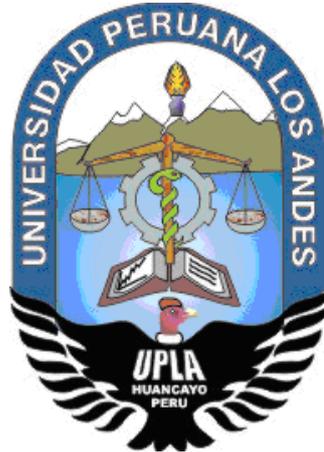


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:**

**APLICACIÓN DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE PILOTES DEL PUENTE  
LA CULTURA – AREQUIPA**

**PRESENTADO POR:  
BACHILLER: ZURITA HORNA FERNANDO ADRIAN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:  
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

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

**HUANCAYO – PERÚ  
2021**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO**

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA.**  
PRESIDENTE

---

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**  
JURADO

---

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**  
JURADO

---

**ING. RANDO PORRAS OLARTE**  
JURADO

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA.**  
SECRETARIO DOCENTE

## **DEDICATORIA**

A dios y mis padres por haberme apoyado incondicionalmente en la parte moral y económico.

También quiero dedicarles a mis familiares que me han brindado el amor y la calidez de la familia a la cual amo

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por cuidarme y protegerme, a mis padres por sus consejos he inculcarme valores. Agradezco a los maestros por los conocimientos brindados incondicionalmente, a mis compañeros

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE IMAGENES</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>13</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Problema</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Formulación y sistematización del problema</b>	<b>13</b>
1.2.1. Problema general	13
1.2.2. Problemas específicos	13
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>13</b>
1.3.1. Objetivo general	13
1.3.2. Objetivos específicos	14
<b>1.4. Justificación</b>	<b>14</b>
1.4.1. Justificación practica o social	14
1.4.2. Metodológica	14
<b>1.5. Delimitación del problema</b>	<b>15</b>
1.5.1. Delimitación Espacial	15
1.5.2. Delimitación Temporal	15
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>16</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>16</b>
2.1.1. Nacionales	16
2.1.2. Internacionales	18
<b>2.2. Marco conceptual</b>	<b>19</b>
2.2.1. Lean construction	19
2.2.2. Principios de Lean Construction	22
2.2.3. Teoría TFV (transformación–flujo–valor)	23

2.2.4. Fundamento teórico	24
2.2.5. Pilotes de concreto	25
2.2.6. Ubicación	28
2.2.7. Beneficios del Proyecto	29
2.2.8. Estudio socio Ambiental	29
2.2.9. Resultados de la evaluación social	31
<b>2.3. Definición de términos</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>33</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Tipo de estudio</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Nivel de estudio</b>	<b>33</b>
<b>3.3. Diseño de estudio</b>	<b>33</b>
<b>3.4. Población y muestra</b>	<b>34</b>
3.4.1. Población	34
3.4.2. Muestra	34
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>35</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>35</b>
<b>4.1. Características generales:</b>	<b>35</b>
<b>4.2. Consideraciones en el diseño del proyecto:</b>	<b>35</b>
<b>4.3. Componentes que conforman la solución óptima de la problemática:</b>	<b>35</b>
4.3.1. Puente arco bajo tablero:	35
<b>4.4. Especificaciones técnicas – pilotes – pilares – puente:</b>	<b>37</b>
4.4.1. Especificaciones técnicas para la construcción de pilotes:	37
<b>4.5. Procedimiento en la construcción de pilotes:</b>	<b>41</b>
4.5.1. Armado de Pilotes:	41
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Filosofía tradicional versus el nuevo concepto de construcción .....	21
Tabla 2 Diferencias entre Lean Construction y gerencia de proyectos .....	23
Tabla 3 Integración de la perspectiva TFV (transformación-flujo-valor) .....	24
Tabla 4 Profundidad máxima de excavación .....	27
Tabla 5 Programa de obra .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos .....	20
Figura 2 Rotura de suelo debido a excavación, en un modelo a escala reducida.....	27
Figura 3 Dos obreros murieron por derrumbe de excavación de zanja de desagüe, el 26 de Setiembre del 2006, en Cayalti. El suelo era arenoso y la excavación era de 3m de profundidad. Tomado del diario “La Industria” de Chiclayo. ....	28
Figura 4 Plano de ubicación del proyecto: .....	28
Figura 5 Área de influencia del proyecto.....	30
Figura 6 Planos del pilar 9 (P - 9).....	37
Figura 7 Planos del pilar 10 (P - 10).....	38
Figura 8 Planos del estribo 2:.....	39

## ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Perforación para pilotes en pilar 9 con pilotera .....	41
Imagen 2 Colocación de armadura de acero en pilar 9 para pilotes. ....	42
Imagen 3 Concreto en pilotes del pilar 10.....	43
Imagen 4 Terminación de pilotes en pilar 9 .....	43
Imagen 5 Colocación de acero y encofrado en zapata de pilar 10 posterior a la terminación de los pilotes.....	44
Imagen 6 Acero en columnas de pilar 1; se nos permitio traer encofrado trepante para realizar el tren de trabajo.....	44
Imagen 7 Uso de encofrado trepante en pilar 1 .....	45
Imagen 8 Viga de pilar 1 y terminacion del pilar.....	45
Imagen 9 Solado y perforaciones para inyeccion de agua cemento en pilar 2.....	46
Imagen 10 Colocacion de acero y encofrado en zapata de pilar 2.....	46
Imagen 11 Solado y perforación para inyecciones de agua cemento pilar 7 ...	47
Imagen 12 Inyecciones de agua cemento en pilar 7 .....	47
Imagen 13 Proceso constructivo del pilar 7 .....	48
Imagen 14 Proceso constructivo de pilar 9 .....	48
Imagen 15 Verificacion de encofrado y acero de pilar 9 .....	49
Imagen 16 Encofrado trepante en pilar 9 .....	49
Imagen 17 Culminación del pilar 9 .....	50
Imagen 18 Primera implementación de procesos con sistema lean, en elcual replanteamos el uso de encofrados y el uso de las gruas para mejorar la produccion de obra. ....	50
Imagen 19 Digitalización de procesos esquemáticos para control de produccion. ....	51
Imagen 20 Charla general de seguridad en obra .....	51

## RESUMEN

La presente investigación se planteado como problema general: ¿De qué manera influye la aplicación del Sistema Lean Construction en la Construcción de pilotes del puente La Cultura - Arequipa?, siendo el objetivo general: Determinar la influencia de la aplicación del Sistema Lean Construction en la Construcción de pilotes del puente La Cultura - Arequipa.

El método de la investigación es Cuantitativo, el tipo de investigación será Tecnológico, de nivel Aplicativo donde la población de la investigación fue en el Puente La Cultura – Arequipa

**Palabras clave:** Lean Construction, Planeamiento en Obra, Big Room.

## **ABSTRACT**

The present investigation is posed as a general problem: How does the application of the Lean Construction System influence the construction of piles of the La Cultura - Arequipa bridge? The general objective is: Determine the influence on the evaluation of the application of the Lean Construction System in the construction of piles of the La Cultura - Arequipa bridge.

The research method is Quantitative, of the type of research it will be Technological, of the Applicative level where the population of the research was in the Puente La Cultura - Arequipa

Keywords: Lean Construction, Site Planning, Big Room

## INTRODUCCIÓN

En la presente investigación titulada “**APLICACIÓN DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN DE PILOTES DEL PUENTE LA CULTURA – AREQUIPA**”, permite definir la aplicación del Sistema lean construction en la construcción de pilotes, con el propósito de definir los procesos constructivos de la ingeniería y poder determinar los trabajos contributarios y no contributarios así mismo mejorar la toma de decisiones a nivel de ingeniería y logística, para lograr la satisfacción de la construcción de pilotes con el Sistema lean construction.

El informe de trabajo se ha dividido en cuatro capítulos:

**CAPITULO I:** En este capítulo se enmarca el planteamiento del problema, formulación del problema general, problema específico. Objetivo general, objetivo específico, justificación y delimitación especial y temporal.

**CAPITULO II:** En este capítulo se da a conocer el marco teórico donde se define los antecedentes del estudio y todos los conceptos teóricos.

**CAPITULO III:** En este capítulo se detalla la metodología, método, el tipo, el nivel y el diseño de la investigación. También se señala la población y la muestra, y las técnicas en instrumentos usados en la recolección de datos.

**CAPITULO IV:** En este capítulo se nombra todos los resultados obtenidos. Finalmente se presenta las conclusiones, las recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Problema

### 1.2. Formulación y sistematización del problema

#### 1.2.1. Problema general

¿De qué manera aporta mejoras a los procesos constructivos y la organización la aplicación de la filosofía Lean Construction a nivel de costos y tiempos en la construcción de pilotes del puente La Cultura - Arequipa?

#### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué parámetros (procesos constructivos, materiales y mano de obra) son necesarios para determinar la mejor planificación de la construcción de pilotes en el Puente La Cultura – Arequipa?
- ¿Qué tipo de herramientas y planificación de lean construcción serán utilizados para la construcción de pilotes del puente La Cultura - Arequipa?
- ¿De qué manera la filosofía lean construcción mejora la construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Determinar los aportes de mejora a los procesos constructivos y la organización de la aplicación de la filosofía Lean Construction en nivel de costos y tiempos en la Construcción de pilotes del puente La Cultura - Arequipa.

### 1.3.2. **Objetivos específicos**

- Identificar los procesos constructivos, materiales y mano de obra que determinaran la planificación de la construcción de los pilotes en el Puente La Cultura – Arequipa.
- Determinar las herramientas y planificación que se utilizara en la construcción de pilotes del puente La Cultura - Arequipa.
- Evaluar la mejora que aporta el uso de la filosofía lean en la construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa.

## 1.4. **Justificación**

### 1.4.1. **Justificación practica o social**

Este informe se realiza porque existe la necesidad de aplicar la mejora de la productividad en el proyecto de construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa con la aplicación de la filosofía Lean Construcción. La implementación de esta filosofía en los proyectos civiles considerados casos de estudio permitirá, inicialmente, comprender datos relacionados con la productividad y el proceso de construcción, y en otros ejemplos, dará como resultado la aplicación de las medidas correctivas adecuadas para mejorar el desempeño en términos reales del proyecto, porque la adopción de una adecuada gestión del proyecto de construcción tiene un impacto positivo en la producción y cumplimiento de un período predeterminado.

### 1.4.2. **Metodológica**

Este informe propone la aplicación de la filosofía Lean Construcción para la optimización de la productividad, procesos constructivos y mano de obra en el proyecto de construcción de pilotes del Puente la Cultura – Arequipa. Como sostiene la

filosofía de Lean Construction de acuerdo con la implementación del modelo de gestión de proyectos, las herramientas consideradas para ser utilizadas en el desarrollo de la gestión de obra son herramientas cuantitativas, medianas y dimensionales. Por cierto, los datos registrados representan ejemplos de trabajo de campo y los resultados brindan una visión de la realidad del proyecto, sobre las pérdidas incurridas y la probabilidad de retornos, el nivel de variabilidad y otros aspectos que determinan el comportamiento de las Variables que inciden en el desarrollo de los procesos de construcción que pueden resultar en retrasos en la producción.

## **1.5. Delimitación del problema**

### **1.5.1. Delimitación Espacial**

El presente informe se desarrolla en el distrito de la Cerro Colorado, que conforma la provincia de Arequipa en el departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno regional de Arequipa, en el sur del Perú.

### **1.5.2. Delimitación Temporal**

El desarrollo de este informe se llevará a cabo en el mes de noviembre del año 2017 hasta diciembre del año 2021.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Nacionales

- (Quispe Mitma, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** Aplicación del programa “lean construction” para optimizar la productividad en el proceso constructivo de proyectos de edificación, Huancavelica, en el año 2017, el cual fija como **objetivo general:** fue determinar el impacto de la aplicación acerca de las técnicas del programa Lean Construction en la producción durante la implementación de la construcción en la región de Huancavelica en 2017, empleando la **metodología** en el trabajo mencionado de investigación es experimental y Explicativo, obteniendo como **resultado:** En la aplicación en las actividades de la obra, obtuvimos conforme al grupo experimental por medio de p-valor comprobado o calculado inferior ( $0.044 < \alpha=0.05$ ) al valor del nivel acerca de la significancia 0.05 y el  $t = -2.301$ , y finalmente **concluyo:** La aplicación a la actividad de obra y la aplicación de nivel, influye de manera contundente, de acuerdo a la producción en el transcurso del proceso constructivo sobre las obras acerca de la edificación en la región de Huancavelica en el año 2017.
  
- (Sanchez Cusihuaman, Rosa Cruz, & Benavides Salazar, 2016) presento la tesis de post grado **Titulado:** “Implementación del sistema Lean Construction para el proceso de mejora de rendimientos acerca de la producción en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de las viviendas multifamiliares”, el cual fija como **objetivo general:** Implementar las técnicas de gestión de productividad de la filosofía “Lean Construction” para mejorar la producción de los trabajos de concreto armado para edificación de viviendas multifamiliares, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado

desde un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación es experimental, obteniendo como **resultado**: Los niveles óptimos acerca de TP 60%, TC 25% mientras en TNC 15%, en los proyectos posteriores, requieren de las herramientas responsables propuestas en este trabajo, las cuales deben combinarse con una adecuada gestión de contratos, durante el desarrollo. diseñar e implementar tecnología e innovación en el proceso de construcción, y finalmente **concluyo**: Si bien implementar la filosofía de construcción ajustada no es una de las tareas fáciles, es un requisito importante reconocer a todas las partes involucradas en el proceso, comenzando por los gerentes, ingenieros, técnicos y personal, que se desempeñan en base a los objetivos básicos descritos en el proyecto por costo, calidad, tiempo y también la seguridad.

- (Castro Paico & Ruiz Dávila, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado**: “Optimización del rendimiento del proyecto de edificación nuevo Centro de Salud a desarrollarse en el distrito de Luya - Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction”, el cual fija como **objetivo general**: Elaborar una metodología que optimice el desempeño en la ejecución del Proyecto, empleado con la metodología acerca del proceso de Lean Construction, donde permitió reducir las pérdidas en la construcción, empleando la **metodología**: En el presente trabajo de investigación es Descriptivo y Explicativo, obteniendo como **resultado**: La planificación tradicional de la manera que el CPM (Critical Path Method o Método de la Ruta Crítica) incluye un lote desesperado que eventualmente se incluye en el presupuesto por medio de las consecuencias por altos costos, y eventualmente **concluyo**: Según la planificación tradicional no se usan en proceso los detalles sobre los diarios de la construcción detallado, lo que más genera incertidumbre. Donde este tipo de incertidumbre se reflejan en el índice de la construcción de las unidades.

### 2.1.2. Internacionales

- (Martínez Ribón, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Propuestas de metodologías para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en los proyectos acerca de la construcción”, el cual fija como **objetivo general:** Aplicar la filosofía Lean a proyectos de construcción colombianos, teniendo en cuenta el modelo de planeación y ejecución tradicional, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo Aplicada de nivel Explicativo, diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** La implementación así mismo la aplicación de la Filosofía Lean para proyectos de construcción arroja buenos resultados en términos de gestión administrativa, planificación y proceso de ejecución de proyectos, se comprueba una importante reducción de pérdidas durante el proceso de construcción, y finalmente **concluyo:** Las empresas constructoras que buscan mejorar la productividad del proyecto de manera espectacular, han puesto en marcha la capacidad y el compromiso de los responsables de diseñar y ejecutar el proyecto en la gestión administrativa.
- (Oliveira Filho, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Metodología para la reducción de pérdidas en la etapa de ejecución de un proyecto de construcción”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar una propuesta metodológica para controlar y reducir los residuos durante la fase de ejecución de un proyecto de construcción, empleando la **metodología** den enfoque Cuantitativa, de tipo aplicada de nivel explicativo, obteniendo como **resultado:** La ejecución de procesos es una etapa que consume muchos recursos y la aplicación de metodologías para realizar la gestión de procesos ayudará a la misma administración, y en última instancia, y finalmente

**concluyo:** Antes de financiar la productividad mostrada en el sector de la construcción, recomendamos la implementación del concepto del mecanismo de Lean Construction, que se ha demostrado en investigaciones anteriores sobre diversos proyectos para reducir el costo total de los daños debidos.

- (Oliveira Filho, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Metodología para la reducción de pérdidas en la etapa de ejecución de un proyecto de construcción”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar una propuesta metodológica para controlar y reducir los residuos durante la fase de ejecución de un proyecto de construcción empleando la **metodología** es de enfoque Cuantitativa, tipo de indagación aplicada de nivel explicativo, obteniendo como **resultado:** La ejecución de procesos es una etapa que utiliza muchos recursos y aplicar una de las herramientas o mecanismos para realizar la gestión de procesos ayudo a gestionarla de manera eficiente, y finalmente **concluyo:** Antes de financiar la productividad mostrada en el sector de la construcción, se sugirió la implementación del concepto acerca del proceso de la Lean Construction, que se ha demostrado en investigaciones anteriores sobre diversos proyectos para reducir el costo total de los daños debidos.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Lean construction

#### A. Orígenes del concepto lean construction.

Debemos tener en cuenta la idea de Lean, es una manera actual de administrar en la construcción y lo adapta las metodologías acerca de las manufacturas a la construcción, y no olvidándonos de la dinámica existente de la construcción y llegar a lograr mayor estandarización de los proyectos. (Howell, 1998) nos da a conocer sobre la administración de la construcción basado en la idea de Lean, es distinto en el proceso de la práctica frecuente según:

- Se diseño el producto y también en el proceso.
- Tenemos que aplicar en el proceso de control de la producción antes y durante el tiempo de ejecución de la realización del proyecto.
- También colabora a optimizar el trabajo del usuario en el proyecto.
- Se tiene en cuenta que se conocen y se tienen claros los objetivos del proyecto

(Porras Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014) nos da a conocer sobre la producción a través del flujo de materiales hasta el producto final, los materiales son procesados o modificados, inspeccionados, anticipados permanentemente o en movimiento.

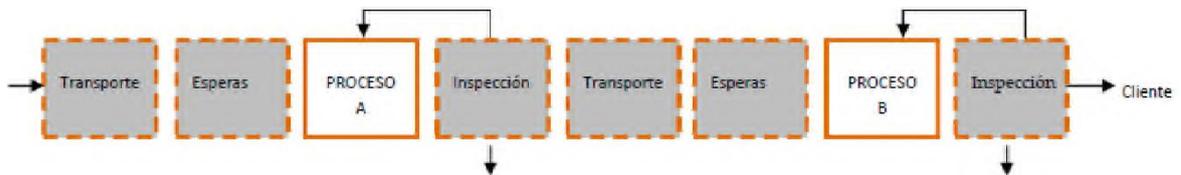


Figura 1 Esquemas conceptuales de la producción Lean como un flujo de procesos  
 Fuente: Aplicación de "lean construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017. De Quispe Mitma, Raúl Ernesto.

La eficiencia de producción se debe a la eficiencia de la actividad de transformación y la eficiencia del flujo de actividad (que realiza la actividad de transformación).

(Koskela, Filosofía Lean Construction, 1992) La filosofía de Lean Construction puede capturar la singularidad de los sistemas de producción en el sector de la industria de la construcción, ofreciendo una variedad de herramientas para abordar el dinamismo, variabilidad y también la puntualidad acerca sobre los proyectos.

Tabla 1  
Filosofías tradicionales versus el nuevo concepto de construcción

	<b>Concepto tradicional de producción</b>	<b>Nuevo concepto de la producción</b>
<b>Objetivo</b>	Afecta a los productos y servicios.	Afecta a las actividades en una empresa.
<b>Alcances</b>	Actividades sobre el control.	Gestión, asesoramiento y control.
<b>Modos de aplicación</b>	Impuestos por la dirección.	Por convencimientos y participaciones.
<b>Metodología</b>	Detectar y también corregir.	Prevenir.
<b>Responsabilidad</b>	Del departamento sobre la calidad.	Compromisos de todos los integrantes - empresa.
<b>Clientes</b>	Ajeno a la empresa.	Internos y también externos
<b>Conceptualización de la producción</b>	La producción que está compuesto por varias actividades acerca de la conversión que son añadidos valor al producto.	La producción que está compuesta por actividades que no agregan los principales valores sobre los flujos
<b>Control acerca de la producción</b>	Dirigido al costo de las actividades.	Dirigido al tiempo, costo y valor de actividades. Los flujos
<b>Mejoramiento</b>	Eliminación de las actividades que no agregan valor (perdidas), Incremento de la eficiencia de las incrementando la eficiencia de las conversiones a través de las actividades que lo generan, a través utilización de nueva tecnología sobre el mejoramiento continuo y como también en la implementación de las nuevas tecnologías.	

Fuente: Koskela (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction

En el Perú a lo largo de los años y como también en los últimos años tiene una gran intensidad y también formalidad, se han desarrollado prácticas relacionadas con la implementación del programa de Lean Construction en varios tipos de los proyectos acerca de la construcción, si el objetivo principal de la filosofía Lean es eliminar los no valores que realizado durante el proceso de construcción. “Se basan en principios como el timing y el control de calidad total basado en un proceso continuo, y también aplica herramientas de planificación como el sistema Final

Planner que modifican los sistemas tradicionales de planificación y control de obra” (Quispe Mitma, 2017)

### **2.2.2. Principios de Lean Construction**

(Koskela, Filosofía Lean Construction, 1992) explica acerca de la filosofía del proceso de Lean Construction propone una de las bases del análisis de los 09 principios fundamentales para ejecutar el control y así mismo la administración adecuada sobre la producción, a saber:

- 1.Reducir sobre las actividades que no son agregados a los valores (Koskela, 1994).
- 2.Incrementar los valores de los productos a través de las consideraciones sistemáticas de los requerimientos del cliente.
3. Reducir las variabilidades.
4. Reducir tiempos del ciclo.
5. Simplificar por medio de la minimización acerca de los pasos y las partes.
6. Aumentar las transparencias en los procesos.
7. Enfocar controles al proceso completos.
8. Introducir mejoramientos continuos de los procesos.
9. Referenciar de manera permanente en los procesos (Benchmarking)

Tabla 2  
Diferencias entre Lean Construction y gerencia de proyectos

<b>Herramientas</b>	<b>Lean Construction</b>	<b>Formas actualizadas de gerencia de proyectos</b>
<b>Control</b>	Hacen que las cosas pasen.	Es visto como los de un resultado de un monitoreo.
<b>Rendimiento</b>	Máxima el valor, minimizando pérdidas. Se enfoca al proyecto general.	Optimización de cada una de las actividades de manera independiente producido una reducción en el rendimiento total.
<b>Entrega</b>	Utilizando conceptos de diseño simultáneos: Coordinación entre ingeniería y como también la construcción.	No resalta iteraciones que produce perdida, aun con la implementación de la constructibilidad.
<b>Valor</b>	Para los clientes, se define, crea y entrega durante la ejecución del proyecto.	El propietario determina todos los requisitos al inicio y al final de la entrega, en función de los cambios tecnológicos, económicos y de mercado que se vayan produciendo.
<b>Coordinaciones</b>	Acerca de "jalar" para poder provocar un flujo de manera continuo.	A continuación, le indicamos cómo comenzar a completar el cronograma. La coordinación se trata de personas y no del equipo.
<b>Descentralizar</b>	Se fomenta la participación del equipo para crear transparencia y confianza. Todos los equipos conocen toda la información sobre el proyecto.	Cada uno de los grupos manejan sus propias documentaciones.

Fuente: [www.leanconstruction.org](http://www.leanconstruction.org)

### 2.2.3. Teoría TFV (transformación–flujo-valor)

(Koskela, Transporte de Flujo y Valor de Productos, 2000) sugiere que la producción podría redactarse en una de tres formas, como transformación, flujo y valor, y si el valor de la producción debe usarse en conjunto.

No existen alternativas exclusivas ni teorías de producción en competencia, pero son parciales y complementarias.

Tabla 3  
Integraciones acerca de la perspectiva TFV (transformación-flujo-valor)

	<b>Perspectivas acerca de la conservación</b>	<b>Perspectiva acerca del flujo</b>	<b>Perspectiva de generación de valor</b>
<b>Conceptualización producción</b>	Como una transformación sobre el input en el output.	A medida que fluyen los materiales, componentes para transformación, inspección, transporte y expectativas.	Como producto que genera valor, para los clientes partiendo de la satisfacción acerca de las necesidades.
<b>Principios principales</b>	Realizar la producción en las formas más eficiente.	Eliminar pérdidas (actividades que no fueron agregados según el valor)	Eliminaciones de las pérdidas sobre el valor.
<b>Métodos y las prácticas</b>	WBS, MRP, OBS.	Flujo de producción continuo, mejora continua.	Métodos de la captura de los requerimientos, despliegues de las funciones de calidad.
<b>Contribución de la práctica</b> <b>Nombre sugerido</b>	Tener cuidado con lo que tiene que hacer.	Tener cuidado de que el cliente pueda hacer todo lo posible	Cuidar lo que el cliente necesita puede ser satisfactorio.
<b>Para la aplicación de la práctica perspectiva</b>	Task Management.	Flow Management.	Value Management.

**Fuente:** Koskela (2000) An exploration towards a production theory and its application to construction Ph.D. thesis, Helsinki University of Technology, Helsinki, Finland.

#### 2.2.4. Fundamento teórico

##### A. Productividad en la construcción

Sabemos que la productividad es una de las medidas de eficiencia que administra los recursos para poder completar un producto en particular, en una ubicación predeterminada y un estándar de calidad predeterminado. **Fuente especificada no válida.**

## **B. Tipos de productividad en la construcción**

Productividad con el uso adecuado de los factores de la producción, de este modo la productividad se clasifica en:

- Productividad equipos
- Productividades materiales
- Productividad en la mano de obra

De acuerdo a las tres categorías acerca de la productividad anteriores, que se derivan de la mano de obra, describen "un elemento crítico, a saber, los recursos que generalmente determinan las etapas de trabajo en la construcción y de los que depende en gran medida la productividad adicional a los recursos", por lo tanto, también depende en gran medida de los recursos lógicos que toda obra debe poseer.

### **2.2.5. Pilotes de concreto**

(Urbina Palacios , 2004) Los pilotes del concreto es un elemento prefabricado de hormigón armado o en condiciones no relacionadas. Suelen tener secciones cuadradas u octogonales y soportan cargas axiales de 450 a 3500 KN. Ahora los pilotes están pensados para ser una buena alternativa, más resistentes a la flexión y, en consecuencia, menos vulnerables a la hora de maniobrar y pilotar. La simulación es generalmente una mejor opción que el poste tenso porque permite cortar, si es necesario, sin afectar la fuerza de la simulación. Los pilotes de hormigón no toleran condiciones de fundición difíciles como el acero y tienden a romperse. Los pilotes de hormigón son definitivamente muy populares porque son más económicos que los pilotes de acero y la capacidad de carga es importante (pg. 05)

## A. El proceso constructivo

(Rodríguez Serquén, 2016) Los aspectos constructivos deben tenerse en cuenta en el diseño de las cimentaciones. Debe evitar daños a terceros mientras fabrica cemento de construcción. El tipo de las cimentaciones elegido determina la excavación (desequilibrio del piso) que se realizará (pg. 05).

Hay diseñadores que son éticos, legales y profesionales, en caso de accidente o incidente. De ahí que sea necesario conocer las responsabilidades de los proyectistas y constructores, o proyectistas estructurales en relación con otros profesionales (sanitarios, mecánico - eléctricos).

Peligroso si se excava sin los soportes adecuados. A veces, los edificios de las aldeas están hechos de adobe y el nivel de cemento es más alto que el del cemento nuevo. Si el edificio es urbano, ¿cuál es la responsabilidad del constructor, diseñador o cualquiera que estudie el suelo?

Con respecto a la excavación de cemento y aditivos, Peck, Hanson y Thornburn, en su libro "Cement Engineering", página 205, lo mencionan de la siguiente manera: un espacio determinado, no planificar el apuntalamiento, si es necesario. Esta operación se considera responsabilidad del contratista. Sin limitación, generalmente es deber de los ingenieros aprobar o rechazar los procedimientos de construcción propuestos por el constructor y revisar el proyecto del apelante".

Las plantas de las casas viejas son generalmente cuando están excavadas, de adobe o muy viejas. También hay lesiones que pueden resultar en lesiones o la muerte de un empleado. Cuando se excava una zanja en una losa granular, la tabla se rompe en bloques casi triangulares, de modo que el ángulo  $\theta = 45 + \phi / 2$ . Donde  $\phi$  es el ángulo de fricción interna del piso. Lo más conveniente es la distancia del edificio al pueblo, la distancia  $x =$

$H \text{ ctg} (45 + \phi / 2)$ . Por ejemplo, para arena  $\phi = 30^\circ$ ,  $x = 0,577 H$  (página 06).

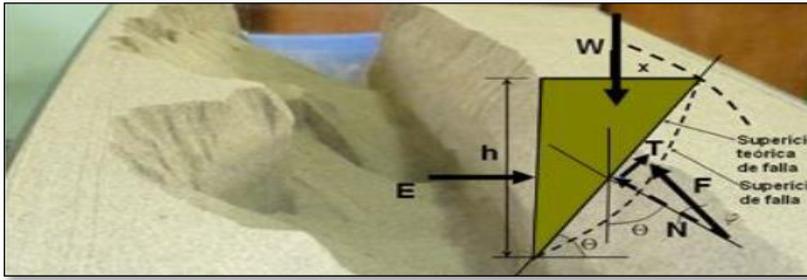


Figura 2 Rotura de suelo debido a excavación, en un modelo a escala reducida.  
Fuente: Rodríguez (2016)

En superficies cohesivas y granulares, las alturas críticas de  $H_c$  son correctas, desde la excavación vertical o la profundidad de la pendiente hasta la construcción, sin la necesidad de soporte adicional:

$$H_c = \frac{2c}{\gamma} \sqrt{\frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}}$$

Entonces cohesión,  $\phi$  el ángulo de fricción interno y el peso específico de la masa del suelo. Casos anteriores han demostrado que, para niveles sin cohesión, la altura crítica es cero.

Para un piso cohesivo (arco o limusina)  $\phi = 0$ ,  $\gamma = 1800$  kg/m, entonces  $H_c = 2c / \gamma$ . Para superficies granulares (arena),  $\phi = 30^\circ$ ,  $\gamma = 1600$  kg / m<sup>3</sup> y  $c = 0$ . La altura máxima de excavación de cohesión se obtiene:

Tabla 4  
Profundidad máxima de excavación

Cohesion, c (kg/cm <sup>2</sup> )	ARCILLAS f=0 (m)	ARENAS c=0 (m)	ARENAS CON FINOS f, c ≠ 0 (m)
0.05	0.5	0	1.1
0.10	1.1	0	2.2
0.20	2.2	0	4.3
0.30	3.3	0	6.5
0.40	4.4	0	8.7

Fuente: Rodríguez (2016)



Figura 3 Dos obreros murieron por derrumbe de excavación de zanja de desagüe, el 26 de Setiembre del 2006, en Cayalti. El suelo era arenoso y la excavación era de 3m de profundidad. Tomado del diario "La Industria" de Chiclayo.  
**Fuente:** Rodríguez (2016)

## 2.2.6. Ubicación

La longitud del proyecto es de 20.5 Km.

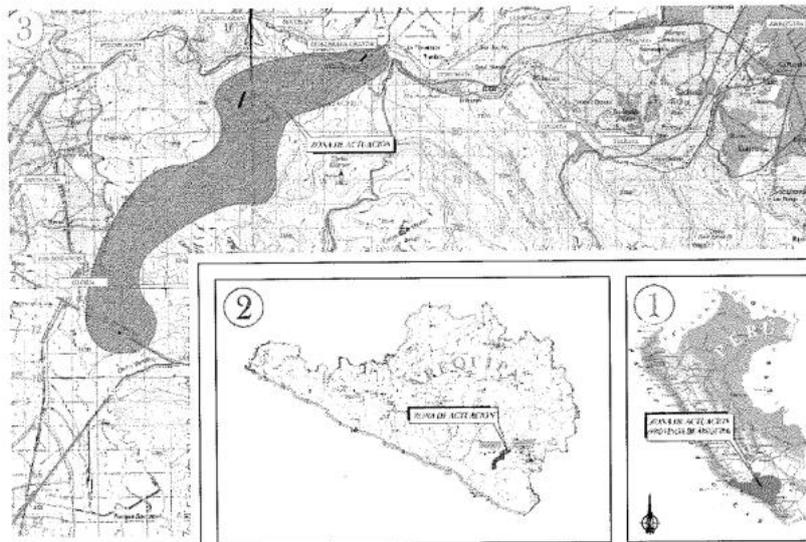


Figura 4 Plano de ubicación del proyecto:

### **2.2.7. Beneficios del Proyecto**

Los beneficios directos del proyecto se reflejan en ahorro por costos acerca de las operaciones vehiculares y los ahorros por disminución de tiempo de viaje.

Los beneficios por ahorros en costos de operación vehicular son calculados para realizar la comparando acerca de los costos operativos de diferentes tipos de los vehículos, que se han considerado dos escenarios: sin y como también con proyecto.

La simulación del comportamiento de la carretera durante el periodo de evaluación y el cálculo de los beneficios se realiza con el Modelo HDM III, el cual determina aspectos y también permite determinar las necesidades futuras de mantenimiento y conservaciones de las vías.

### **2.2.8. Estudio socio Ambiental**

#### **A. Área de influencia Ambiental del Proyecto**

Considerando el nivel de interrelación que el proyecto emprenderá con los diferentes componentes socioambientales, el área de influencia se ha dividido en dos zonas. Directa e Indirectas, para ello se tomó como punto de referencia el trazo de la autopista Arequipa – La Joya para lo cual se aplicaron los siguientes criterios ambientales:

- Información cartografía mapa de localización y vías de acceso.
- Información sobre las actividades a realizar, conociendo en última instancia las actividades, para predecir los riesgos para los trabajadores, la sociedad y el medio ambiente.
- Condiciones meteorológicas para evaluar la influencia de la dirección de viento en la calidad de aire.
- Características geográficas de la zona tales como: topografía, clima, hidrografía y vegetación, etc.



### 2.2.9. Resultados de la evaluación social

Evaluación económica integral de la alternativa planeada se realizó combinada los flujos netos (costos incrementales menos beneficios incrementales).

La alternativa analizada está orientada a solucionar el problema principal del área de influencia, relacionada transpirabilidad de la infraestructura vial.

La evaluación social recogida en el estudio de Factibilidad recomienda en un futuro unir la autopista con la carretera de Uchumayo antes del río Chili. Para este fin se ha previsto un paso inferior para futuro enlace km 18+640.

### 2.3. Definición de términos

- a) **Actividad:** En un contexto productivo, la palabra "actividad" se refiere a una serie de procesos que se emprenden simultáneamente o posteriormente para la adquisición de un producto.
  
- b) **Calidad:** Cuando se hace referencia al término calidad en el producto final, se refiere a algunas características o especificaciones que determinan si el producto final mencionado anteriormente cumple con los estándares de la industria y las necesidades del cliente.
  
- c) **Ciclo:** El término también se conoce como ciclo de vida y se refiere a un conjunto de actividades relacionadas que transforman continuamente un elemento o material de entrada en un resultado concreto o producto final.

- d) **Conversiones:** La conversión es una actividad de transformación que convierte materiales e información en productos, por lo que en el proceso productivo es una actividad que agrega valor”. En el modelo de Lean Construction, la conversión está asociada con el trabajo productivo.
  
- e) **Cuadrilla:** En la práctica general de la construcción, una cuadrilla se reconoce como un pequeño grupo de trabajadores asignados para completar una tarea de construcción específica.

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo de estudio

Se empleo esta investigación de tipo de investigación será TECNOLÓGICO, ya que los resultados de la indagación son tecnológicos se miden por su eficiencia, rendimiento o también por productividad.

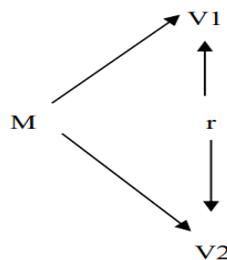
### 3.2. Nivel de estudio

Se empleo esta investigación de nivel APLICATIVO, Plantea encontrar la solución a problemas o intervenir en la historia natural de los eventos. En marca a la innovación técnica, artesanales e industriales.

### 3.3. Diseño de estudio

El diseño, estrategias metodológicas y estadísticas, se desarrollaron para lograr los objetivos de la investigación.

El presente estudio se desarrolló con un diseño No Experimental, debido a que las variables y transaccionales (descriptivo-correlacional) no fueron manipuladas intencionalmente y los datos fueron recolectados simultáneamente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2012).



Donde:

- M: Muestra - construcción de pilotes del Puente La Cultura
- V1 y V2: Variables
- V1: Lean Construction
- V2: Evaluación del Sistema

### **3.4. Población y muestra**

Para Tamayo, (2014); una población es “la totalidad de un fenómeno de estudio, incluyendo el total de unidades de análisis o entidades poblacionales que crean este fenómeno y debe calcularse para un estudio dado combinando alrededor de N entidades con características definidas y llamadas población porque incluye la totalidad de los fenómenos enumerados en los estudios de investigación”.

#### **3.4.1. Población**

Por tanto, la población para esta investigación fue todo el Procedimiento para la aplicación del Sistema Lean Construction en la construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa.

#### **3.4.2. Muestra**

Para el presente estudio se utilizó una muestra no probabilística (muestra dirigida), en la cual señala (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010) fue una muestra que no dependió de probabilidad, sino por razones relacionadas con las características del estudio. Para el presente estudio, toda la población suele ser manejable

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo de esta investigación se usó la técnica de recolección de datos por medio de las fichas realizadas basándose según la programación Lookahead con las cuales detectamos las restricciones de obra, parte del Last Planner que nos brinda un panorama más extenso constructivamente hablando, de la metodología Lean Construction, con la finalidad de analizar los plazos en cada uno del proceso de la construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa. De igual manera, se utilizó los reportes semanales de avance acerca de las actividades programadas.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Características generales:**

En el presente informe se plasma el análisis de las actividades realizadas en torno a los procesos constructivos utilizando la filosofía lean construction en la construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa. La ubicación del terreno contempla la construcción de la Vía Regional Arequipa – La Joya en las progresivas Km 0+000 al Km 24 + 540 Distritos de Cerro Colorado – La Joya.

#### **4.2. Consideraciones en el diseño del proyecto:**

Se está tomando las consideraciones para el diseño del proyecto: la mecánica de suelos en ambos límites del río Chili.

#### **4.3. Componentes que conforman la solución óptima de la problemática:**

##### **4.3.1. Puente arco bajo tablero:**

La solución adoptada para el Puente sobre el Río Chili está constituida por un puente arco metálico de 175 m de vano central completado mediante vanos auxiliares de 35 m de luz.

Las características topográficas del cruce y su emplazamiento requieren al Puente también el paso sobre la trinchera de ferrocarril, que discurre a unos 40 m. de las escarpadas laderas de la margen izquierda de la profunda quebrada del río Chili, que tiene una altura máxima de más de 200 m. desde la rasante del proyecto. La imposibilidad de disponer apoyos en las zonas más complicadas de estas laderas, requiere una obra con un vano principal de 175 m de luz.

En el lado derecho, tras la zona de fuertes laderas, hay un campo de corta duración de terreno ondulado, donde es necesario extender la estructura para que la altura del puente lo pueda hacer

unos escalones lo suficientemente alto. Todo esto determina la longitud total requerida para la obra, que aproxima a 371 m.

En cuanto al diseño de los pilotes solo se tomaron en cuenta para elementos específicos los cuales son el pilar 9 (P-9); pilar 10 (P-10) y estribo 2 (E-2) los cuales según el estudio geotécnico requieren de este tipo de refuerzo para la cimentación de cada elemento.

Como aporte de la Aplicación de la filosofía de Lean Construction, fue el replanteo de la indicación del expediente técnico en cuanto a realizar las excavaciones de forma manual. Lo planteado a la supervisión de obra, la cual transmitió al cliente Gobierno Regional Arequipa (GRA) fue el de poder hacer las perforaciones con un equipo pesado (piloteadora), **de esta forma damos el primer aporte de tiempo** acortando el plazo de ejecución de los pilotes y mejorando los estándares de seguridad y salud en el trabajo ya que de esta forma evitaremos trabajar en zonas confinadas teniendo riesgo de caídas y atrapamientos. Seguidamente teniendo la aprobación para realizar los trabajos con el equipo pesado (piloteadora), el contratista optimiza recursos ya que se manifiestan mejores panoramas en términos de planificación de obra Last Planner System (El último planificador) que en este caso vendría ser la función del señor Fernando Adrián Zurita Horna.

En este momento es cuando **obtenemos el segundo aporte de costos**, Al poder realizar una buena organización de cuadrillas necesarias y futuros trabajos contando con los recursos necesarios el contratista podrá evitar pérdidas y pagos excesivos de planillas ya que se arman las distribuciones de frentes de trabajo y así mismo los trenes de trabajo (Trabajos consecutivos que se pueden realizar en paralelo o independientemente), lo cual nos ayuda a tener una mejor logística de adquisición de materiales, equipos y personal en obra.

#### 4.4. Especificaciones técnicas – pilotes – pilares – puente:

##### 4.4.1. Especificaciones técnicas para la construcción de pilotes:

###### A. Descripción:

Se construirán pilotes en los elementos indicados (PILAR 9 (P-9); PILAR 10 (P-10) Y ESTRIBO 2 (E-2)) los cuales serán excavados manualmente según las profundidades indicadas en los siguientes planos:

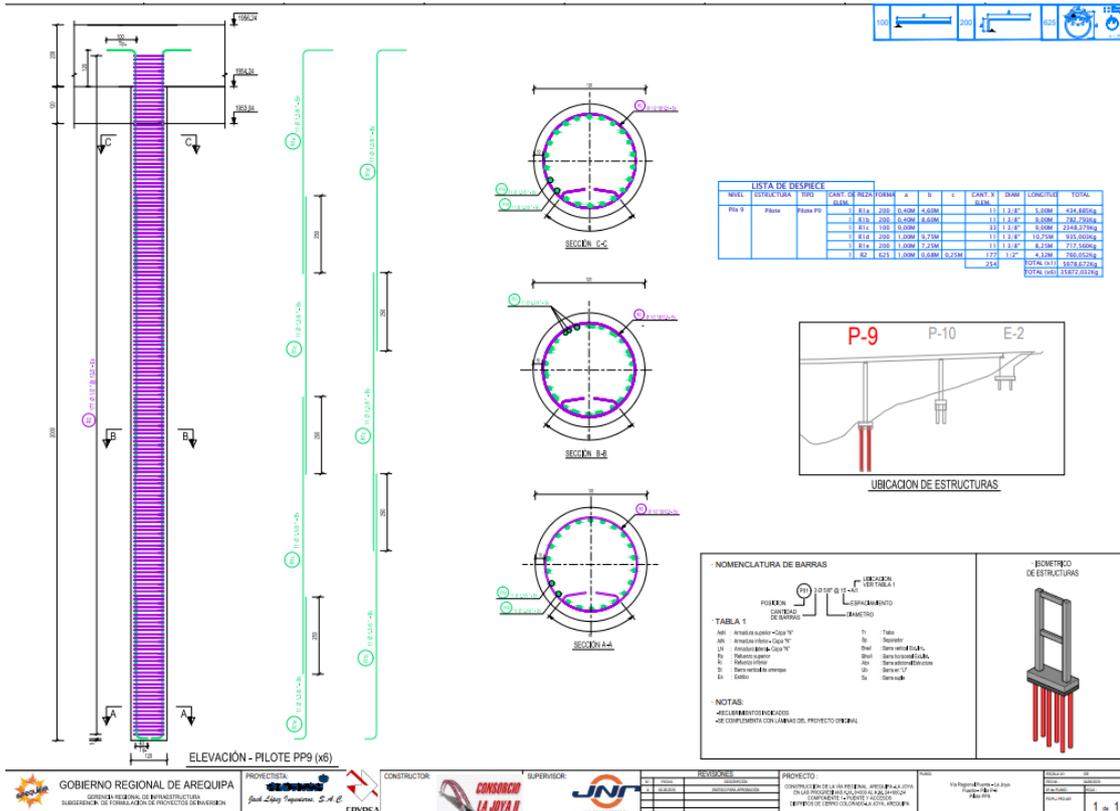


Figura 6 Planos del pilar 9 (P - 9)

- Profundidad de excavación: **20 metros.**
- Número de pilotes: **6 pilotes**
- Diámetro de pilote: **1.20 metros**
- Refuerzo: **Armadura de acero**

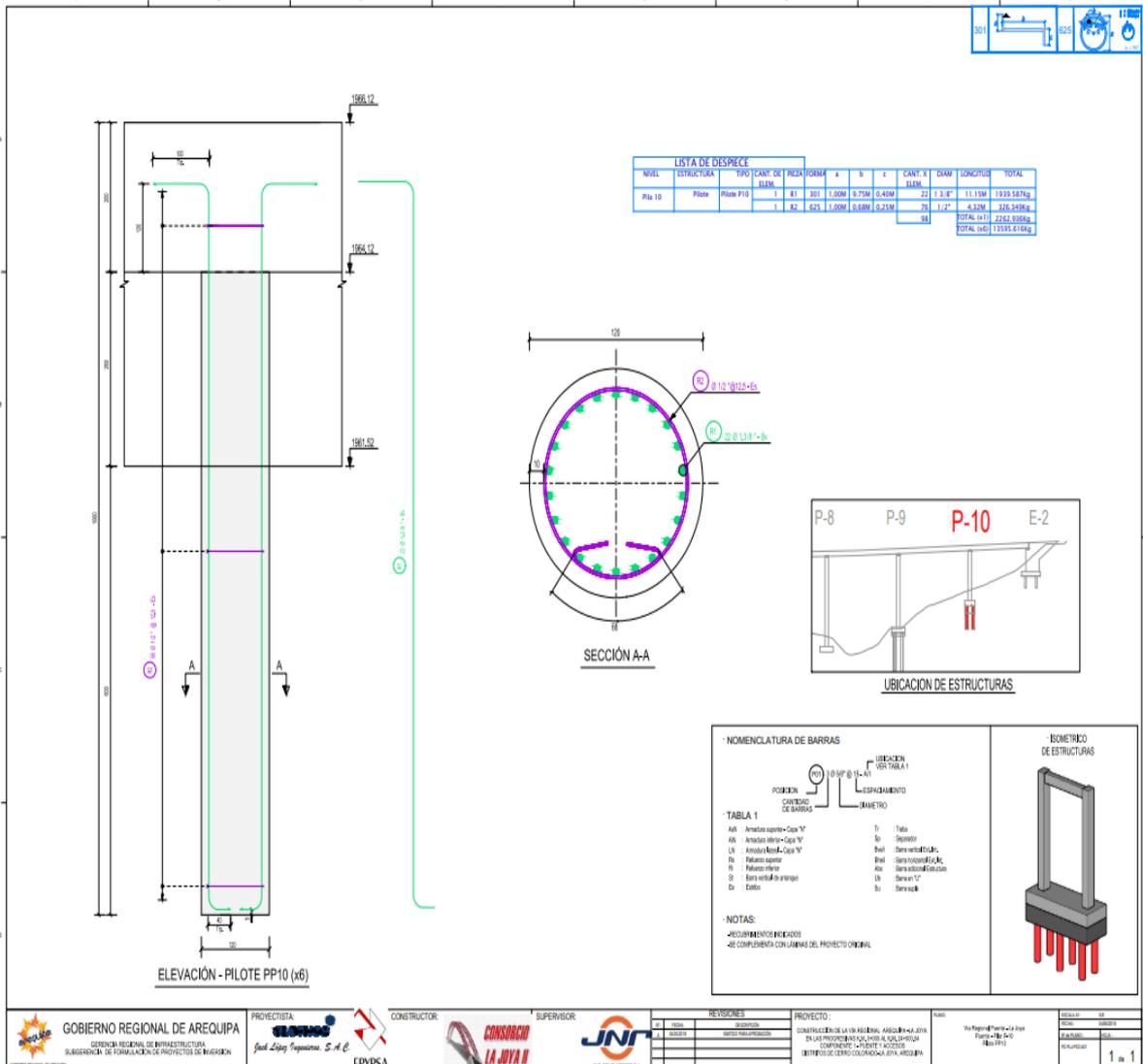


Figura 7 Planos del pilar 10 (P - 10)

- Profundidad de excavación: **10 metros.**
- Número de pilotes: **6 pilotes**
- Diámetro de pilote: **1.20 metros**
- Refuerzo: **Armadura de acero**

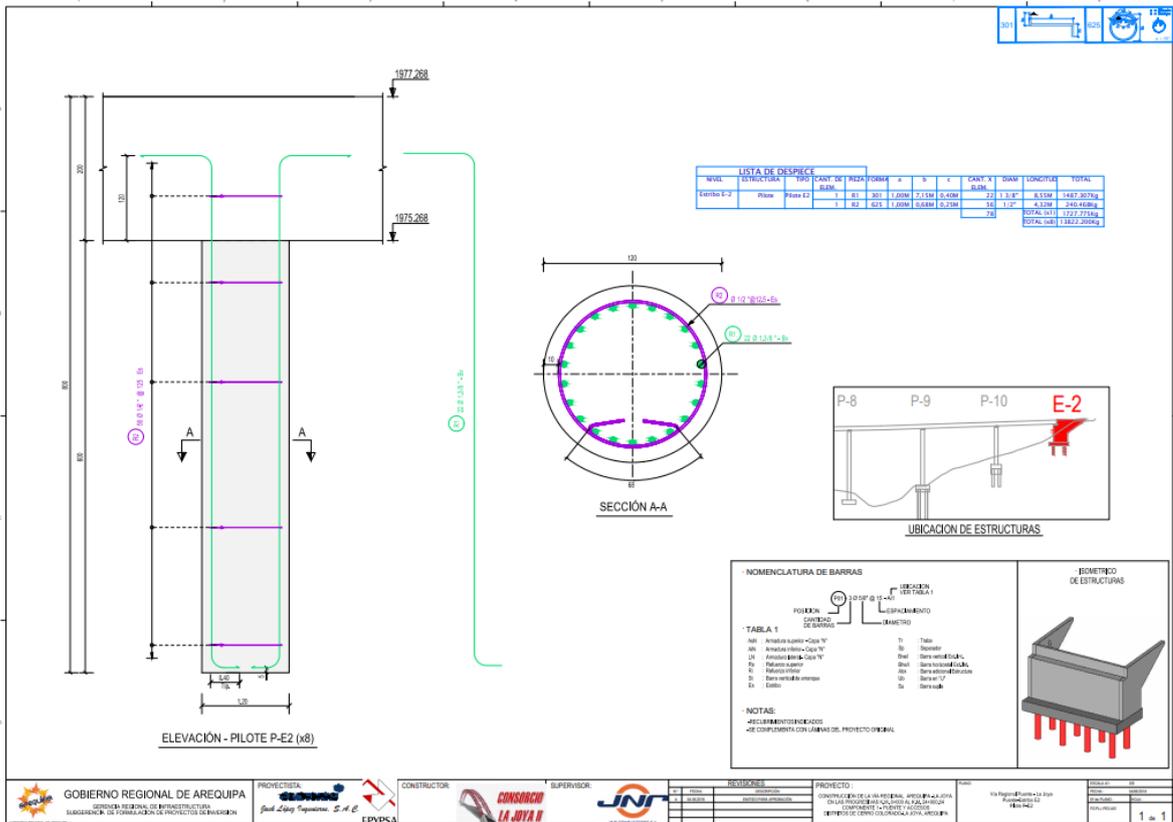


Figura 8 Planos del estribo 2:

- Profundidad de excavación: **8 metros**.
- Número de pilotes: **8 pilotes**
- Diámetro de pilote: **1.20 metros**
- Refuerzo: **Armadura de acero**

Se utilizará concreto fluido slump  $\geq 18$  cm. (8") sin aditivos superfluidificantes con un tamaño máximo de agregado de 20 mm y retardo de pérdida del slump de por lo menos 4 horas. Las pruebas de carga serán ejecutadas totalmente por cuenta del contratista en pilotes que forman parte de la fundación, estas se realizarán para comprobar que se construyeron de forma correcta y que obtengan la capacidad de carga suficiente.

Las pruebas de carga deberán ser ejecutadas con estricto respeto de las normas.

## **B. Instalación y equipo:**

Para la excavación de los pilotes (11 a cual debió ser de forma manual); se decidió subcontratarlo a la empresa "TERRATEST" la cual es una de las pioneras y especialista en la excavación y construcción de pilotes de concreto armado.

Ellos recomendaron utilizar una perforadora rotativa hidráulica Bauer equipada con Kelly para una profundidad máxima de 36 metros.

En cuanto al acero corrugado para la armadura deberán cumplir con los parámetros establecidos por el expediente del proyecto y señalados en los planos constructivos.

Para la instalación de una prueba de carga de pilote se debe procedes de la siguiente forma:

Tratándose de pilotes "in-situ", la prueba de carga se debe preparar la cabeza del pilote, para ello se deberá realizar el descabezado del pilote y preparar un cabezal por encima de la longitud del acero expuesto. Para tal efecto se deberá dejar una superficie rugosa sobre la corona del pilote y colocar una camisa metálica como confinamiento para posteriormente colocar concreto.

#### 4.5. Procedimiento en la construcción de pilotes:

##### 4.5.1. Armado de Pilotes:

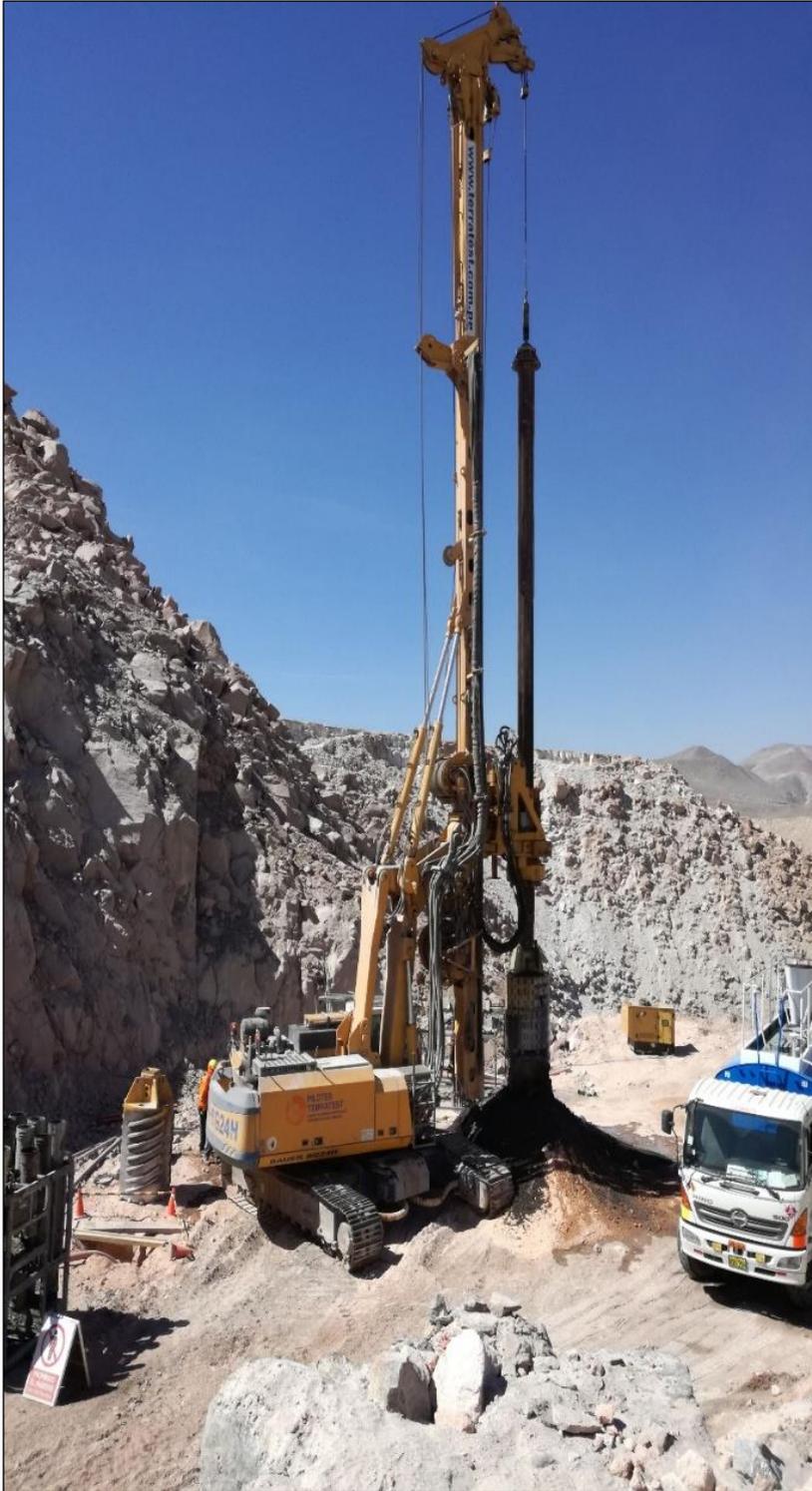


Imagen 1 Perforación para pilotes en pilar 9 con pilotera  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 2 Colocación de armadura de acero en pilar 9 para pilotes.  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 3 Concreto en pilotes del pilar 10.  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 4 Terminación de pilotes en pilar 9  
FUENTE: Elaboración propia

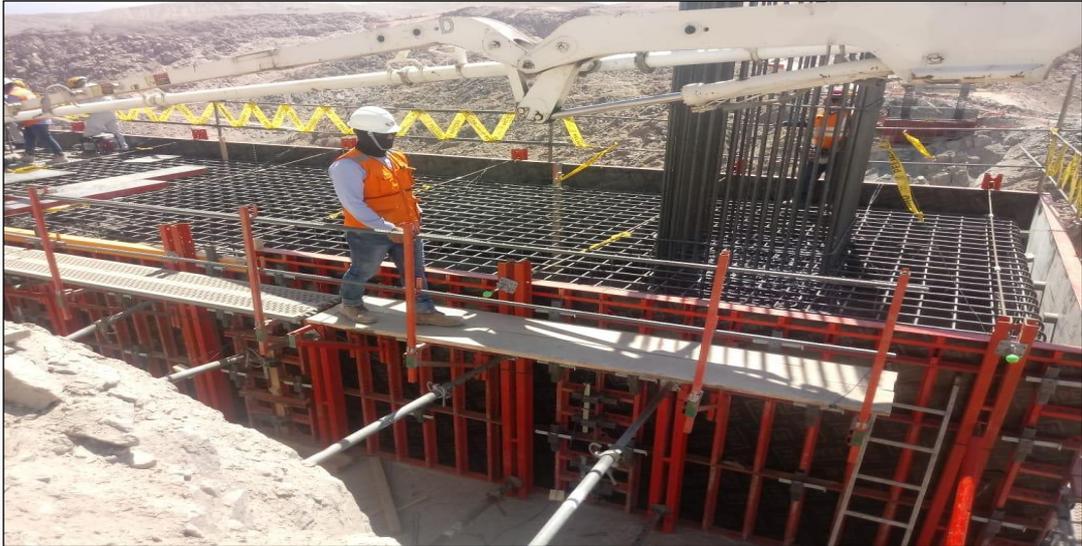


Imagen 5 Colocación de acero y encofrado en zapata de pilar 10 posterior a la terminación de los pilotes

FUENTE: Elaboración propia



Imagen 6 Acero en columnas de pilar 1; se nos permitió traer encofrado trepante para realizar el tren de trabajo.

FUENTE: Elaboración propia



Imagen 7 Uso de encofrado trepante en pilar 1  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 8 Viga de pilar 1 y terminación del pilar  
FUENTE: Elaboración propio



Imagen 9 Solado y perforaciones para inyección de agua cemento en pilar 2  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 10 Colocación de acero y encofrado en zapata de pilar 2  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 11 Solado y perforación para inyecciones de agua cemento pilar 7  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 12 Inyecciones de agua cemento en pilar 7  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 13 Proceso constructivo del pilar 7  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 14 Proceso constructivo de pilar 9  
FUENTE: Elaboración propio



Imagen 15 Verificación de encofrado y acero de pilar 9  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 16 Encofrado trepante en pilar 9  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 17 Culminación del pilar 9  
FUENTE: Elaboración propia

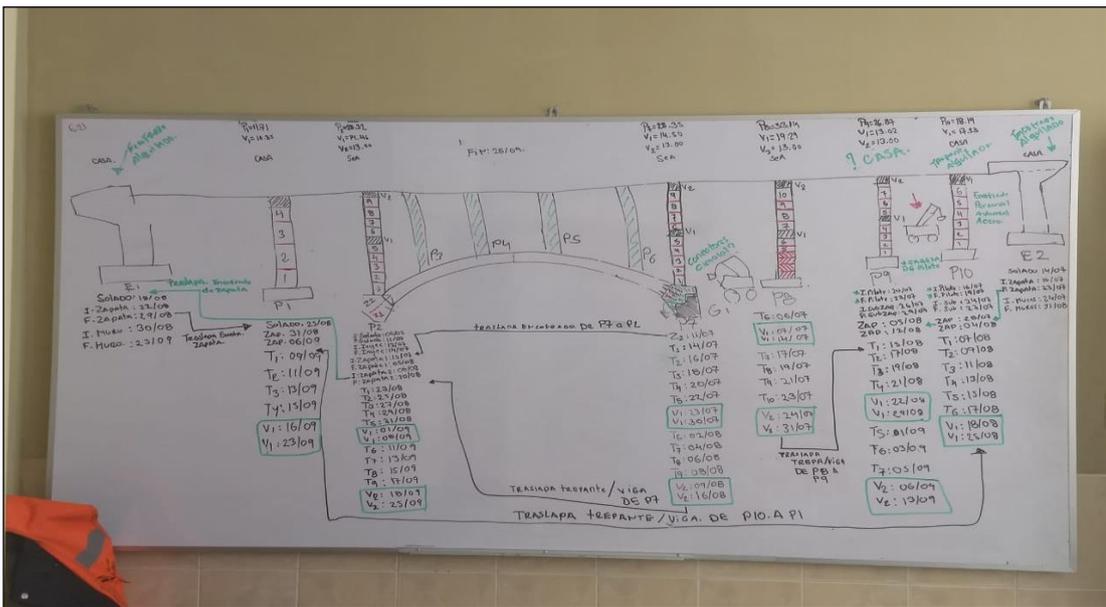




Imagen 19 Digitalización de procesos esquemáticos para control de producción.  
FUENTE: Elaboración propia



Imagen 20 Charla general de seguridad en obra  
FUENTE: Elaboración propia



## CONCLUSIONES

1. La aplicación de la filosofía lean construction en la construcción de pilotes del Puente La Cultura – Arequipa aportó mejoras significativas a los procesos constructivos, motivo por el cual se optimizó los recursos (equipos, materiales, mano de obra) reduciendo los costos de ejecución, en cuanto los plazos (tiempos) fueron optimizados eliminando procesos no requeridos o incluyendo nuevos procesos que acortaron los plazos de ejecución, cabe recalcar que el sistema lean construction también permitió generar el trabajo en equipos entre las áreas involucradas (producción, calidad, seguridad, etc), lo cual también genera un aporte en costos y tiempos ya que se simplifican los procesos y eliminan barreras de falta de comunicación.
2. Los parámetros utilizados para la aplicación de la filosofía lean construction principalmente fue en las mejoras de los procesos constructivos (utilización de equipos pesados y así evitar procesos manuales); en cuanto los costos para determinadas partidas (excavación de pilotes) se elevaron sin embargo nos generó un ahorro de tiempo que nos ayudó a mantener la curva S por encima de lo planificado con el cliente lo cual se traduce en mayor utilidad, teniendo en cuenta lo mencionado se pudo plantear un mejor proceso constructivo de pilotes en el Puente La Cultura-Arequipa.
3. Durante la aplicación de la filosofía lean Construction se usaron herramientas específicas ya que nos encontrábamos en etapa de implementación las cuales fueron Analizar, diagnosticar, corregir, aplicar y plantear métodos de mejora.  
En cuanto a la planificación usamos el sistema del último planificador (last planner) y como refuerzo el uso del look ahead que nos ayudaba a identificar de forma continua nuestras restricciones y los nuevos frentes de trabajo que se iban aperturando lo que nos lleva a tener en cuenta que

durante el desarrollo del diseño del proyecto debemos implementar tecnología e innovación en los procesos constructivos.

4. En términos generales, la filosofía lean construction apertura diferentes perspectivas del planificador de obra, lo que ayuda a generar nuevos ordenes correlacionados en diferentes niveles y permite mejorar la gestión lo cual nos ayuda a tener un correcto seguimiento en la construcción de pilotes del Puente La Cultura

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la empresa implementar la filosofía Lean Construction desarrollado en la presente tesis, teniendo en cuenta los beneficios que ofrece en cuanto a productividad, costos y tiempos en cualquier tipo de obra.
2. Si se implementará el Last Planner System (LPS), su aplicación debe ser continua en la ejecución de este tipo de infraestructura vial -puentes, lo cual incrementa significativamente la confiabilidad de su planificación para los procesos constructivos. Esto permite al ingeniero residente, juntamente con todo el equipo de obra, eliminar una gran cantidad de pérdidas ocasionadas por la incertidumbre y la alta variabilidad, generadas por las restricciones generadas por las restricciones que se van detectando según el avance del proceso constructivo.
3. Se recomienda a la empresa constructora implementar el Last Planner System (LPS) a su sistema integrado de gestión a fin de transmitirlo a todos los responsables de cada obra y así la filosofía formará parte de sus procedimientos a fin de que se adquiriera esta como parte de su política de trabajo, ya que se evidencia que el LPS no solo funciona a nivel de procesos productivos, sino que también ayuda a agilizar los procesos administrativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Quispe, J. (2017). *Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de concepcion, Chupaca y Jauja*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de los Andes, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Huancayo.
- Alvarado Velásquez, B. M., Arteaga Mena, H. R., & Antonio Coreas, L. (2004). *Aplicaciones del concreto lanzado en estabilización de taludes anclados y revestimiento de elementos estructurales*. Ciudad universitaria: El Salvador.
- Arquigrafico. (2015).
- Camarena Cosme, F. M. (2016). *Optimización del sostenimiento con shotcrete vía húmeda con fines de minimizar costos y mejorar la producción de lanzado de la E.E. Robocon S.A.C. en la mina San Cristóbal - Cía Minera Volcán S.A.A*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Castro Paico, P. M., & Ruiz Dávila, P. J. (2018). *Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo Centro de Salud a desarrollarse en el distrito de Luya - Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction*. Tesis de Pos grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuelade Pos grado, Lima.
- Ccanto Mallma, G. (2010). *Metodología de la investigación cinetífica en ingeniería civil*. Lima: Gerccantom.
- Chandran, D. R. (2015). *Stabilization of subgrade soil using additives a case study*. International journal of engineering research & technology (IJERT).
- Comité técnico de Normalización de Agregados. (2006). *NTP 339.088*. Lima.
- Contreras. (2016).
- Correa, A. &. (2009).
- Diaz, P. F. (2002). España - Coruña.
- Franco Lozano, M., Leon Zambrano, H., & Ruiz Ruiz, J. E. (2015). *Estudio de la incidencia del Elvaloy en las propiedades reológicas del concreto asfáltico y del asfalto de la planta de Barrancabermeja*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.

- Hernández, R., Fernández, C., & Lucio, B. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Howell, G. (1998). *Lean Construction*.
- Kayser Otolan, V. (2015). *Avaliação da influência difusora e da resistência iônica da solução de poros do concreto na resistência à corrosão da armadura*. Tesis de Posgrado, Universidade do Vale do rios Dos Sinos, Ciencias Exatas e Tecnologias, Sao Leopoldo.
- Koskela. (1992). *Filosofia Lean Construction*.
- Koskela. (2000). *Transporte de Flujo y Valor de Productos*.
- Leon Rivera, A. F., & Reyes Lozano, C. E. (2018). *Incidencia del PH agua de Mezclado en la Resistencia a la compresion de concreto Hidraulico*. Tesis de Pregrado, Universidad Catolica de Colombia, Facultad de Ingenieria, Bogota.
- Lopez Hidalgo, E. M., & Barbaran Zambrano, K. J. (2019). *Estudio de la variacion de la resistencia del concreto de arena utilizando agua clorificada del rio Itaya en el distrito de Belen - 2019*. Tesis de Pregrado, Universidad Cientifica del Peru - UCP, Facultad de Ciencias e Ingenieria Ingenieria, Loreto.
- Lozano Ramirez, L. A. (2017). *Influencia del uso de agua del río Cumbaza en la resistencia del concreto en las localidades de San Antonio, Morales y Juan Guerra – 2017*. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenieria, Lima.
- Marquez, F. C. (s.f.).
- Martínez Ribón, J. G. (2017). *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Economicas, Escuela de Administración y Contaduría, Bogotá.
- Montejo Fonseca, A. (2018). *Ingenieria de Pavimentos*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.
- Morales Rodriguez, F. G. (2018). *Optimización del sostenimiento con shotcrete usando desmonte zarandeado como agregado, en la construcción de la rampa principal - Marsa*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

- Oliveira Filho, C. M. (2017). *Study of the effects of different gradations on the mechanical behavior of dense gap graded Stone Matrix Asphalt (SMA) mixtures*. Tesis de Pregrado, Universidad Federal de Ceará, Engenharia de Transporte, Ceará.
- Patiño. (2012).
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*.
- Quispe Mitma, R. E. (2017). *Aplicación de "lean construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Posgrado, Huancavelica.
- Rodriguez. (2015).
- Rodriguez. (2015).
- Rodriguez. (2015).
- Rodriguez F., C. A., Salazar Rodriguez, H. D., Escobar M., J., & Ovalle C., L. (2014). *Efectos de la calidad del agua en la resistencia del concreto*.
- Rodriguez F., S. R. (2014).
- Rodriguez Ore, E. (2018). *Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frio*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Rodríguez Serquén, W. (2016). *Ingeniería Geotécnica*. Lambayeque - Perú.
- Ruiz, R. &. (2014).
- Sanchez. (2014).
- Sanchez. (2014).
- Sanchez Cusihuaman, A. S., Rosa Cruz, D. D., & Benavides Salazar, P. A. (2016). *Implementacion del sistema Leam Construction para la mejora de productividad en la ejecucion de los trabajos de estructuras en obras de edificacion de viviendas*. Tesis de Pos grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Post Grado, Cusco.
- Serpa. (2014).
- Urbina Palacios , R. F. (2004). *Guía para el diseño de pilotes*. Piura - Perú.

Xiaolu, L. (2017). *Effect of Early Age Carbonation on Strength and pH of Concrete*. Tesis de Post Grado, McGill University, Department of Civil Engineering and Applied Mechanics, Quebec.