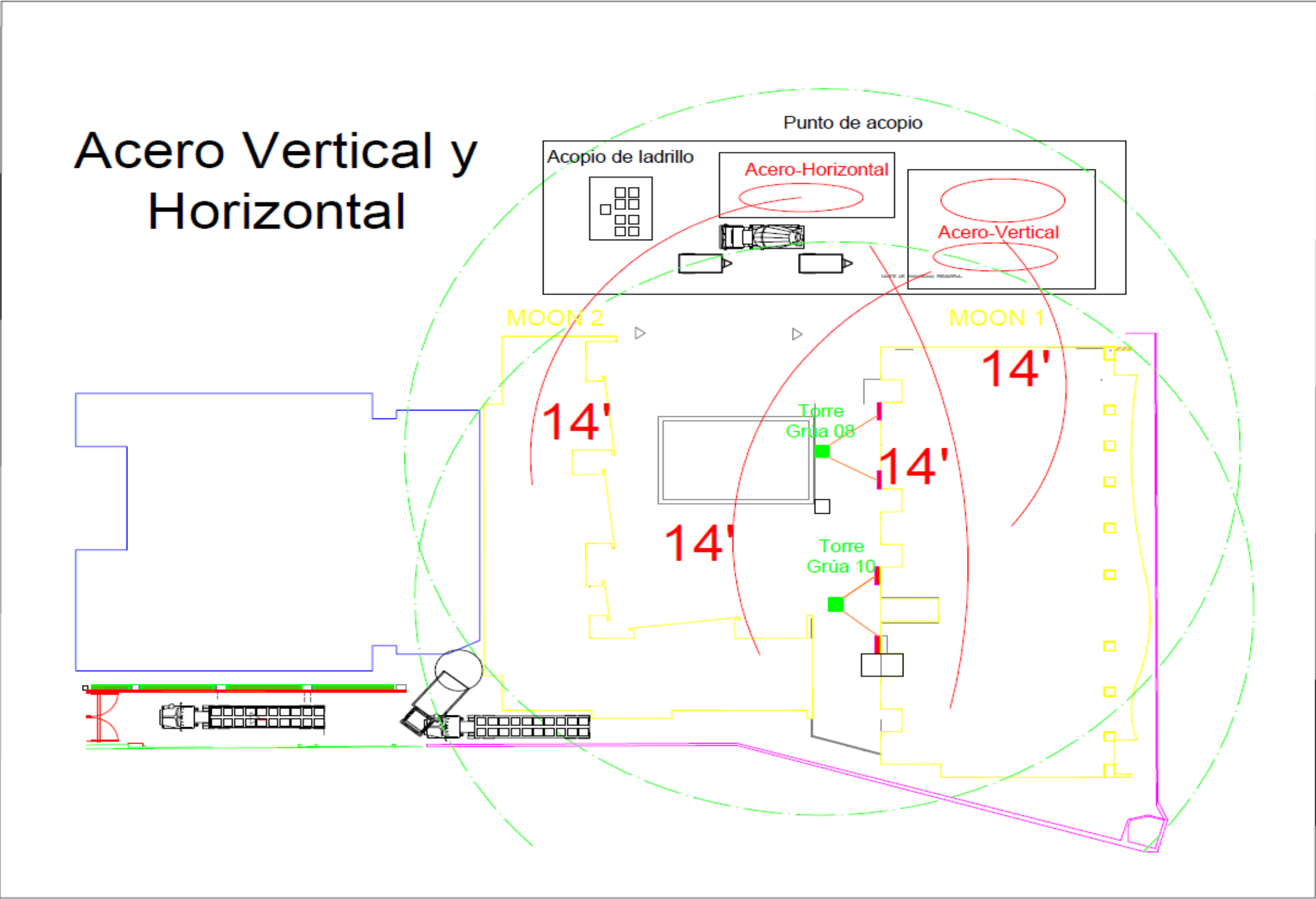




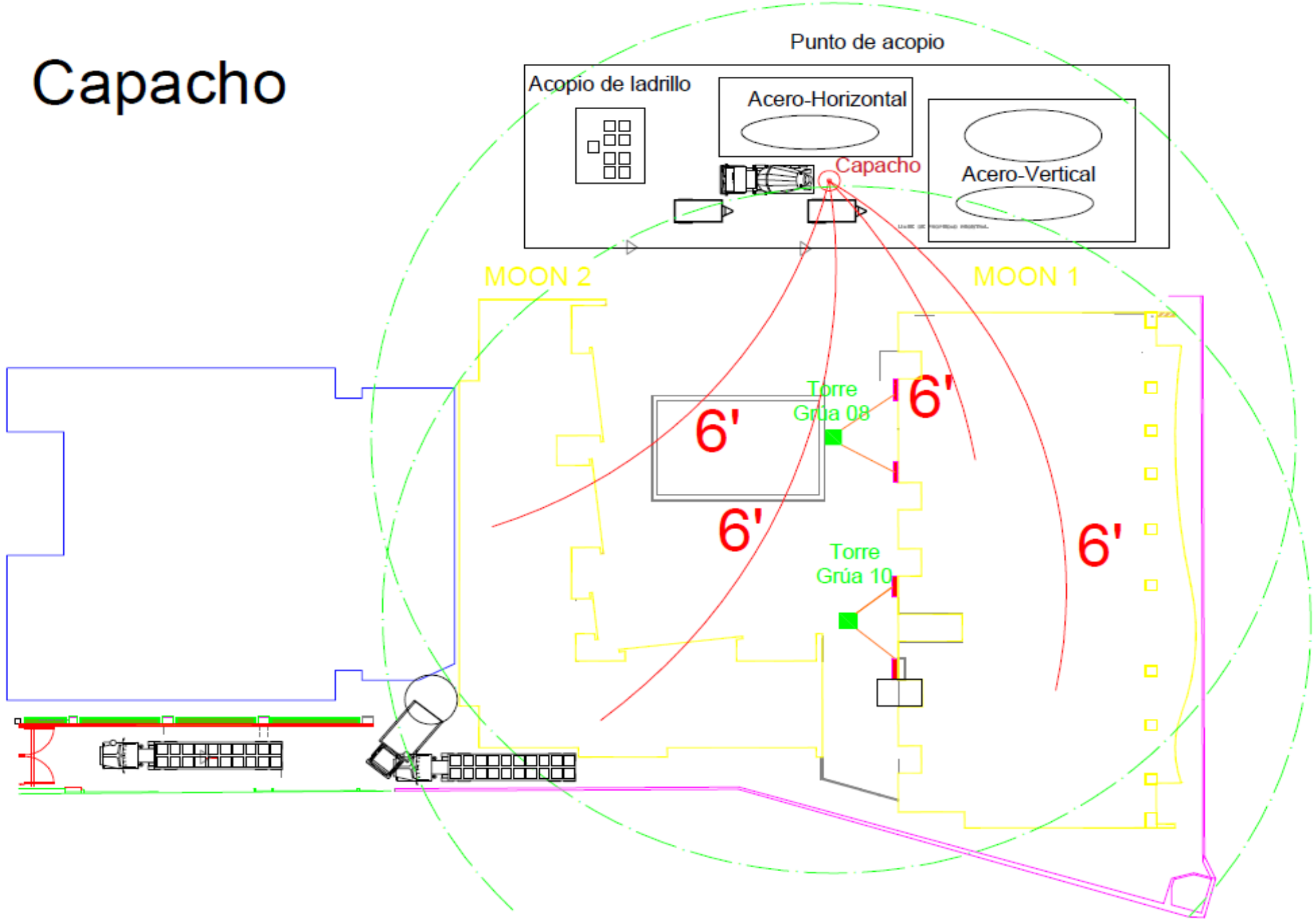
# Ladrillo de techo



# Acero Vertical y Horizontal



# Capacho



Anexo V: Matriz de consistencia

TITULO: PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE MATERIALES UTILIZANDO LA FILOSOFIA DE LEAN CONSTRUCTION EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES (CASO: PROYECTO MOON –SANTIAGO DE SURCO-LIMA)

Planteamiento del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Escalas de Medición	Metodología
<p><b>Problema Principal</b></p> <p>¿Cuáles son las <b>causas que originan pérdidas</b> en la construcción de edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?</p> <p><b>Problemas Secundarios</b></p> <p>A) ¿Cuáles son las causas que originan pérdidas <b>desde la mano de obra</b> en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?</p> <p>B) ¿Cuáles son las causas que originan desperdicios <b>desde los materiales de construcción</b> en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?</p> <p>C) ¿Cuáles son las causas que originan pérdidas <b>desde los equipos de obra</b> en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p><b>Determinar las causas que originan pérdidas</b> en la construcción de edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction para maximizar los recursos del proyecto Moon.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>A) <b>Determinar las pérdidas</b> causadas por la <b>mano de obra</b> en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.</p> <p>B) <b>Determinar los desperdicios</b> originados por los <b>materiales de construcción</b> en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.</p> <p>C) <b>Determinar las pérdidas e innovar</b> en la optimización de los <b>equipos de obra</b> en edificios multifamiliares utilizando la filosofía Lean Construction del proyecto Moon.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Al determinar las causas que originan pérdidas en la construcción se obtiene <b>mayor productividad y mejor sistematización</b> en el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares del proyecto Moon.</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>A) Al identificar pérdidas causadas por la mano de obra se obtiene <b>mayor productividad y mejor rendimiento</b> en edificios multifamiliares del proyecto Moon.</p> <p>B) Al Identificar desperdicios originados por los materiales de construcción se obtiene <b>mayor productividad</b> en edificios multifamiliares del proyecto Moon.</p> <p>C) Al Identificar pérdidas e innovar en la sistematización de equipos de obra se obtiene <b>mayor productividad y un mejor sistema</b> para el abastecimiento de materiales en edificios multifamiliares del proyecto Moon.</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p>Utilizando la herramienta <b>Lean Construction</b>.</p> <p><b>Sub-Variable</b></p> <p>Proceso de utilización de la herramienta <b>Lean Construction</b>.</p> <p><b>Dependiente</b></p> <p><b>Maximizar</b> los recursos que agregan valor y <b>minimizar</b> los desperdicios que no agrega valor.</p> <p><b>Sub-Variable</b></p> <p>Procesos de <b>maximizar el valor ganado</b> y <b>minimizar el desperdicio ganado</b></p>	<p><b>De la variable Independiente</b></p> <p>-Nivel General de Actividades</p> <p>-Medición de Torre Grúa</p> <p>-Medición de los equipos</p> <p><b>Dependiente</b></p> <p>-Mano de Obra</p> <p>- Materiales</p> <p>- Equipos</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p><b>Nivel General de Actividades</b></p> <p>-Medición de los trabajos productivos, contributorio y no contributorio.</p> <p>- Clasificación y resultados de los trabajos analizados en figuras y diagramas.</p> <p>- Gráfico de disgregación de los trabajos contributorio y no contributorio.</p> <p><b>Medición de torre grúa</b></p> <p>-Medición de los tiempos productivos, contributorio y no contributorio.</p> <p>- Clasificación y resultados de los tiempos analizados en figuras y diagramas.</p> <p>- Gráfico de disgregación de los tiempos contributorio y no contributorio.</p> <p><b>Medición de los equipos</b></p> <p>-Determinar los tiempos de traslado de los materiales (tiempo de carga, descarga, traslado, etc.)</p> <p><b>Dependiente</b></p> <p><b>Mano de Obra</b></p> <p>- Medir la producción actual mediante fichas de trabajos, que identifica a las cuadrillas con pérdidas. Aplicando mejoras y seguimiento continuo.</p> <p><b>Materiales</b></p> <p>-Planificar y ordenar el abastecimiento interno de los materiales.</p> <p>-Elaborar ciclos de tiempos de cada material.</p> <p><b>Equipos</b></p> <p>-Realizar estudios generales a los equipos.</p> <p>-Innovar en el acarreo de materiales y crear mediciones para obtener ciclos de tiempos.</p> <p>-Crear un cronograma con estos ciclos.</p> <p>- Realizar seguimientos y aplicar las mejoras continuas al acarreo de materiales.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>-Cuantitativa</p> <p>-Exploratorio</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>-Transversal</p> <p>-Correlacional</p> <p>-No experimental</p> <p>-Retrospectivo</p>