

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSGRADO



**“GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE
ACTIVIDADES PROGRAMADAS EN CONCRETO PRE MEZCLADO
PARA EDIFICACIONES, BASADO EN LAST PLANNER SYSTEM
DE LA EMPRESA UNICON LIMA”.**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCION
MODERNA**

AUTOR:

Br. SÁNCHEZ BAUTISTA, Juan Jacobo

ASESOR:

Dr. SAGÁSTEGUI PLASENCIA, Fidel Germán

2019 - 06 - 07

Trujillo

2019

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a Dios por guiar cada uno de mis pasos, a mis
padres Juan y María por su amor incondicional y a mi amada esposa
Silvia por su apoyo constante.

.

Agradecimiento

A los directivos de la empresa UNICON.

A mis docentes de la Escuela de Posgrado, por su paciencia y comprensión.

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue analizar la efectividad de la filosofía Last Planner System en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero a marzo del 2019. Para ello se desagregó en los tiempos de carga y regulación; viaje; espera y descarga que las unidades realizan en las plantas de Collique y Meiggs de la empresa Unicon.

Fue una investigación básica, de diseño no experimental, comparativo. Se evaluaron los tiempos de los procesos realizados por las unidades de la empresa Unicon, teniendo como estándares de contraste los establecidos por la entidad. Se evaluaron 5806 datos de las plantas de Collique y Meiggs durante los meses de enero a marzo del 2019. Los contrastes de hipótesis se realizaron mediante la prueba de *T- Student* para una muestra ($\alpha = 0,05$).

En las conclusiones se evidenció que tanto la planta de Collique como Meiggs fueron efectivas en la entrega oportuna del abastecimiento del concreto pre-mezclado a sus clientes en Lima, teniendo un tiempo promedio que oscila entre los 99,59 a 123,73 minutos, siendo menor que el tiempo estandarizado por Unicon (135,5 minutos). Los tiempos de carga y regulación de ambas plantas fue significativamente menor que el valor estándar (15,5 minutos). El tiempo de viaje de la planta a la obra fue significativamente bueno, cumpliendo suficientemente con los estándares establecidos por Unicon (40,0 minutos). En promedio, el tiempo de espera y descarga de material en obra se cumple significativamente solo en la mitad de los procesos realizados, debido a que solamente, ambas plantas, en el mes de febrero cumplieron con el estándar establecido por la empresa Unicon (60,0 minutos). En enero, ambas plantas superaron significativamente este valor estándar, así como la planta Meiggs en el mes de marzo. En todos los tiempos evaluados, excepto el de carga y regulación, se tuvo significativamente valores de variabilidad mayor que la permisible (20%).

Palabras clave: Tiempos de carga y regulación; viaje; espera y descarga; cumplimiento, Concreto, Last Planner.

SUMMARY

The main objective of the work was to analyze the effectiveness of the Last Planner System philosophy in the dispatch activities of the pre-mixed concrete supply of the Unicon company from January to March, 2019. To do so, it was disaggregated during loading and regulation times; trip; wait and download that the units realize in the plants of Collique and Meiggs of the company Unicon.

It was a basic research, of non-experimental, comparative design. The times of the processes carried out by the units of the Unicon company were evaluated, having as contrast standards those established by the entity. We evaluated 5806 data from the Collique and Meiggs plants during the months of January to March 2019. The hypothesis contrasts were performed using the Student's T-test for one sample ($\alpha = 0,05$).

The conclusions showed that both the Collique plant and Meiggs were effective in the timely delivery of pre-mixed concrete supplies to their customers in Lima, with an average time ranging from 99,59 to 123,73 minutes, being less than the time standardized by Unicon (135,5 minutes). The loading and regulation times of both plants was significantly lower than the standard value (15,5 minutes). The travel time from the plant to the work was significantly good, complying sufficiently with the standards established by Unicon (40 minutes). On average, the waiting time and download of material on site is significantly fulfilled only in half of the processes performed, because only, both plants, in the month of February met the standard established by the Unicon company (60 minutes). In January, both plants significantly exceeded this standard value, as did the Meiggs plant in March. In all the evaluated times, except for loading and regulation, there was significant variability values greater than the permissible (20%).

Keywords: Charging and regulation times; trip; wait and download; compliance, Concrete, Last Planner.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
SUMARY	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE FIGURAS	XI
I. INTRODUCCION	12
1.1. Antecedentes y Justificación	14
Antecedentes	14
Justificación	17
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Objetivos	20
Objetivos Generales	20
Objetivos Específicos	20
1.4. Hipótesis	20
1.5. Marco teórico	21
II. MATERIALES Y MÉTODOS	31
2.1. Material	
2.1.1 Población	32
2.1.2 Muestra	32
2.1.3 Unidades de análisis	32
2.2. Método	33
2.2.1 Tipo de estudio	33
2.2.2 Diseño de investigación	33
2.2.3 Variable y operativización de variable	34
2.2.4 Instrumentos de recolección de datos	35
2.2.5 Procesamiento de análisis estadístico de datos	36
III. RESULTADOS	39
3.1. Análisis de la efectividad de la filosofía <i>Last Planner System</i> en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de	

la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	40
3.2. Determinación de la variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar de la empresa Unicon de enero- marzo, 2019	46
3.3. Determinación de la variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar de la empresa Unicon de enero- marzo, 2019	54
3.4. Determinación de la variabilidad de los tiempos de espera en obra y descarga en los diseños estándar de la empresa Unicon de enero- marzo, 2019.	58
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
V. PROPUESTA	67
VI. CONCLUSIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
VIII. ANEXOS	74
Anexo 1. Matriz de consistencia	
Anexo2. Base de datos	
Anexo 3. Iconografía (Fotografías)	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Comparación entre los sistemas LPS & tradicional.	24
Cuadro 2	Detalle de las unidades de análisis empleadas para la investigación.	33
Cuadro 3	Variables y operativización de variables.	35
Cuadro 4	Detalle de los parámetros de medición de la información obtenida.	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01	Estadísticos descriptivos de los tiempos totales de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	40
Tabla 02	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	41
Tabla 03	Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.	41
Tabla 04	Frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon, 2019..	42
Tabla 05	Frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	44
Tabla 06	Estadísticos descriptivos de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.	46
Tabla 07	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.	47
Tabla 08	Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	47
Tabla 09	Estadísticos descriptivos de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	48
Tabla 10	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	49
Tabla 11	Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	49
Tabla 12	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	51

Tabla 13	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	52
Tabla 14	Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	52
Tabla 15	Prueba T Student para los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	53
Tabla 16	Estadísticos descriptivos de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	55
Tabla 17	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	55
Tabla 18	Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los datos del tiempo de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	56
Tabla 19	Prueba T Student para los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	56
Tabla 20	Estadísticos descriptivos de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	58
Tabla 21	Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	59
Tabla 22	Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	60
Tabla 23	Prueba T Student para los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema del procedimiento del Sistema Last Planner	26
Figura 2	Esquema de lo que se debe hacer de acuerdo con el procedimiento del Sistema Last Planner	26
Figura 3	Flujograma de las actividades realizadas por la empresa Unicon	31
Figura 4	Esquema del diseño de investigación.	34
Figura 5	Procedimiento de toma y procesamiento de datos de la investigación	36
Figura 6	Frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	43
Figura 7	Distribución de las frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	45
Figura 8	Distribución de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	51
Figura 9	Distribución de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de viaje obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	58
Figura 10	Distribución de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019	

I. INTRODUCCION

Tradicionalmente, la práctica constructiva mundial ha requerido de nuevos métodos que le ayuden a mejorar su productividad, ya que de acuerdo con Project Management Institute (PMI), hace unos años era posible construir un edificio a partir de los residuos obtenidos de la construcción de otros dos, es decir, que los desperdicios generados en la construcción eran del 33,33%. Esta realidad, comparada con la eficiencia vista en otras áreas de la producción, tales como la fabricación de vehículos u otros productos de valor, en los que el desperdicio no superaba el 10%, hacían notar la necesidad de la implementación una metodología rigurosa, que permitiera determinar el conjunto de actividades que no incrementan el valor final de la construcción, sino que, por el contrario, la encareciesen.

Es así que se decidió la implementación de una serie de metodologías, que anteriormente habían sido aplicadas en la fabricación de automóviles teniendo un éxito tremendo, naciendo la filosofía Lean Construction, o lo que en la actualidad se conoce como la construcción limpia.

En la actualidad, la construcción tiene alta demanda, pero hay deficiencia en los tiempos de entrega del concreto pre-mezclado al cliente. Por lo que el análisis de los sobrecostos asociados a una planificación inadecuada y las causas de no cumplimiento de estas resulta de crucial importancia.

Es este último punto el que nos conlleva a la búsqueda de métodos de organización y gestión, tanto de recursos materiales, equipos y humanos, que nos permita, por un lado, obtener los resultados deseados y con los menores costos, es decir, que nos permita incrementar nuestra productividad.

El sistema de planificación y control “*Last Planner System*” o “Sistema del Último Planificador” fue aplicado por primera vez a principios de la década del 90 y ha sido aplicado en el Perú desde el año 1998 aproximadamente por las principales y más grandes empresas constructoras de nuestro país, logrando muy buenos resultados en términos de mejora de la productividad. Pese a ello aun no es utilizado a gran escala en Perú, esto debido principalmente al escepticismo, desconocimiento del sistema y sobre todo a la difícil tarea de cambiar el sistema de construcción tradicional, por la idiosincrasia del sector construcción en nuestro medio.

En la presente Investigación se busca mejorar el cumplimiento de Actividades programadas en concreto pre mezclado para edificaciones, basado en *Last Planner System*, empresa Unicon en la Ciudad de Lima.

1.1 Antecedentes y Justificación

Antecedentes Nacionales

Cornejo; Gonzales y Tapia (2018), en su investigación *Implementación de Last Planner System en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial*. El presente trabajo tiene como finalidad implementar el *Last Planner System* en actividades de concreto armado en proyectos de edificación industrial. En los proyectos de construcción se tienen problemas de retraso según lo programado, es decir que se tiene problemas de planificación y a veces se renegocia las condiciones del contrato y no son capaces de ver y detectar los problemas que están causando los retrasos, la forma en que habitualmente planifican establece mecanismos de control, determina el diagrama de Gantt y es capaz de estimar la duración de cada uno de las actividades y determinan la relación de precedencia y ahí es donde está la debilidad de la programación tradicional porque muchos de esos supuestos nunca llegan a cumplirse y se descuida las actividades críticas, se hace uso ineficiente de los recursos pues no se tiene información y se trata de avanzar como se pueda y finalmente termina en un mal resultado económico que no es lo esperado, nos excedemos en el costo y en el plazo; pues básicamente eso se describirá en el caso de estudio: proyecto “Construcción de Almacén de Maquinaria”. Al transformar la planificación tradicional en una planificación del tipo Lean a través del sistema de planificación *Last Planner* involucra el aprendizaje como una parte esencial a través del Kaizen (mejora continua). En este proyecto los principales problemas que se encontraron son de planificación, seguimiento y control de avance, que derivó en una deficiente anticipación de los posibles problemas. Con el análisis completado de todos los problemas que ocurrieron con un posterior diagnóstico, se encontraron falencias del proceso de planificación actual. Por ello se propuso el uso del LPS con una programación intermedia de cuatro semanas de duración y programación semanal.

Quispe y Reyes (2016) en su investigación *Propuesta de mejora del sistema de gestión de la producción de la empresa Estremadoyro y Fassioli C. G. S.A. basada en el Sistema Last Planner*. Esta tesis tiene como propósito fundamental proponer un sistema de control de producción basado en el Sistema Last Planner® que, luego de ser implementado en un proyecto piloto, mejore el control de la producción de la empresa Estremadoyro y Fassioli Contratistas Generales S.A., lo que le permitirá afrontar con éxito el crecimiento que viene experimentando. En primer lugar, se definió la productividad y el nivel general de

actividades en obras, lo cual sirvió para determinar el nivel de productividad de la empresa en estudio. Posteriormente se presentó un estudio sobre la productividad de obras en la ciudad de Lima, basado en el libro de Ghio Castillo, titulado Productividad en obras de construcción, diagnóstico, crítica y propuesta, con el objetivo de demostrar la relación entre el sistema de administración de una obra y su nivel de productividad. Por otro lado, tomando como referencia la tesis de Ballard del año 2000 se explicó el sistema de control de la producción Last Planner, con el objetivo de desarrollar un nuevo sistema de control de la producción para la empresa en estudio. También, se desarrollaron casos de implementación del Sistema Last Planner® en México y Arabia Saudita, para conocer los beneficios, factores críticos de éxito y barreras observados durante la implementación de este sistema.

Bueno (2015) en su investigación *Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en Last Planner System, para la Empresa A & Arq Contratistas y Consultores Export*, La finalidad de este estudio consiste en identificar las causas que generan los no cumplimientos de los cronogramas propuestos o planificados, para así poder desarrollar capacidades preventivas de sobre costos y sobre tiempos generados por estos incumplimientos, generando un ranking de las causas que tienen una mayor incidencia sobre los atrasos de los proyectos, para así poder identificar y clasificar las buenas practicas más adecuadas para generar una propuesta de implementación de este sistema en los nuevos proyectos a ser ejecutados por esta empresa constructora. A fin de lograr lo anteriormente mencionado, en la actualidad se cuenta con información recabada de diversos proyectos en los que ha intervenido A & Arq. Información que registra las paralizaciones y retrasos en la ejecución, así como las causas que las originaron, como también el impacto económico en el que se recayó. El indicador utilizado para el presente estudio es el CNC (Causas de No Cumplimiento). Con estos datos se identificaron patrones que permiten desarrollar capacidades predictivas de retraso durante la ejecución de los proyectos utilizando el PPC (Porcentaje de programa cumplido) y PCR (Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones). También se identificaron las CNC más frecuentes teniendo en cuenta sus tres orígenes (Constructora, Subcontrato, Propietario o Inversionista), así como la etapa en la que tuvieron mayores incidencias (Cimentaciones, Obra Gruesa y Acabados) generando un ranking para determinar en qué actividades es

necesario concentrarse para impedir un potencial retraso en el proyecto. Se sintetizaron y desarrollaron conceptos y consejos generando una propuesta que nos permita disminuir el número de no cumplimientos que generan sobre costos y sobre tiempos, mediante la implementación de *Last Planner System*, para una adecuada gestión del PPC, CNC y PCR. Se determinaron los costos y tiempos estimados a ser incurridos en la implementación de esta propuesta, demostrando la mejora de la rentabilidad de la empresa, por la disminución de sobre costos y sobre tiempos, así como también se establecieron las limitaciones del estudio y los posibles futuros campos de estudio de este.

Antecedentes Internacionales.

Castillo, Carrillo y Plaza (2017), en su tesis de grado titulada “*Causas frecuentes del incumplimiento de la planificación a corto plazo en la construcción de puentes*”, presentada ante la facultad de Ingeniería civil de la Universidad Nacional de Chimborazo del Ecuador, hace una revisión de las causas más comunes que impiden la realización de los objetivos preparados en la programación de obra, específicamente los objetivos a corto plazo. Tales causas de incumplimiento a corto plazo terminan provocando que la obra completa termine teniendo incumplimientos en sus plazos establecidos y finalmente en el cumplimiento de los requisitos de calidad mínimos exigidos. El objetivo principal de este trabajo de investigación fue la identificación de las causas más comunes que impiden la consecución de los objetivos del proyecto, una vez que estas hayan sido identificadas, se procede a su eliminación o la reducción de su impacto, para esto se usó la metodología Last Planner. Los resultados encontrados muestran que las principales causas de no cumplimiento fueron la no disponibilidad de maquinaria en los momentos de necesidad, la discontinuidad de los suministros requeridos, la planificación adelantada, la falta de personal de obra y muchas veces problemas con el diseño.

Matéu (2015) en su tesis de grado titulada “*Building Information Modeling 4d aplicado a una planificación con Last Planner System*”, presentada ante la Universidad Politécnica de Valencia, muestra la implementación de las tecnologías BIM como un medio para la implementación del sistema *Last Planner*, para el control y la dirección de proyectos de construcción. El objetivo principal de este trabajo es mostrar como la implementación de las tecnologías BIM, pueden ayudarnos a mejorar el control de obras, ayudando a controlar de manera paramétrica el desarrollo del proceso constructivo, a este módulo en el que se

puede controlar el avance mediante un software se le conoce como BIM 4D.

Los antecedentes presentados nos muestran que en general la aplicación del Last Planner logra mejoras sustanciales en la planificación y el control de obras, por lo que es posible lograr reducciones en los costos y tiempos.

Justificación

Se justifica la Investigación realizada dado que por medio de la misma se buscó realizar la Gestión e implementación para el cumplimiento de actividades programadas en concreto pre mezclado para edificaciones, basado en *Last Planner System* de la empresa UNICON. Lima.

La aplicación continua del Sistema Last Planner en una obra de construcción, incrementa significativamente la confiabilidad de su planificación. Esto permite al Ingeniero Residente, conjuntamente con todo el equipo de obra, eliminar una gran cantidad de pérdidas ocasionadas por la incertidumbre y la alta variabilidad, típicas de los procesos constructivos.

La implementación del sistema Last Planner no necesita de un despliegue de gran tecnología ni de adquisiciones costosas, requiere sobre todo de un entendimiento que las formas tradicionales de planificación no son las mejores y de un compromiso de todos los involucrados con una filosofía Lean.

Debido a estas razones es importante realizar la investigación de Gestión e implementación para el cumplimiento de actividades programadas en concreto pre mezclado para edificaciones, basado en *Last Planner System* de la empresa UNICON Lima.

1.2 Formulación del problema

Según Ballard, 1994 existen diversos motivos por los cuales, en la Planificación Tradicional, no se cumpla. La planificación tradicional se basa en la destreza del Ingeniero a cargo de la programación de la Obra se mide lo realizado contra lo programado en la Obra, pero no se mide el desempeño de la habilidad y la destreza para planificar; Esto conlleva a que no se analicen los errores de la planificación y sus causas y por lo tanto a que no se genere un aprendizaje.

La planificación mediante el Sistema *Last Planner System*, propuesto por los investigadores Ballard y Howell (fundadores del grupo Internacional del Lean Construction – IGLC), plantean que la brecha entre lo que DEBERÍA hacerse y lo que finalmente se HIZO se puede mejorar significativamente si obtenemos información confiable y en conjunto con los últimos planificadores (maestros de obras, subcontratistas, jefe de cuadrilla, etc.) de tal manera que podamos visualizar en un plazo intermedio lo que en la práctica se PUEDE hacer y luego en un plazo más inmediato, lo que con mucho mas certeza se HARÁ (BALLARD, GLEN. 2000).

El sector de la construcción se está volviendo cada vez más competitivo, debido a las nuevas empresas que están ingresando al mercado. Esto se debe a que la oferta de edificaciones no abastece la demanda de un lugar determinado, en este caso, la Ciudad de Lima. No obstante, es importante para la empresa UNICON, generar una metodología de trabajo que redunde en una mayor utilidad a la proyectada. Por lo tanto, el propósito de esta tesis es mejorar la gestión e implementación para el cumplimiento de actividades programadas en concreto pre mezclado para edificaciones, basado en *Last Planner System*, para mejorar la producción en obra y con ello lograr ahorro de dinero y por consecuencia una mayor utilidad (CÁMARA PERUANA DE CONSTRUCCIÓN – CAPECO. 2017).

Cuando se requiere la construcción de una obra pública o privada, se requiere la obtención de licencias y diversos permisos que se tienen que gestionar. Los gastos generados por estos trámites no son nada despreciables, ya que representa el 7.1% de la construcción de un proyecto inmobiliario. Asimismo, los tiempos perdidos entre cada trámite y aprobación son especialmente valorados por los inversionistas, pues al margen del tiempo que les tome el diseño y construcción del proyecto, el tema de licencias genera muchas veces el atraso de una obra. Si se parte desde la premisa de que tiempo es igual a dinero, la conclusión sería pérdida (GHIO, VIRGILIO. 2001).

El último sistema de planificación (LPS) ha estado en uso por más de 20 años en múltiples países y proyectos con impactos altamente beneficiosos en el desempeño del proyecto (Ballard y Howell 2003). Un estudio reciente revela que, aunque el nivel de implementación de la mayoría de sus componentes a mejorado a lo largo de los años, la adopción de algunos componentes se mantiene en un nivel básico (Daniel et al., 2015).

Mientras que los componentes relacionados con la planificación a corto plazo son ampliamente adoptados, el uso del Inventario de Trabajo Ejecutable (EWI), la Gestión de Restricciones, el Análisis de Causa Raíz y la Gestión de Acciones Correctivas siguen siendo las partes menos implementadas de la metodología (Daniel et al., 2015; Salvatierra et al., 2015; Lagos et al., 2016).

El grado insuficiente de implementación de los componentes antes mencionados impide el uso completo del potencial de LPS (Lagos et al., 2016). Por otra parte, investigaciones previas realizadas El Centro de Gestión de la Producción de la Universidad Católica de Chile (GEPUC) descubrió que la adopción de componentes tales como Planificación anticipada, Gestión de restricciones y uso del EWI guardaba una gran correlación con las mejoras en los indicadores de rendimiento como el PPC (Alarcón et al., 2005) Por lo tanto, mejorar y estandarizar la adopción de los componentes LPS restantes debería ser uno de los principales objetivos de la mejora continua de la metodología y su implementación (Daniel et al., 2015)

En tal sentido se crea la necesidad de realizar la Gestión e implementación para el cumplimiento de actividades programadas en concreto pre mezclado para edificaciones, basado en *Last Planner System* de la empresa UNICON. Lima.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuán efectiva es la filosofía *Last Planner System* en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019?

Problemas específicos.

1. ¿Cuál es la variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019?
2. ¿Cuál es la variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019?
3. ¿Cuál es la variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra en los diseños estándar de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019?

1.3 Objetivos

Objetivo General.

Analizar la efectividad de la filosofía *Last Planner System* en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Objetivos Específicos

1. Comparar la variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar de *Last Planner System* de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.
2. Comparar la variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar de *Last Planner System* de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.
3. Comparar la variabilidad de los tiempos de espera y descarga en los diseños estándar de *Last Planner System* de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.

1.4 Hipótesis:

Hipótesis General

- H_a : La filosofía *Last Planner System* es efectiva en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.
- H_o : La filosofía *Last Planner System* no es efectiva en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Hipótesis Específicas.

- H_{1a} : La variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar es diferente del estándar *Last Planner System* en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.
- H_{1o} : La variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar no es diferente del estándar *Last Planner System* en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.
- H_{2a} : La variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar es diferente del estándar *Last planner System* en las plantas Collique y Meigss de la

empresa Unicon de enero – marzo, 2019.

H₂₀: La variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar no es diferente del estándar *Last planner System* en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.

H_{3a}: La variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra en los diseños estándar es diferente del estándar *Last planner System* en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.

H₃₀: La variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra en los diseños estándar no es diferente del estándar *Last planner System* en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.

1.5 Marco teórico.

Historia del *Last Planner System*.

En sus inicios fue desarrollada para mejorar la calidad de los planes de trabajo semanales en la industria (Howel & Ballard, 1997) en un proyecto de metalurgia donde se le requirió la organización de las órdenes de forma más clara y fácilmente interpretable por parte de los operarios. Posteriormente se le añadió un proceso de búsqueda hacia adelante (Ballard, 2000) para encontrar las restricciones que impedirán la ejecución de tareas futuras, y así dar forma y controlar el flujo de trabajo (Casten 1996) (Howel & Ballard, 1997), extendiéndose con el tiempo desde la construcción hasta el diseño (Koskela, Ballard, & Tanhuanpaa, 1997), (Mies, 1998), terminando por constituir lo que actualmente se conoce como Integrated Project delivery (IPD) Mossman, 2004).

El anterior cambio de objetivos o evolución del *Last Planner System* desde un control semanal de los trabajos a un proceso de búsqueda hacia adelante controlando el flujo de trabajo, encaja con los principios del Sistema de Producción Toyota, la producción ajustada y el pensamiento de Lauri Koskela, respecto a la teoría de producción y su aplicación a la construcción (Koskela, 2000).

Actualmente la implementación de *Last Planner System* es una de las prácticas más divulgadas que ilustran la introducción de “Lean Construction” en la fase de ejecución, principalmente en empresas constructoras, en países como Estados Unidos, Reino Unido, Dinamarca, Finlandia, Indonesia, Australia, Venezuela, Brasil, Chile, Ecuador y Perú.

La metodología *Last Planner System* supone una revolución en la construcción, dado que

no se trata simplemente de otro método de control de la producción.

Se introducen conceptos como la colaboración entre los diferentes agentes, se cambia la planificación de oficina por una planificación conjunta, donde todos los agentes implicados (técnicos, capataces, subcontratos, encargado de materiales, técnico en prevención de riesgos...) deciden qué, cómo y cuándo se realizarán los trabajos, consiguiendo un compromiso de los últimos planificadores (subcontratistas, capaces) del avance de las actividades que son posible realizar. En *Last Planner System* el cliente no sólo es el último beneficiario del producto sino cada uno de los agentes que en la cadena de producción recibirá un subproducto.

Se conocen algunos casos donde su aplicación ha dado resultados notables en comparación con las prácticas tradicionales, como por ejemplo, un aumento del 90% en beneficio operativo para el contratista peruano en edificación (GyM, 2002).

En los próximos apartados expondremos alguno de los conceptos claves a partir de los cuales se estructura la herramienta del *Last Planner System*.

Last Planner System

LPS o Sistema del Último Planificador es una herramienta para la gestión del proyecto u obra que realiza la función de regular el flujo del trabajo.

Este sistema permite que todos los participantes puedan planificar el proyecto de una forma colaborativa. Esta metodología protege a la producción/ejecución de la incertidumbre y la variabilidad; que consiste en:

- Coordinación de los planificadores mediante reuniones periódicas para asegurar el flujo de producción e identificar las restricciones.
- Utilización de un indicador básico de control denominado: Porcentaje de Plan Completado (PPC).
- Compromiso personal de quienes toman las decisiones finales.
- Visibilidad publica de los resultados semanales obtenidos.

El LPS O último planificador, normalmente el capataz, el jefe de obra, se define como la última persona capaz de asegurar y asignar las tareas de trabajo directamente a los trabajadores, para conseguir compromisos de entrega en base a la situación real.

Elementos *Last Planner System*:

- Planificación por Fases.
- Planificación Intermedia (6 semanas).
- Plan de Trabajo Semanal.
- Razones de No Cumplimiento.
- Planilla de Restricciones.
- Reuniones de Pie.
- Reuniones Semanales.
- Revisión de Planillas Pull.

Beneficios de implementar LPS

- El flujo de trabajo se hace más previsible.
- Las obras se organizan mejor.
- Las disputas son menores.
- Los cuellos de botellas y las interrupciones en el flujo de trabajo se hacen más independientes.
- Reduce el tiempo de ejecución de un proyecto.
- Reduce los costos operacionales.
- Aumenta la calidad de trabajo
- Aumenta la seguridad en la obra, reduciendo el número de accidentes.
- Aumenta la productividad de los trabajadores.
- Te conecta con otras empresas, dándote oportunidades laborales y de negocios.
- Optimiza recursos al proporcionar un plan estable.

Cuadro 1. Comparación entre los sistemas LPS & tradicional

<i>LAST PLANNER SYSTEM</i>	PROGRAMA TRADICIONAL
Un grupo de responsables define los hitos y realizan la planificación en equipo	Una única persona realiza la planificación y define los hitos
Un equipo comprometido	Una persona comprometida
Si hay intercambio de conocimientos	No hay intercambio de conocimientos
Conversaciones en reuniones	No hay reuniones
Mayor nivel de detalle	Bajo nivel de detalles
Se dan responsabilidades de tareas	No se identifica responsabilidad de tareas
Es fácil dar seguimiento a la obra	Es difícil dar seguimiento a la obra
Facilidad para identificar las restricciones.	Dificultad para identificar las restricciones

Componentes de L P S

- Planificación Anticipada.
- Compromiso con la Planificación.
- Aprendizaje.

La Planificación Mediante el Sistema Last Planner

El “sistema Last Planner”, propuesto por los investigadores Ballard y Howell (fundadores del Grupo Internacional del Lea Construction- IGLC), plantea que esta brecha entre lo que DEBERIA hacerse y lo que finalmente se HIZO se puede mejorar significativamente si obtenemos información confiable y en conjunto con los últimos planificadores (maestros de obra, subcontratistas, jefes de cuadrilla, etc.), de tal manera que podamos visualizar en un plazo intermedio lo que en la práctica se PUEDE hacer, y luego en un plazo más inmediato, lo que con mucho mas certeza se HARÁ.

Este sistema parte de la tradicional programación maestra de toda la obra, la cual usa como un referente de hitos; luego, baja a una programación por fases, por ejemplo: excavaciones, cimentaciones, casco, instalaciones de agua y desagüe, entubados eléctricos, etc. (esto es lo

que DEBERIA hacerse); después abre una ventana de programación de 4 a 6 semanas (analizando lo que realmente se PUEDE hacer), denominada Lookahead, donde se aplica un análisis de restricciones; y finalmente, recién se pasa a una programación semanal (lo que finalmente se HARÁ), la cual será más confiable por haber sido liberada de sus restricciones. Una vez realizados los trabajos (los que se HIZO), los planificadores son retroalimentados con el porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) y con las Razones de No Cumplimiento (RNC). La siguiente figura esquematiza estos pasos, los que luego se explican con mayor detalle:

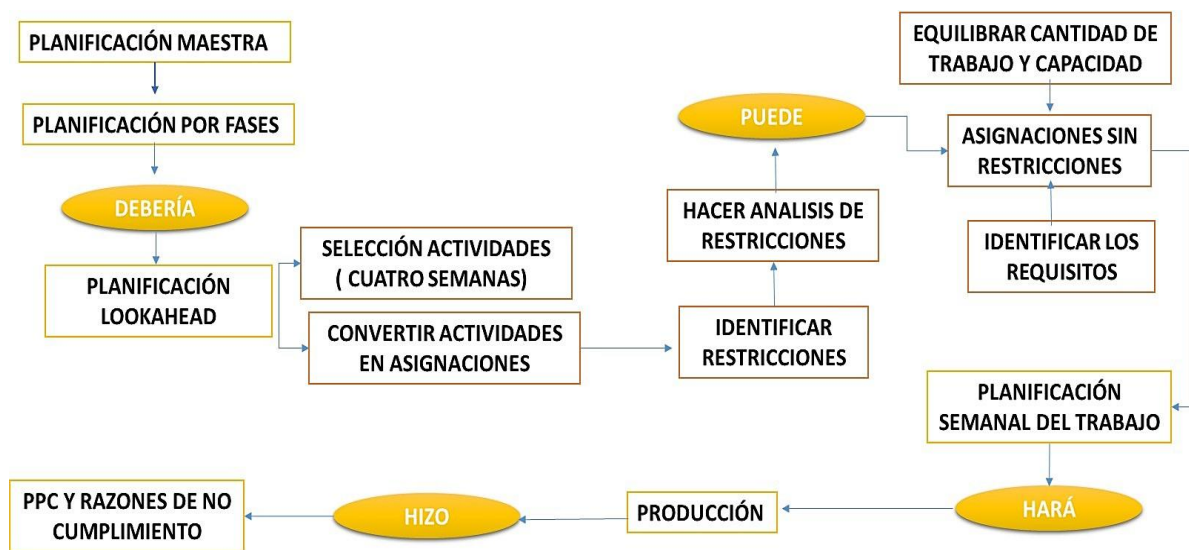


Figura 1. Esquema del procedimiento del Sistema Last Planner (Fuente: Elaboración Propia)



Figura 2. Esquema de lo que se debe hacer de acuerdo con el procedimiento del Sistema Last Planner (Fuente: Elaboración Propia)

1. **Planificación Maestra:** Consiste en plantear los hitos que se quieren para cumplir con los objetivos propuestos. Aquí se trabaja a nivel de grupos de actividades (fases) y se hace la programación para todo el proyecto. Esta programación puede estar sujeta a modificaciones y ajustes de acuerdo al estado del proyecto (comienzos, secuencias, duraciones, etc.)
2. **Planificación por Fases:** Consiste en detallar las actividades que serán necesarias llevar a cabo para ejecutar una fase del proyecto. En este tipo de planificación se usa la técnica del pull, para lo cual se recomienda la programación reversa, es decir, se trabaja de atrás (actividad final de una fase) hacia adelante (actividad inicial de una fase). Esto ayuda a determinar los trabajos que son necesarios para cumplir el objetivo de la fase.

Los involucrados deben reunirse para llevar a cabo estas actividades. Una práctica recomendada es trabajar en una pizarra con la ayuda de “post it” donde se escriben las tareas que deben ejecutar o que otros deben hacer para cumplir un objetivo. Estos son pegados y ordenados de acuerdo a la secuencia de trabajo. Asimismo, una vez que se ha planteado la secuencia se comienzan a calcular las duraciones del trabajo. Se debe buscar que los tiempos que se den sean lo suficientemente holgados para absorber cualquier variabilidad.

Los beneficios son:

- El equipo entiende mejor el proyecto.
- El equipo tiene la oportunidad de conocerse más
- Cada miembro sabe lo que los otros necesitan para llevar a cabo sus tareas
- El trabajo es planeado de tal manera que todos entienden lo que se debe hacer y cuando.

3. **Planificación Lookahead:** Planificación que trabaja con actividades que abarcan un periodo de 4 ó 6 semanas. Los “Last Planners” seleccionan y disgregan las actividades en asignaciones para posteriormente hacer un análisis de restricciones. El objetivo es producir asignaciones liberadas y listas para poder programarse semanalmente. Los pasos que se deben seguir son los siguientes:

- Seleccionar aquellas actividades que se saben que se podrían realizar cuando se programen. Tomar en cuenta si existen cambios en el diseño, temas sin resolver,

disponibilidad de materiales y la probabilidad que las actividades previas puedan ser terminadas cuando se necesiten.

- Dividir las actividades en asignaciones. Una asignación es una orden directa de trabajo y, por lo tanto, es el nivel más bajo de la planificación.
- Análisis de las Restricciones: proceso para saber si las asignaciones pueden ejecutarse cuando se ha programado.

Se divide en dos:

- ❖ Identificar las restricciones.
- ❖ Analizar las restricciones. Éste consiste en ver si se tienen la información suficiente, si cuentan con todos los recursos, si los trabajos preliminares se van a terminar

Sólo pueden avanzar en las semanas y entrar en la programación aquellas asignaciones que se encuentren listas y sin restricciones.

- Mantener un grupo de asignaciones denominado “trabajo de reserva”, el cual, es un buffer para mantener la eficiencia de la labor si las actividades planeadas no se pueden ejecutar o si el personal termina antes de lo previsto.
- Equilibrar la cantidad de trabajo por hacer con la capacidad que se tiene en obra.
- Listar los requisitos que se deben tener en cuenta para ejecutar las asignaciones en la semana que se han programado.

Los factores a tomar en cuenta en el análisis de restricciones son el cumplimiento de las tareas precedentes, el diseño y especificaciones de los detalles constructivos, la disponibilidad de componentes y materiales, la disponibilidad de mano de obra, del equipo, del espacio y la consideración de posibles impedimentos por condiciones externas.

4. Planificación Semanal: De las asignaciones que se tienen listas, se deben seleccionar aquellas que entrarán en la ventana de programación semanal. Se debe tener en cuenta la prioridad, secuencia del trabajo y si se tienen en campo todos los recursos

4. PPC y Razones de No Cumplimiento: Consiste en medir la efectividad de la programación usando un indicador como el PPC (Porcentaje Plan Cumplido), asimismo, se deben identificar las razones del no cumplimiento. Esto último

sirve para conocer cuáles son las razones que más se repiten y poder corregirlas para las siguientes semanas (proceso de retroalimentación).

Algunos Conceptos Básicos Del Lean Construction

Antes de entrar en el desarrollo de la herramienta de planificación deberemos conocer algunas definiciones de la industria de la construcción que es manejada con una visión de transformación:

PRODUCCIÓN: Proceso de transformación.

PRODUCTIVIDAD: Es la relación de lo producido entre los recursos utilizados.

RENDIMIENTO: Es la cantidad producida por unidad de tiempo. (Velocidad de avance).

Tipos de trabajo.

- Trabajo Productivo, Aporta directamente a la producción, ejemplo: vaciado de concreto.
- Trabajo Contributorio, Son acciones necesarias para poder realizar el trabajo productivo, ejemplo: transporte del concreto.
- Trabajo No Contributorio, Acciones realizadas que no son necesarias, ejemplo: Esperas, viajes innecesarios.

Variabilidad

Constituye la principal fuente de desperdicio en la industria de la construcción. Los sobre costos ocasionados por la variabilidad se traducen en una pobre productividad, debido a la baja utilización de recursos, baja producción y trabajo en condiciones no óptimas. Entonces, para minimizar el desperdicio se debe controlar la variabilidad.

La variabilidad no es otra cosa que, la ocurrencia de eventos distintos a los previstos tanto por efectos internos y/o externos al sistema. Esta incertidumbre está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad y velocidad de los mismos. Es una realidad en la vida del Proyecto, sabemos que pueden ocurrir, pero no sabemos con exactitud cuándo. No considerarla en la planificación hace que se incremente significativamente y su impacto sea mayor en el sistema de producción.

Estrategias Para El Manejo De La Variabilidad

Conocidos cuales son las principales causas de incumplimiento de las metas de los proyectos de construcción, para implementar el sistema de planificación se utilizarán los siguientes criterios:

- ☐ Reducción de Impacto de variabilidad
- ☐ Uso de Buffers
- ☐ Sectorizar el proyecto en pequeños lotes.
- ☐ Entender mejor los procesos.
- ☐ Reducir dependencias entre procesos y actividades
- ☐ Reorganización de procesos
- ☐ Estandarizar uso de procedimientos constructivos.

Razones de no cumplimiento (*reasons for non conformances*)

Las razones de No cumplimiento son todas aquellas causas que llevaron a no culminar la tarea programada para la semana. Recordemos que la tarea se considera culminada si es que se concluyó totalmente y no parcialmente. El identificar estas causas nos llevará a una retroalimentación para futuro, ya que podremos ir haciendo una recopilación de las causas más recurrentes y en las que debemos tener más cuidado para las siguientes semanas o para próximos proyectos. Algunas razones de no cumplimiento puede ser las fallas en mano de obra, materiales, causas externas, etc. Pero sobre todo debemos evaluar si es que son referidas a una mala programación, o un exceso de carga para la unidad de producción, falta de procesos claros o quizá funciones no definidas para los ejecutores de la tarea. En conclusión, la importancia de las Razones de No Cumplimiento es el aprendizaje para no volver a repetir estos errores en el futuro.

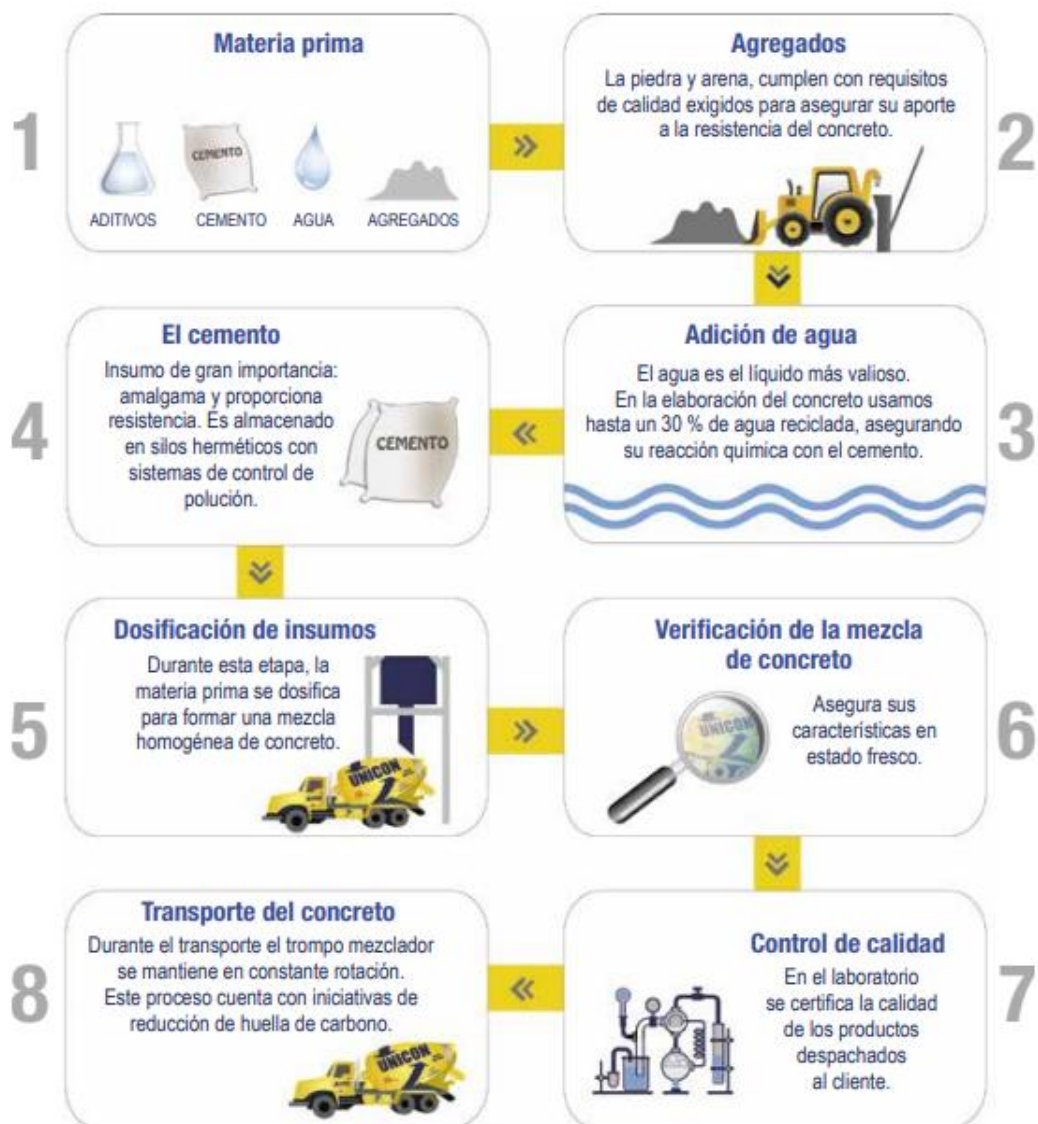


Figura 3. Flujograma de las actividades realizadas por la empresa Unicon.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material:

2.1.1 Población.

En lo que respecta a la población, la unidad de análisis se tomó de los reportes de cada una de las dimensiones consideradas para la comparación durante los meses de enero, febrero y marzo del 2019 en cada una de las plantas analizadas de esta empresa. La cantidad de datos mensuales por cada una planta se detalla a continuación:

Cuadro 2. Detalle de las unidades de análisis empleadas para la investigación.

Meses	Planta Collique (n)	Planta Meiggs (n)	Total (n)
Enero	929	702	1631
Febrero	1342	764	2106
Marzo	1289	780	2069
Total	3560	2246	5806

Se tuvo un total de 5806 reportes acopiados en ese tiempo en ambas plantas evaluadas de la Empresa Unicon, Lima.

2.1.2 Muestra

De acuerdo con las recomendaciones de Hesse-Biber (2010a) y Onwuegbuzie y Collins (2007) (En Hernández, *et al.* 2014, p. 189) el tamaño mínimo de las muestras en los diseños comparativos, como el de esta tesis, es de 64 para análisis bilaterales (dos colas). Sin embargo, para mayor detalle y se procesarán todos los datos obtenidos en el primer trimestre del 2019, teniendo la misma cantidad de datos (5806 reportes).

2.1.3 Unidades de análisis.

Para la ejecución de este trabajo de investigación se tomaron como unidades de análisis los reportes de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de los meses de enero – marzo del año 2019. Cada una de estas unidades de análisis proporcionó información referida con los tiempos de carga y regulación; tiempos de viaje a obra y tiempos de espera y descarga en obra en los diseños estándar de las plantas Collique y Meiggs de propiedad de esta misma empresa.

2.2 Método.

2.2.1 Tipo de Estudio.

En base al objetivo que pretende esta es una investigación básica, la misma que de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) es muy útil para “producir conocimiento y teorías” (p. 24).

De acuerdo a su naturaleza, tuvo un enfoque cuantitativo, pues se refrenda en el análisis numérico de datos, empleando herramientas de estadística para la comprobación de las hipótesis (Hernández, *et al.* 2014).

2.2.2 Diseño de investigación

La investigación tuvo diseño no experimental. Fue descriptiva comparativa, la misma que tuvo como objetivo describir una situación particular vista en una realidad, comparándola con otra paralela con la finalidad de determinar diferencias potenciales basadas en evidencia (Hernández, *et al.* 2014). El esquema de análisis fue el siguiente:

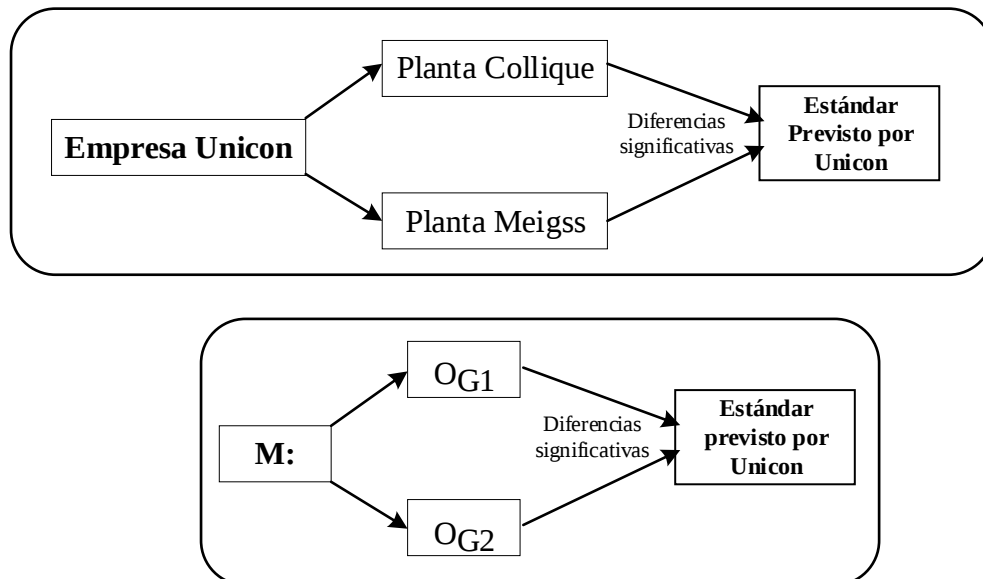


Figura 4. Esquema del diseño de investigación.

Donde:

M: Muestra (Unidades de la Empresa Unicon, Lima)

O: Observación de las dimensiones propuestas (tiempos de carga y regulación en los

diseños estándar; tiempos de puntualidad del abastecimiento del concreto premezclado y tasas de cumplimiento del abastecimiento del concreto premezclado)

G1: Planta Collique de la empresa Unicon

G2: Planta Meiggs de la empresa Unicon

Estándar de la empresa Unicon basada en la filosofía *Last Planner System* (De acuerdo en los tiempos máximos permisibles para cada fase).

2.2.3 Variable y operativización de variable

Cuadro 3: Variable y operativización de variable.

Variable	Dimensión	Ítems	Escala	Nivel / Rango
Efectividad de la filosofía <i>Last Planner System</i> en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto premezclado	Tiempos de carga y regulación Tiempos de viaje a obra Tiempos de espera y descarga	No aplica	Escala cuantitativa. Minutos	Entrega tardía (De 15 minutos a más de tardanza, en referencia a la hora de entrega del concreto premezclado en la obra. La hora de entrega es fijada por el cliente.) Entrega a tiempo (Hasta 14 minutos a más o menos de la hora de entrega del concreto premezclado en la obra. La hora de entrega es fijada por el cliente) Entrega temprana (De 15 minutos a más de antelación, en referencia a la hora de entrega del concreto premezclado en la obra. La hora de entrega es fijada por el cliente)

2.2.4 Instrumentos de recolección de datos

Técnica.

Para la toma de datos se hizo un análisis documental, teniendo como referencia los reportes de las plantas mencionadas. De acuerdo con Hernández *et al.* (2014), el análisis documental consiste en un trabajo mediante el cual, a través de un proceso intelectual, se extrae la información de documentos para representarlos de diferente manera, facilitando un metaanálisis de los mismos. Por lo tanto, analizar, es transvasar de un documento

original un conjunto de información que se utiliza para la elaboración de nuevas representaciones.

Instrumento de toma de datos.

No se requirió de un instrumento de toma de datos, debido a que se tomó la información de manera directa de los reportes de la planta.

Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

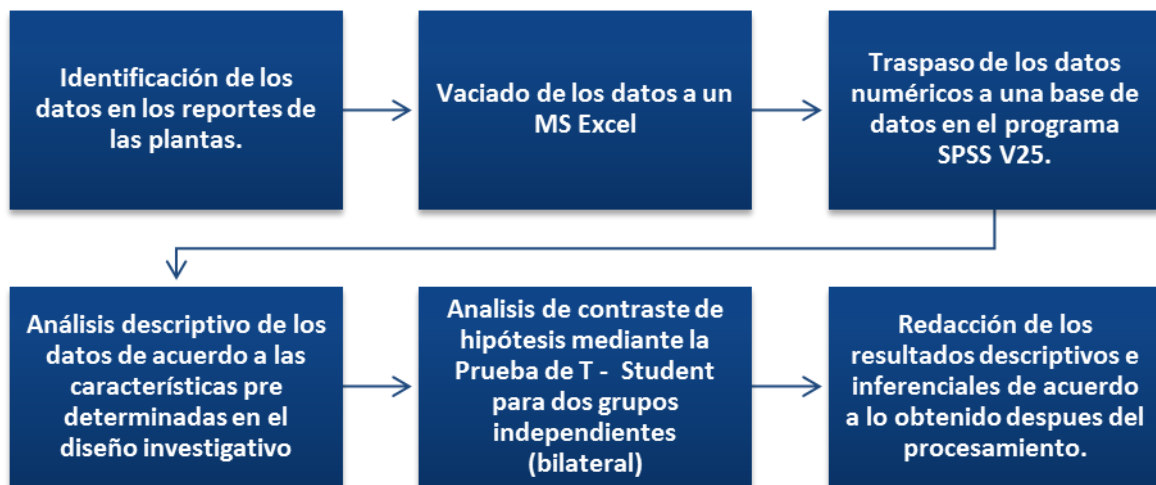


Figura 5. Procedimiento de toma y procesamiento de datos de la investigación.

Recolección de información

Previamente a la colecta de la información se procedió con la formalidad de los permisos para la ejecución de esta toma de datos, contando con el permiso de la entidad para realizar este estudio.

Para la colecta de la información se procedió a identificar los reportes referidos con los tiempos de carga y regulación, tiempos de viaje a obra y tiempos de espera y descarga de los diseños. Asimismo, se hizo una discretización de datos para determinar la tasa de cumplimiento del abastecimiento del concreto pre-mezclado en base al tiempo total permisible que debe emplearse para el abastecimiento a los clientes del concreto premezclado en cada una de las plantas evaluadas (Collique y Meiggs). Solamente se tomó la información de los reportes completos.

Características del Proyecto

Fue un proyecto descriptivo, en cuanto a la toma de datos fue longitudinal debido a que se

tomó un intervalo de tiempo (primer trimestre del 2019) para evaluar la efectividad de la filosofía *Last Planner System* en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon.

En cuanto a la manipulación de variables fue No experimental, debido a que no se indujo ninguna respuesta que cambie la realidad observada. Al respecto Hernández, *et al.* (2014) señalan que los estudios no experimentales no manipulan variables y tienden a reflejar la realidad tal como el investigador lo observó.

2.2.5 Procesamiento y análisis estadístico de datos.

Toda la información se procesó en hojas de cálculo de MS Excel. Las estadísticas inferenciales se procesaron en el Software estadístico (SPSS: acrónimo de *Statistical Package for the Social Sciences*) versión 25 con licencia de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). Software informático muy usado en las ciencias sociales y aplicadas, además de las empresas de investigación de mercado, que permite trabajar con grandes bases de datos y una sencilla interfaz para la mayoría de los análisis.

Análisis de la información.

Se realizaron dos tipos de análisis:

- Análisis descriptivos de datos: La información se representó en tablas de frecuencias y gráficos de barras e histogramas. Asimismo, se tuvieron tablas de estadísticos descriptivos con gráficas de caja para mayor explicitud de lo representado.
- Análisis inferencial de datos: En base al diseño propuesto, el análisis inferencial buscó determinar las diferencias significativas de las características propuestas con antelación. Para ello se propuso la prueba de *T - Student* para una muestra (bilateral) a nivel de significación ($\alpha = 0.05$) y un grado de confianza del 95% con 01 grado de libertad. Teniendo como punto de comparación los estándares de tiempo máximo permisible de acuerdo con lo fijado por la empresa, enmarcada dentro de la filosofía *Last Planner System* que se detalla a continuación:

Cuadro 4. Detalle de los parámetros de medición de la información obtenida.

Fases evaluadas	Tiempos máximos permisibles de Unicon (En base a la filosofía <i>Last Planner System</i>)
Fase 1: Fase de carga y regulación de las unidades en planta (Tiempo de carga + Tiempo de regulación)	15.5 minutos (5.5 minutos de carga + 10 minutos de regulación)
Fase 2: Fase de viaje a obra (Tiempo transcurrido desde la partida de la planta hasta el arribo en la obra)	40.0 minutos (no se consideró el tiempo extremo máximo: 60 min)
Fase 3: Fase de espera y descarga en obra (Tiempo de espera en obra + tiempo de descarga del concreto pre-mezclado en la obra)	60.0 minutos (30.0 minutos de espera + 30 minutos de descarga)
Tiempo total empleado en las actividades (Mide la efectividad del cumplimiento de las actividades programadas: Fase 1 + Fase 2 + Fase 3)	Para esta fase se consideró al tiempo de viaje como el tiempo extremo permisible (60 min) 135.5 minutos (15.5 + 60 + 60)

III. RESULTADOS.

3.1. Análisis de la efectividad de la filosofía *Last Planner System* en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Como se indicó, las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon hacia sus clientes resultan de la sumatoria de tiempos desde la carga en la unidad hasta la descarga en la obra. En ese sentido, el total acumulado, considerado en este análisis no comprende los tiempos de lavado ni de regreso a la planta para reiniciar su ciclo de actividades.

Así, el análisis global de esta investigación considera la efectividad de la filosofía *Last Planner System* como el cumplimiento de los tiempos máximos permisibles para que el abastecimiento del concreto pre mezclado mantenga aún la calidad para que cumpla su función en las obras de construcción. En el caso del tiempo total empleado resultó de la sumatoria del tiempo de carga, tiempo de regulación, tiempo de viaje a obra, tiempo de espera en obra y tiempo de descarga del concreto en la obra, el mismo que tuvo un tiempo máximo de 135.5 minutos. El resultado de los estadísticos descriptivos fueron los siguientes:

Tabla 01. *Estadísticos descriptivos de los tiempos totales de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación (%)
Enero	Collique	929	33.68	266.97	123.6459	43.22950	34.962
	Meiggs	702	31.73	245.62	120.0533	39.31090	32.745
Febrero	Collique	1342	31.04	301.60	107.8380	44.68803	41.440
	Meiggs	764	31.50	266.95	110.1495	39.83639	36.166
Marzo	Collique	1289	34.13	271.88	99.5934	43.36458	43.542
	Meiggs	780	44.33	356.86	123.7328	36.30613	29.342

Se observaron valores de medias aritméticas que oscilaron entre 99.59 a 123.73 minutos en las actividades de estas dos plantas en los tres meses en estudio. Lo interesante de esto es que, si bien los promedios se encuentran dentro de lo considerado como efectivo, debe destacarse que la variabilidad observada (coeficiente de variación) tuvo como valor

mínimo a un 29.34% y un máximo de 41.44% lo que reflejaría el porcentaje de datos que se encuentran dispersos con respecto a la media aritmética.

De acuerdo con Montgomery (2005) para la evaluación de la variabilidad de datos, en caso se tenga información como la extraída en esta tesis, el porcentaje máximo permisible para una buena distribución es de 20.0%. Por lo que, en base a lo observado se distingue que la mayor parte de estos porcentajes se encuentran sobre el máximo permisible. Sin embargo, es necesario verificar este comportamiento mediante una prueba estadística, haciéndolo de la siguiente manera:

Tabla 02. *Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coeficiente de variación (%)	6	36,3662	5,32353	2,17332

Se observó que en promedio se tuvo un coeficiente de variabilidad de un 36,37%, con una desviación estándar de 5.32, que indicaría la dispersión de los datos analizados. Previo al contraste se plantearon las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: Los coeficientes de variabilidad de los de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{cf} = 20.0\%$$

H₁: Los coeficientes de variabilidad de los de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{cf} \neq 20.0\%$$

Tabla 03. *Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Valor de prueba = 20.0					
t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
Coeficiente de variación (%)	7,530	5	,001	16,36617	10,7795 21,9529

Se observó que la significancia bilateral obtenida fue menor que el valor propuesto

($p=0.001<0.05$), teniendo evidencia para rechazar la hipótesis nula afirmando que Los coeficientes de variabilidad de los de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%. Observando la Tabla 02, se ve que el valor promedio de los coeficientes de variabilidad analizados fue de 36,37%, siendo significativamente mayor que 20.0%. Lo que reflejaría una variabilidad preocupante en el comportamiento de los tiempos de actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Por otro lado, tratando el tema de la efectividad como nivel de cumplimiento con las entregas a los clientes, se trabajaron los tiempos en base a la hora fijada para la entrega del material en obra.

Si el tiempo de llegada de la unidad de abastecimiento del concreto pre-mezclado estaba comprendido en un ± 14 minutos de la hora de entrega entonces se consideró como Entrega a tiempo. Si el tiempo de llegada de la unidad de abastecimiento del concreto pre-mezclado estaba atrasada en 15 minutos a más de la hora de entrega, entonces se categorizó como Entrega tardía. Si el tiempo de llegada de la unidad de abastecimiento del concreto pre-mezclado estaba adelantada en más de 15 minutos antes de la hora de entrega, entonces se categorizó como Entrega temprana. Los resultados obtenidos reflejaron lo siguiente:

Tabla 04. *Frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon, 2019.*

Cumplimiento en obra	Planta			
	Collique		Meiggs	
	N	%	n	%
Entrega tardía	962	27.0	454	20.2
Entrega a tiempo	2425	68.1	1534	68.3
Entrega temprana	173	4.9	258	11.5
Total	3560	100.0	2246	100.0

Se observó que tanto en la planta de Collique como en la Meiggs los mayores porcentajes se ubicaron en la categoría ‘Entrega a tiempo’ con un 68.1% y 68.3% respectivamente. La siguiente categoría con mayor frecuencia se ubicó en ‘Entrega tardía’ con un 27.0% para la

planta Collique y un 20.2% para la planta Meiggs. Finalmente, la categoría ‘Entrega temprana’ presentó un 4.9% en la planta Collique y un 11.5% en la planta Meiggs.

Lo que probablemente refleje un comportamiento aceptable, sin embargo, ese 27.0% y el 20.0% de entrega tardía (para las plantas Collique y Meiggs respectivamente) son un indicador que la efectividad de la filosofía *Last Planner System* en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019 no fue la que la empresa requiere dentro del paradigma de mejora continua empresarial. Por lo que, asumiendo que los porcentajes de Entrega temprana son favorables y, sumándolos a las frecuencias de Entrega a tiempo, se tendrían los máximos efectivos de 73.0% para la planta de Collique y un 79.8% para la planta Meiggs, que estuvo muy cercana a la meta mínima de calidad para la empresa: el 80% de efectividad mínima. Como se observa a continuación en la siguiente figura.

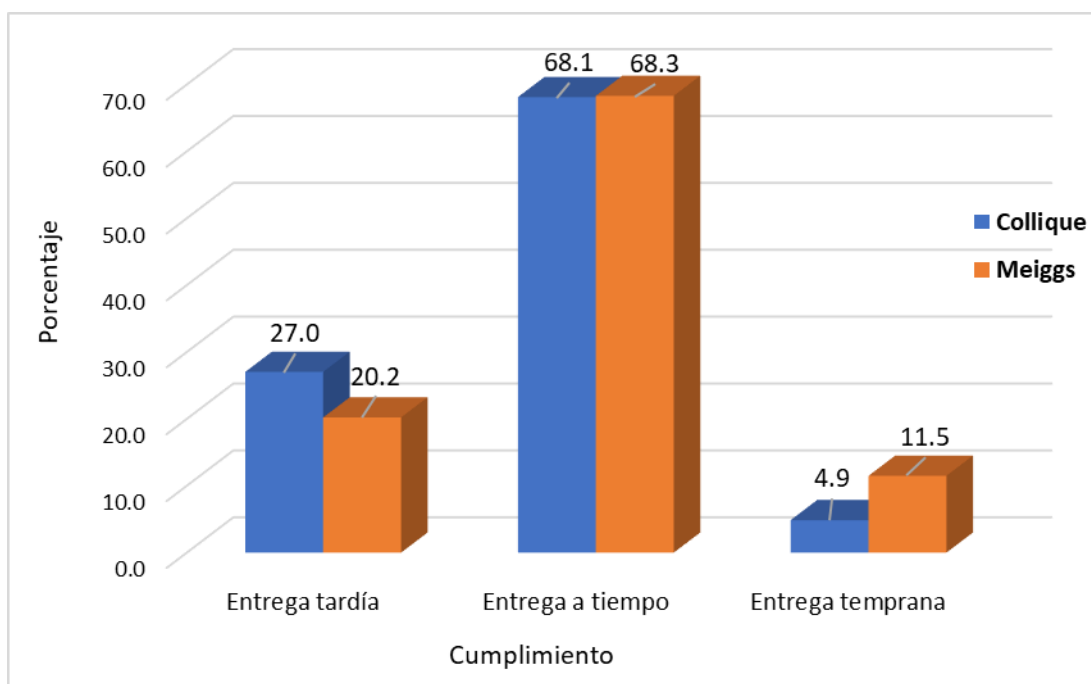


Figura 6. Frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Por otro lado, este resultado conmina a la necesidad de desagregar al nivel de cumplimiento por el intervalo evaluado. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 05. *Frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019*

Mes	Cumplimiento	Planta				Total parcial		Total	
		Collique		Meiggs					
		n	%	N	%	n	%	n	%
Enero	Entrega tardía	300	18.4	90	5.5	390	23.9	1631	100
	Entrega a tiempo	575	35.3	533	32.7	1108	67.9		
	Entrega temprana	54	3.3	79	4.8	133	8.2		
Febrero	Entrega tardía	414	19.7	142	6.7	556	26.4	2106	100
	Entrega a tiempo	883	41.9	533	25.3	1416	67.2		
	Entrega temprana	45	2.1	89	4.2	134	6.4		
Marzo	Entrega tardía	248	12.0	222	10.7	470	22.7	2069	100
	Entrega a tiempo	967	46.7	468	22.6	1435	69.4		
	Entrega temprana	74	3.6	90	4.3	164	7.9		
Total		3560	61.3	2246	38.7	5806	100.0	5806	

Se evidenció que en el mes de enero tanto las unidades de la planta de Collique como la de Meiggs tuvieron valores porcentuales de Entrega a tiempo muy cercanas, no obstante, en la categoría Entrega tardía, se vio una marcada diferencia entre las unidades de ambas plantas, destacando la planta de Collique con un 18.4%.

En el mes de febrero hubo diferencias de puntos porcentuales entre las plantas en la categoría Entrega a tiempo, destacando la planta de Collique con un 41.9%, observándose un alto porcentaje en la entrega tardía con un 19.7%.

En el mes de marzo hubo una tendencia similar en la categoría Entrega a tiempo, destacando nuevamente las unidades de la planta de Collique con un 46.7%. En la categoría Entrega tardía hubo porcentajes cercanos entre las dos plantas evaluadas.

En todos los casos observados los porcentajes de las categorías de Entrega temprana no superaron el 4.8%, destacando las unidades de la planta Meiggs en todos los meses de evaluación, como también se aprecia a continuación.

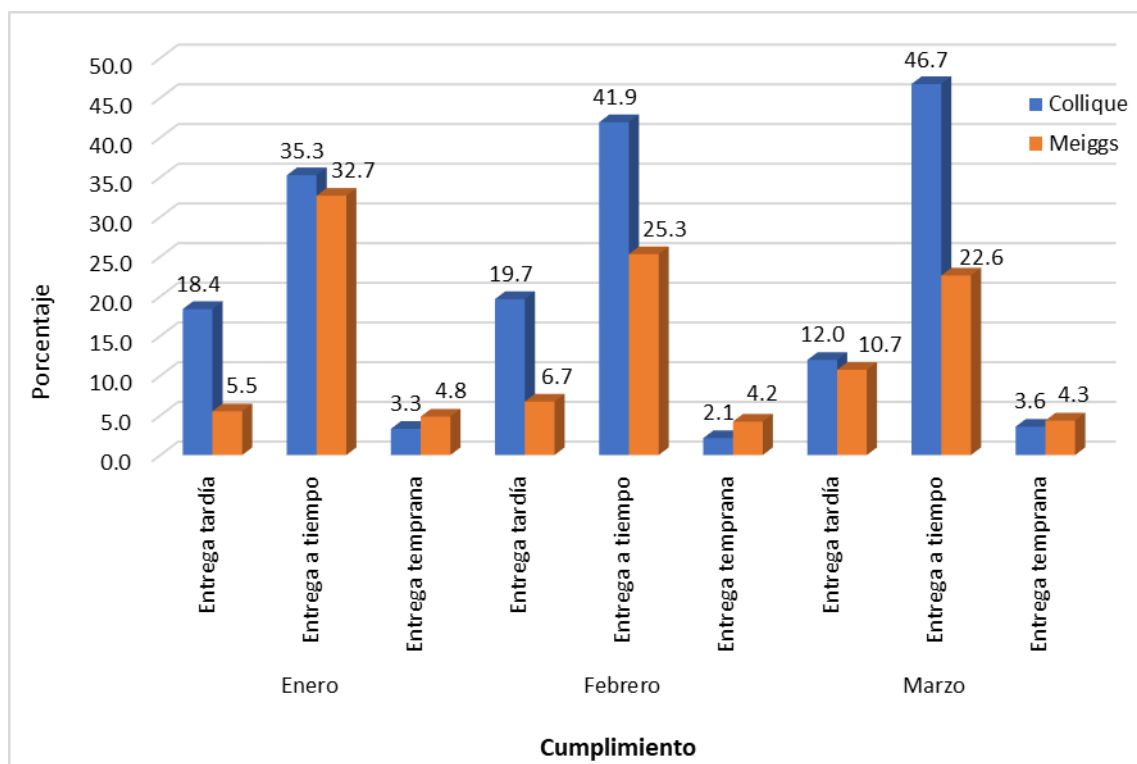


Figura 7. Distribución de las frecuencias de los niveles de cumplimiento del despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

3.2. Determinación de la variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar de la empresa Unicon de enero- marzo, 2019.

Como se indicó previamente este proceso consta de dos subfases que son el tiempo de carga y el tiempo de regulación del concreto pre-mezclado. En ese contexto es que primero se evaluó la variabilidad de los tiempos de carga. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 06. *Estadísticos descriptivos de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación (%)
Enero	Collique	929	2.03	14.47	5.5410	1.60808	29.021
	Meiggs	702	2.00	14.53	5.1869	1.29549	24.976
Febrero	Collique	1342	2.00	19.87	5.2765	1.44989	27.478
	Meiggs	764	2.02	13.07	5.1471	1.51804	29.493
Marzo	Collique	1289	2.02	15.77	5.5160	1.49838	27.164
	Meiggs	780	2.00	13.58	5.7915	1.35618	23.417

Se vieron valores de medias aritméticas que oscilaron entre 5.147 a 5.792 minutos en las actividades de estas dos plantas en los tres meses en estudio. Lo interesante de esto es que, si bien los promedios se encuentran dentro de lo considerado como efectivo, debe destacarse que la variabilidad observada (coeficiente de variación) tuvo como valor mínimo a un 23.417% y un máximo de 29.493% lo que reflejaría el porcentaje de datos que se encuentran dispersos con respecto a la media aritmética.

Citando nuevamente a Montgomery (2005), para la evaluación de la variabilidad de datos, en caso se tenga información como la extraída en esta tesis, el porcentaje máximo permisible para una buena distribución es de 20.0%. Por lo que, en base a lo observado se distingue que todos los valores de estos porcentajes se encuentran sobre el máximo permisible. Sin embargo, es necesario verificar este comportamiento mediante una prueba estadística, haciéndolo de la siguiente manera:

Tabla 07. Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coeficiente de variación (%)	6	26,92483	2,343307	,956651

Se observó que en promedio se tuvo un coeficiente de variabilidad de un 26,92%, con una desviación estándar de 2.343, que indicaría un bajo nivel de dispersión de los datos analizados. Previo al contraste se plantearon las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tc} = 20.0\%$$

H₁: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tc} \neq 20.0\%$$

Tabla 08. Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los datos de las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Valor de prueba = 20						
t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
				Inferior	Superior	
Coeficiente de variación (%)	7,239	5	,001	6,924833	4,46568	9,38398

Se observó que la significancia bilateral obtenida fue menor que el valor propuesto ($p=0.001<0.05$), teniendo evidencia para rechazar la hipótesis nula afirmando que Los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%. Observando la Tabla 07, se ve que el valor promedio de los

coeficientes de variabilidad analizados fue de 26,92%, siendo significativamente mayor que 20.0%. Lo que reflejaría una variabilidad preocupante en el comportamiento de los tiempos de carga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Por otra parte, como se indicó la otra subfase de este proceso consiste en el tiempo que se emplea para la regulación del concreto pre-mezclado de las unidades de transporte de la empresa. De manera similar al caso de los tiempos de carga, se optó por evaluar la variabilidad detallada de estos tiempos en el intervalo de los tres meses propuestos para esta investigación. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 09. *Estadísticos descriptivos de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Coeficiente de variación (%)
Enero	Collique	929	4.05	22.58	9.8056	2.77533	28.303
	Meiggs	702	2.03	19.75	9.4339	2.92065	30.959
Febrero	Collique	1342	2.27	24.98	9.7954	2.69962	27.560
	Meiggs	764	2.00	24.13	9.3908	3.17859	33.848
Marzo	Collique	1289	2.78	24.70	9.2287	2.66976	28.929
	Meiggs	780	2.10	24.27	11.1037	2.61620	23.562

Se observaron valores de medias aritméticas que oscilaron entre 9.229 a 11.104 minutos en las actividades de estas dos plantas en los tres meses en estudio. Lo interesante de esto es que, si bien los promedios se encuentran dentro de lo considerado como efectivo, debe destacarse que la variabilidad observada (coeficiente de variación) tuvo como valor mínimo a un 23.562% y un máximo de 33.848% lo que reflejaría el porcentaje de datos que se encuentran dispersos con respecto a la media aritmética. Nuevamente, para la evaluación de la variabilidad de datos, el porcentaje máximo permisible para una buena distribución es de 20.0%. Por lo que, en base a lo observado se distingue que todos los valores de estos porcentajes se encuentran sobre el máximo permisible. Sin embargo, es necesario verificar este comportamiento mediante una prueba estadística, haciéndolo de la siguiente manera:

Tabla 10. *Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coeficiente de variación (%)	6	28,86017	3,445570	1,406648

Se observó que en promedio se tuvo un coeficiente de variabilidad de un 28.86%, con una desviación estándar de 3.446, que indicaría un bajo nivel de dispersión de los datos analizados. Nuevamente, previo al contraste se plantearon las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tr} = 20.0\%$$

H₁: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tr} \neq 20.0\%$$

Tabla 11. *Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Valor de prueba = 20						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coeficiente de variación (%)	7,239	5	,001	8,860167	5,24426	12,47607

Se observó que la significancia bilateral obtenida fue menor que el valor propuesto ($p=0.001<0.05$), teniendo evidencia para rechazar la hipótesis nula afirmando que Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%. Observando la Tabla 10, se ve que el valor promedio de los coeficientes de variabilidad analizados fue de 28.86%, siendo significativamente mayor

que 20.0%. Lo que reflejaría una variabilidad preocupante en el comportamiento de los tiempos de regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

No obstante, los dos resultados independientes obtenidos previamente, fue necesario determinar el detalle de los tiempos en conjunto de esta fase (Carga-Regulación) que constituyen una etapa básica que asura la calidad del concreto pre-mezclado para ser distribuido a las obras de los clientes demandantes. Para ello, se sumaron los tiempos de carga más los de regulación. A estos tiempos se les analizó del mismo modo que se hizo con los tiempos de manera independiente. Los resultados de los estadísticos descriptivos se observan a continuación.

Tabla 12. *Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación (%)
Enero	Collique	929	8.40	29.62	15.3472	3.02141	19.687
	Meiggs	702	4.34	25.06	14.6225	3.23119	22.097
Febrero	Collique	1342	6.40	29.61	15.0720	2.98869	19.829
	Meiggs	764	4.93	33.10	14.5379	3.54371	24.376
Marzo	Collique	1289	7.75	31.48	14.7446	3.00242	20.363
	Meiggs	780	6.53	31.50	16.8952	2.67628	15.840

Se observaron valores de medias aritméticas que oscilaron entre 14.538 a 16.895 minutos en las actividades de estas dos plantas en los tres meses en estudio. Nuevamente, lo interesante de este resultado es que, los promedios se encuentran dentro de lo considerado como efectivo, destacando también que la variabilidad observada (coeficiente de variación) tuvo como valor mínimo a un 15,84% y un máximo de 24.376% lo que reflejaría el porcentaje de datos que se encuentran dispersos con respecto a la media aritmética.

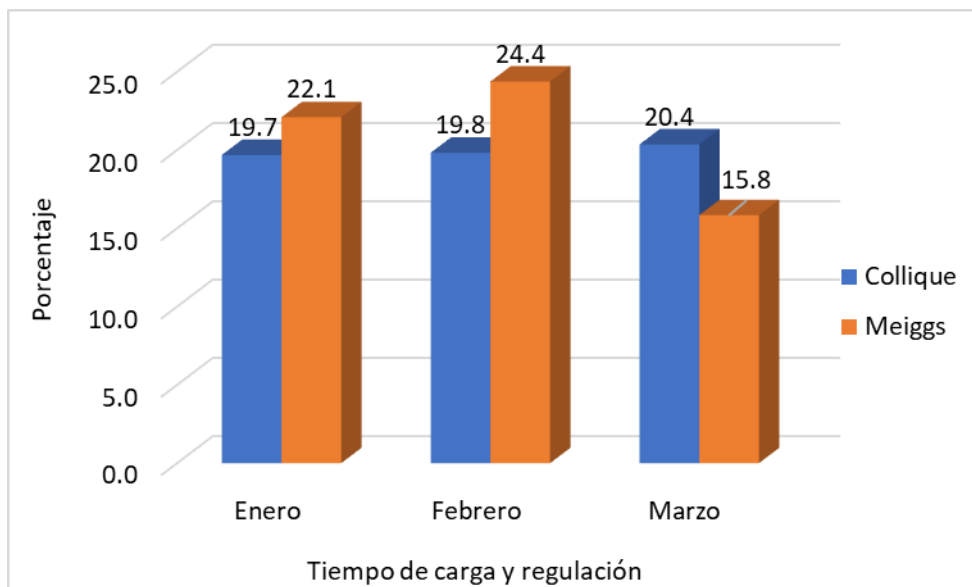


Figura 8. Distribución de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Nuevamente, para la evaluación de la variabilidad de datos, el porcentaje máximo permisible para una buena distribución es de 20.0%. Por lo que, en base a lo observado se distingue que los valores de estos porcentajes se encuentran cercanos al máximo permisible. Sin embargo, es ineludible verificar este comportamiento mediante una prueba estadística, haciéndolo de la siguiente manera:

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coeficiente de variación (%)	6	20,36533	2,839386	1,159174

Se observó que en promedio se tuvo un coeficiente de variabilidad de un 20,365%, con una desviación estándar de 2,839, que indicaría un bajo nivel de dispersión de los datos analizados. Nuevamente, previo al contraste se plantearon las hipótesis de la siguiente manera:

H_0 : Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa

Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tr} = 20.0\%$$

H₁: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tr} \neq 20.0\%$$

Tabla 14. *Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Valor de prueba = 20						
t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
				Inferior	Superior	
Coefficiente de variación (%)	,315	5	,765	,365333	-2,61442	3,34509

Se observó que la significancia bilateral obtenida fue mayor que el valor propuesto ($p=0.765>0.05$), no teniendo evidencia para rechazar la hipótesis nula afirmando que Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%. Observando la Tabla 13, se vio que el valor promedio de los coeficientes de variabilidad analizados fue de 20,365%, no siendo significativamente diferente que 20.0%. Lo que reflejaría una variabilidad estable en el comportamiento de los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Este resultado fue interesantemente bueno, sin embargo, queda aún el contraste para determinar si el tiempo promedio de carga-regulación es igual o distinto del previsto como máximo permisible. Nuevamente se plantearon hipótesis de contraste de la siguiente manera:

H₀: El tiempo promedio de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes a 15.5 minutos

$$\bar{X}_{tcr} = 15.5 \text{ minutos}$$

H₁: El tiempo promedio de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes a 15.5 minutos.

$$\bar{X}_{\text{TCR}} \neq 15.5 \text{ minutos}$$

Tabla 15. *Prueba T Student para los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta		Valor de prueba = 15.5					
			t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Enero	Collique	Tiempo de carga y regulación	-1,542	928	,124	-,15281	-,3474	,0417
	Meiggs	Tiempo de carga y regulación	-7,196	701	,000	-,87754	-1,1170	-,6381
Febrero	Collique	Tiempo de carga y regulación	-5,247	1341	,000	-,42803	-,5881	-,2680
	Meiggs	Tiempo de carga y regulación	-7,504	763	,000	-,96209	-1,2138	-,7104
Marzo	Collique	Tiempo de carga y regulación	-9,033	1288	,000	-,75540	-,9195	-,5913
	Meiggs	Tiempo de carga y regulación	14,560	779	,000	1,39522	1,2071	1,5833

Se observó que solamente la significancia obtenida en el tiempo de carga-regulación de la planta de Collique en el mes de enero, tuvo un valor superior al propuesto ($p=0,124>0,05$) razón por la cual, solo en ese caso, la media de tiempo de carga – regulación resulta similar al valor de contraste (15.5 minutos). En los demás casos se rechazaría la hipótesis nula y tendría que afirmarse que, en promedio, los tiempos de carga-regulación de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes a 15.5 minutos. Ahora, en base a esta diferencia significativa es necesario observar si los valores de las medias de los tiempos de carga-regulación fueron mayores o menores que 15.5 minutos. Para ello se observó la tabla 12, advirtiéndose que solamente la planta Meiggs en el mes de marzo tuvo un promedio mayor que 15.5 (el promedio fue de 16.8952), lo que reflejaría que, exceptuando a este valor, los demás tendrían un excelente nivel de efectividad en el tiempo de carga-regulación enmarcado dentro de la filosofía *Last Planner System*.

3.3. Determinación de la variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar de la empresa Unicon de enero- marzo, 2019.

Como se indicó previamente este proceso comprende el intervalo entre el tiempo de culminación de la carga y regulación del concreto pre-mezclado en la planta hasta la llegada al destino en la hora fijada por el cliente de la obra. De acuerdo con los estándares basados en la filosofía *Last Planner System* es que el tiempo de viaje a obra no debería de exceder los 40 minutos en lo ideal. Este parámetro es el que se empleó para los contrastes de hipótesis. No obstante, siguiendo la metodología propuesta para esta tesis, antes se tuvo que determinar la variabilidad de estos tiempos de viaje. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 16. *Estadísticos descriptivos de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación (%)
Enero	Collique	929	2.32	113.03	39.5822	19.86491	50.187
	Meiggs	702	2.00	146.57	36.9701	16.04716	43.406
Febrero	Collique	1342	2.43	155.95	32.7645	19.88277	60.684
	Meiggs	764	5.15	154.36	37.3453	18.69678	50.065
Marzo	Collique	1289	5.13	99.30	23.3780	16.05552	68.678
	Meiggs	780	5.82	99.32	40.3334	12.39026	30.720

Se vieron valores de medias aritméticas que oscilaron entre 32.7645 a 40.3334 minutos en las actividades de estas dos plantas en los tres meses en estudio. Lo interesante de esto es que, si bien los promedios se encuentran dentro de lo considerado como efectivo, debe destacarse que la variabilidad observada (coeficiente de variación) tuvo como valor mínimo a un 30.720% y un máximo de 60.684% lo que reflejaría un alto porcentaje de datos que se encuentran dispersos con respecto a la media aritmética.

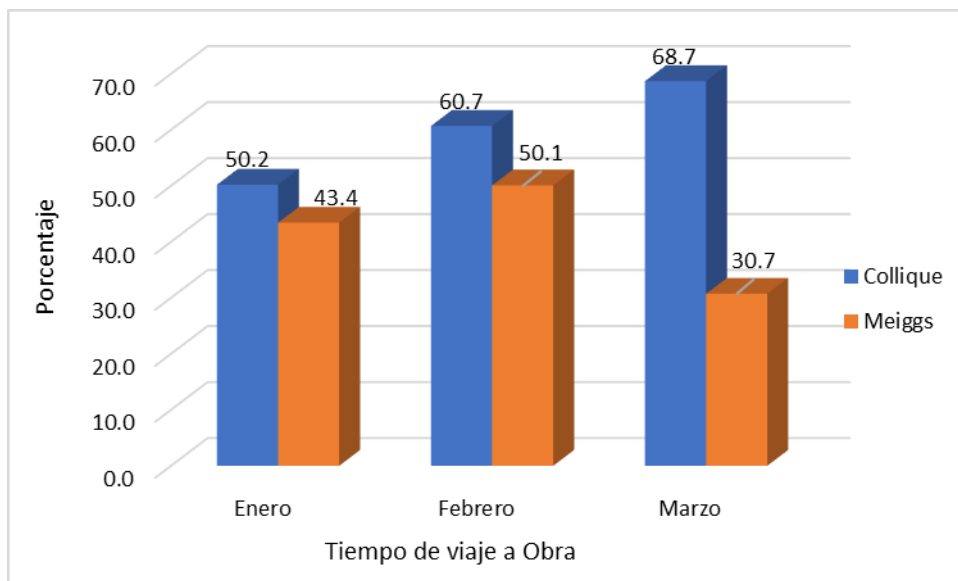


Figura 9. Distribución de los coeficientes de variabilidad de los viajes a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Citando nuevamente a Montgomery (2005), para la evaluación de la variabilidad de datos, en caso se tenga información como la extraída en esta tesis, el porcentaje máximo permisible para una buena distribución es de 20.0%. Por lo que, en base a lo observado se distingue que todos los valores de estos porcentajes se encuentran sobre el máximo permisible. Sin embargo, es necesario verificar este comportamiento mediante una prueba estadística, haciéndolo de la siguiente manera:

Tabla 17. Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coefficiente de variación (%)	6	50,62333	13,235730	5,403464

Se observó que en promedio se tuvo un coeficiente de variabilidad de un 50.623%, con una desviación estándar de 13,236, que indicaría un nivel medio de dispersión entre estos porcentajes analizados. Previo al contraste se plantearon las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: Los coeficientes de variabilidad de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tc} = 20.0\%$$

H₁: Los coeficientes de variabilidad de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{tc} \neq 20.0\%$$

Tabla 18. *Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los datos del tiempo de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Valor de prueba = 20						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coefficiente de variación (%)	7,239	5	,002	30,623333	16,73329	44,51338

Se observó que la significancia bilateral obtenida fue menor que el valor propuesto ($p=0.002<0.05$), teniendo evidencia para rechazar la hipótesis nula afirmando que Los coeficientes de variabilidad de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%. Observando la Tabla 17, se ve que el valor promedio de los coeficientes de variabilidad analizados fue de 50.623%, siendo significativamente mayor que 20.0%. Lo que reflejaría una variabilidad muy preocupante en el comportamiento de los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Este resultado fue preocupante, sin embargo, queda aún el contraste para determinar si el tiempo promedio de viaje a obra de las unidades de estas dos plantas es igual o distinto del previsto como máximo permisible (40 minutos). Nuevamente se plantearon hipótesis de contraste de la siguiente manera:

H₀: En promedio, los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes a 40 minutos

$$\bar{X}_{tr} = 40 \text{ minutos}$$

H₁: En promedio, los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes a 40 minutos.

$$\bar{X}_{tr} \neq 40 \text{ minutos}$$

Tabla 19. *Prueba T Student para los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta		Valor de prueba = 40,0					
			t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Enero	Collique	Tiempo de viaje a Obra	-,641	928	,522	-,41785	-1,6969	,8612
	Meiggs	Tiempo de viaje a Obra	-5,003	701	,000	-3,02994	-4,2191	-1,8408
Febrero	Collique	Tiempo de viaje a Obra	-13,331	1341	,000	-7,23552	-8,3003	-6,1708
	Meiggs	Tiempo de viaje a Obra	-3,925	763	,000	-2,65470	-3,9826	-1,3268
Marzo	Collique	Tiempo de viaje a Obra	-37,169	1288	,000	-16,62199	-17,4993	-15,7447
	Meiggs	Tiempo de viaje a Obra	,752	779	,453	,33342	-,5375	1,2043

Se observó que solamente las significancias obtenidas en el tiempo de viaje a obra de las unidades de la planta de Collique en el mes de enero y las de Meiggs en el mes de marzo, tuvieron un valor superior al propuesto ($p=0,522$ y $p=0,453 > 0,05$) razón por la cual, solo en esos dos casos, la media de tiempo de viaje a obra resulta igual al valor de contraste (40.0 minutos). En los demás casos se rechazaría la hipótesis nula y tendría que afirmarse que, en promedio, los tiempos de viaje a obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes a 40,0 minutos. Ahora, en base a esta diferencia significativa es necesario observar si los valores de las medias de los tiempos de viaje a obra fueron mayores o menores que 40 minutos. Para ello se observó la tabla 16, advirtiendo que, en todos los casos analizados, se observa un excelente nivel de efectividad en el tiempo de viaje a obra enmarcado dentro de la filosofía *Last Planner System*, siendo significativamente menor a 40 minutos.

3.4. Determinación de la variabilidad de los tiempos de espera en obra y descarga en los diseños estándar de la empresa Unicon de enero- marzo, 2019.

Como se indicó previamente este proceso comprende el intervalo entre el tiempo donde la unidad espera en obra para descargar el concreto pre-mezclado en la obra, más el tiempo que tarda en la descarga total de ese mismo material. De acuerdo con los estándares basados en la filosofía *Last Planner System* el tiempo de espera no debe superar los 30 minutos y el de descarga, también no debería de exceder los 30 minutos en lo ideal. Esto significa que esta etapa debería tener un máximo de 60 minutos en total. Este parámetro es el que se empleó para los contrastes de hipótesis. No obstante, siguiendo la metodología propuesta para esta tesis, antes se tuvo que determinar la variabilidad de estos tiempos. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 20. *Estadísticos descriptivos de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Mes	Planta		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Coefficente de variación (%)
Enero	Collique	Tiempo de Espera y Descarga	929	68.7166	37.17039	1.21952	54.0923
	Meiggs	Tiempo de Espera y Descarga	702	68.4608	36.79426	1.38871	53.7450
Febrero	Collique	Tiempo de Espera y Descarga	1342	60.0015	37.98966	1.03702	63.3145
	Meiggs	Tiempo de Espera y Descarga	764	58.2663	34.14544	1.23534	58.6024
Marzo	Collique	Tiempo de Espera y Descarga	1289	61.4708	38.98795	1.08594	63.4252
	Meiggs	Tiempo de Espera y Descarga	780	66.5042	32.7877	1.17399	49.3017

Se observaron valores de medias aritméticas que oscilaron entre 58.266 a 68.717 minutos en esta etapa de actividades de estas dos plantas en los tres meses en estudio. Nuevamente, lo interesante de este resultado es que, los promedios se encuentran cercanos de lo considerado como efectivo, sin embargo, la tendencia mayoritaria es a que sea superior. Por otro lado, se destaca también que la variabilidad observada (coeficiente de variación) tuvo como valor mínimo a un 49,3% y un máximo de 63.43% lo que reflejaría un alto

porcentaje de datos que se encuentran dispersos con respecto a la media aritmética, como se aprecia a continuación.

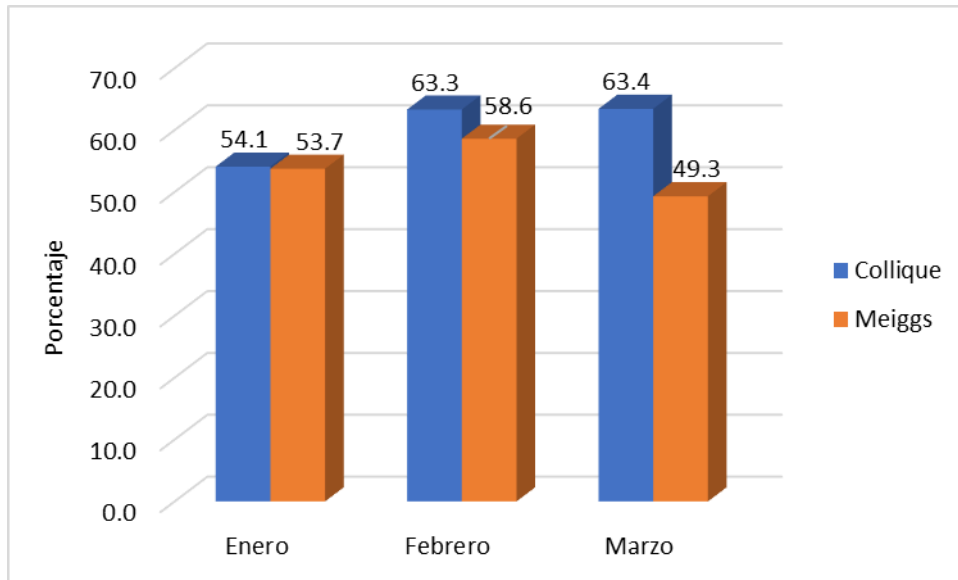


Figura 10. Distribución de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Nuevamente, para la evaluación de la variabilidad de datos, el porcentaje máximo permisible para una buena distribución es de 20.0%. Por lo que, en base a lo observado se distingue que los valores de estos porcentajes se encuentran sobre el máximo permisible. Sin embargo, es ineludible verificar este comportamiento mediante una prueba estadística, haciéndolo de la siguiente manera:

Tabla 21. Estadísticos descriptivos de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coeficiente de variación (%)	6	57,08018	5,692078	2,323781

Se observó que en promedio se tuvo un coeficiente de variabilidad de un 57.08%, con una desviación estándar de 5.692, que indicaría un bajo nivel de dispersión de los datos

analizados. Nuevamente, previo al contraste se plantearon las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de espera y descarga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{ed} = 20.0\%$$

H₁: Los coeficientes de variabilidad de los de los tiempos de espera y descarga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes al 20.0%.

$$\bar{X}_{ed} \neq 20.0\%$$

Tabla 22. *Prueba T Student para una muestra de los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.*

Valor de prueba = 20						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coefficiente de variación (%)	15,957	5	,000	37,080183	31,10671	43,05365

Se observó que la significancia bilateral obtenida fue menor que el valor propuesto ($p=0.000<0.05$), teniendo evidencia para rechazar la hipótesis nula afirmando que Los coeficientes de variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes al 20.0%.

Observando la Tabla 21, se vio que el valor promedio de los coeficientes de variabilidad analizados fue de 57.08%, siendo significativamente mayor que 20.0%. Lo que reflejaría una variabilidad muy complicada en el comportamiento de los tiempos de espera y descarga de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Este resultado fue preocupante, sin embargo, queda aún el contraste para determinar si el tiempo promedio de carga-regulación es igual o distinto del previsto como máximo permisible. Nuevamente se plantearon hipótesis de contraste de la siguiente manera:

H₀: El tiempo promedio de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo no son diferentes a 60 minutos

$$\bar{X}_{\text{tcr}} = 60.0 \text{ minutos}$$

H₁: El tiempo promedio de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes a 60 minutos.

$$\bar{X}_{\text{tcr}} \neq 60.0 \text{ minutos}$$

Tabla 23. Prueba T Student para los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.

Mes	Planta		Valor de prueba = 60					
			t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Enero	Collique	Tiempo de Espera y Descarga	7,148	928	,000	8,71657	6,3232	11,1099
	Meiggs	Tiempo de Espera y Descarga	6,093	701	,000	8,46075	5,7342	11,1873
Febrero	Collique	Tiempo de Espera y Descarga	,001	1341	,999	,00154	-2,0328	2,0359
	Meiggs	Tiempo de Espera y Descarga	-1,403	763	,161	-1,73369	-4,1588	,6914
Marzo	Collique	Tiempo de Espera y Descarga	1,354	1288	,176	1,47084	-,6596	3,6012
	Meiggs	Tiempo de Espera y Descarga	5,540	779	,000	6,50419	4,1996	8,8087

Se observó que las significancias obtenidas en el tiempo de espera y descarga en obra de las unidades de la planta de Collique y Meiggs en el mes de febrero y las de Collique en el mes de marzo, tuvieron un valor superior al propuesto ($p=0,999$; $p=0,161$ y $p=0,176 > 0,05$) razón por la cual, solo en esos tres casos, la media de tiempo de espera y descarga en obra resulta igual al valor de contraste (60.0 minutos).

En los demás casos se rechazaría la hipótesis nula y tendría que afirmarse que, en promedio, los tiempos de espera y descarga en obra de las unidades de abastecimiento del concreto pre-mezclado de dos plantas de la empresa Unicon de enero – marzo son diferentes a 60,0 minutos. Ahora, en base a esta diferencia significativa es necesario observar si los valores de las medias de los tiempos analizados fueron mayores o menores

que 60 minutos. Para ello se observó la tabla 20, advirtiéndose que en los contrastes significativos ($p < 0.05$) todos los casos presentaron un promedio de tiempo de espera y descarga en obra mayor que el propuesto como estándar en el *Last Planner System*. Así, en enero ambas plantas tuvieron tiempos mayores, a igual que Meiggs en el mes de marzo. Siendo preocupante debido a que, de todos los tiempos analizados, estos fueron significativamente mayores, siendo nocivo para las actividades de la empresa.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el cumplimiento del objetivo general, se evidenció que las dos plantas abastecedoras de concreto pre-mezclado de la empresa Unicon (Collique y Meiggs) fueron efectivas en la entrega oportuna del abastecimiento del concreto pre-mezclado a sus clientes en Lima, teniendo un tiempo promedio que oscila entre los 99.59 a 123.73 minutos, siendo menor que el tiempo estandarizado por Unicon (135.5 minutos), sin embargo, se determinó mucha variabilidad de los tiempos en las actividades de abastecimiento (36,37% en promedio). Esto evidencia una debilidad en la filosofía de trabajo. Este resultado es sinérgico con el obtenido por Cornejo; Gonzales y Tapia (2018), quienes señalaron que justamente el proceso de planificación que es proveído mediante la filosofía de trabajo *Last Planner System* es el que permite obtener mejores resultados en la efectividad del logro de los cumplimientos de los compromisos programados. No obstante, lo preocupante de este resultado fue la elevada variabilidad en el tiempo total empleado en el intervalo evaluado. Esto se interpreta que, si bien el promedio es favorable, respecto al máximo previsto por la empresa, los tiempos son excesivamente variables entre cada una de las entregas. Este aspecto es vital debido a que la satisfacción de los clientes es muy susceptible y voluble (Angeli, 2017), siendo muchas veces alterado por una sola vez en la cual hubo incumplimiento en comparación a muchas otras de cumplimiento, como también los sugirieron Quispe y Reyes (2016) en su investigación sobre la implementación de una propuesta de mejora basada en *Last Planner*, que apostó con el desarrollo de estrategias que permitirían superar los problemas identificados dentro de la entidad donde plantearon su estudio.

En el cumplimiento del primer objetivo específico se determinó que, en promedio, los tiempos de carga y regulación tuvo un buen performance, cumpliendo efectivamente con los procesos mínimos de tiempo establecidos por Unicon (15.5 minutos), sólo se exceptuó a la Planta Meiggs en el mes de marzo, que superó dicho parámetro. Respecto a la variabilidad se determinó que estuvo dentro de lo significativamente aceptable (20,365%) por lo que hay evidencia que en esta fase se están cumpliendo los estándares empleados por la empresa. Lo interesante es que, en este resultado, el análisis parcial del tiempo de carga reveló una variabilidad elevada, con respecto al máximo estadístico permisible, a pesar que las medias de este tiempo estuvieron entre 5.147 a 5.792 minutos. De igual manera, el tiempo de regulación tuvo alta variabilidad, aunque los promedios estuvieron entre 9.229 a 11.104 minutos, comprendidos muy cerca del estándar. Esto revelaría que, si se analizan estos dos subprocesos, ninguno cumpliría con el requisito de homogeneidad

que se requiere en un proceso de gestión óptimo. Este detalle es importante de analizar debido a que el análisis integral si resultó óptimo, tanto en promedio como en variabilidad. Esto hace pensar que quepa la probabilidad que se pueda demorar o abreviar más tiempo en una de las dos subfases, lo que no se visualizaría en la sumatoria final de la carga-regulación. Situación que contempló Bueno (2015) en su investigación, aunque en el caso de este investigador empezaron desarrollando no solamente tiempos sino mejora de procesos, situación que podría ser evaluada en detalle en un trabajo futuro dentro de esta misma empresa. No obstante, al final, lo relevante de este resultado es que como etapa de carga-regulación se tiene una fortaleza que debería ser mantenida por la empresa.

En el cumplimiento del segundo objetivo específico se determinó que, en promedio, el tiempo de viaje de la planta a la obra fue significativamente bueno, cumpliendo suficientemente con los estándares establecidos por Unicon (40.0 minutos). Respecto a la variabilidad se determinó que fue significativamente alto (50.623%) en referencia al parámetro estadístico máximo permisible (20,0%, Montgomery, 2005) por lo que hay evidencia que en esta fase no se están cumpliendo los estándares empleados por la empresa. Esto nuevamente preocupa, debido a la altísima variabilidad observada (más del doble en puntos porcentuales). Aunque no es novedad señalar la elevada incertidumbre del tráfico limeño, sobre todo en horas identificadas como “puntas”, no obstante, las previsiones para la llegada a tiempo a obra no son una verdadera solución al problema, debido a que eso demandaría mayor tiempo en el viaje con la carga de concreto premezclado, pudiendo tener severos problemas con la calidad de esa mezcla cuando se la entregue en la obra, debido a los procesos químicos que esta mezcla va llevando a cabo a medida que pasa el tiempo (Cámara Peruana de Construcción – Capeco-, 2017). Ante esta situación, en donde las intervenciones de variables externas podrían condicionar el cumplimiento de los pedidos programados y, también, poner en riesgo la calidad del concreto que se distribuye, por lo que requería un análisis mucho más fino, que involucraría no solamente esfuerzos de estudiosos, sino que también la incursión de especialistas en gestión, como también lo sugirió Castillo (2015) en sus recomendaciones visualizadas al final de su investigación.

Finalmente, en el desarrollo del tercer objetivo específico, se determinó que, promedio, el tiempo de espera y descarga de material en obra se cumple significativamente solo en la mitad de los procesos realizados, debido a que solamente, ambas plantas, en el mes de

febrero cumplieron con el estándar establecido por la empresa Unicon, enmarcada en la filosofía *Last Planner System* (60.0 minutos)., En enero, ambas plantas superaron significativamente este valor estándar, así como la planta Meiggs en el mes de marzo. Respecto a la variabilidad, se comprobó que fue significativamente alto (57.08%) en contraste al máximo permisible. Esto revela que el mayor problema de las actividades de la Empresa Unicon se producen en esta fase, lo que permitiría tener más cuidado en estos aspectos, no solamente por la insatisfacción de los clientes sino por el riesgo del perjuicio de la calidad de la mezcla que se distribuye. Al respecto, Castillo, Carrillo y Plaza (2017) señaló que el mayor riesgo que se tiene producto de la espera en obra es comprometer la calidad del concreto. Esto, resulta importante en la medida que, la filosofía *Last Planner System* no solamente provee de herramientas para el óptimo cumplimiento, sino que además garantiza la calidad de los insumos requeridos por los clientes, como también los señaló Matéu (2015) cuando realizó su estudio sobre un *Building Information Modeling* 4d en el cual se aplicó una planificación con *Last Planner System*, proveyéndoles de muchísima información que emplearon para la mejorar de sus procesos. Indudablemente que algo similar podría ser replicado en un estudio posterior, sin embargo, se hace relevante la necesidad de analizarlo de manera detallada, recogiendo evidencia para ponerla en práctica, como también lo recomendó (Chamorro, 2017).

V. PROPUESTA

- Primera:** A los gerentes de la Empresa Unicon se recomienda considerar los resultados de este estudio, debiendo analizar las causas de la elevada variabilidad demostrada en algunas de las fases que comprende las actividades económicas de la empresa, enfatizando en la fase de espera y descarga en obra de las unidades transportadoras, pudiendo implementar medidas de gestión como el de reporte de incidencias en tiempo real mediante aplicativos online instalado en las unidades móviles que salen de las plantas de abastecimiento.
- Segunda:** A los directivos de la Empresa Unicon se recomienda impulsar la realización de investigaciones que favorezcan la dilucidación de los problemas que se suscitan como parte de las labores cotidianas. Asimismo, se sugiere establecer alianzas estratégicas con entidades académicas que permitan la ejecución de tesis y/o proyectos que contribuyan con la mejor explicación de los sucesos y/o procesos.
- Tercera:** A los empleados de las plantas de abastecimiento de la Empresa Unicon se recomienda contribuir con las medidas de innovación de gestión de calidad que se implementen como parte de los procesos de mejora continua que los directivos tengan a bien ejecutar, asimismo se recomienda que reporten los sucesos tal cual se lleven a cabo. Así se dispondría de información de mayor calidad, que serviría para hacer mejores análisis como el propuesto en esta tesis.
- Cuarta:** A los investigadores se recomienda que incrementen la resolución de temas ligados con este rubro, pudiendo ampliar al detalle cada uno de los procesos que se han visto en este estudio, dilucidando aspectos específicos dentro de cada una de las fases. De la misma manera, podrían extender el estudio hacia los trabajadores de la empresa, como parte fundamental del proceso productivo y motor de innovación constante.

En resumen, la propuesta queda plasmada de la siguiente manera:



VI. CONCLUSIONES

- Primera:** Se evidenció que tanto la planta de Collique como Meiggs fueron efectivas en la entrega oportuna del abastecimiento del concreto pre-mezclado a sus clientes en Lima, teniendo un tiempo promedio que oscila entre los 99.59 a 123.73 minutos, siendo menor que el tiempo estandarizado por Unicon (135.5 minutos), sin embargo, se determinó mucha variabilidad de los tiempos en las actividades de abastecimiento (36,37% en promedio). Esto evidencia una debilidad en la filosofía de trabajo.
- Segunda:** Se determinó que, en promedio, los tiempos de carga y regulación tuvo un buen performance, cumpliendo efectivamente con los procesos mínimos de tiempo establecidos por Unicon (15.5 minutos), sólo se exceptuó a la Planta Meiggs en el mes de marzo, que superó dicho parámetro. Respecto a la variabilidad se determinó que estuvo dentro de lo significativamente aceptable (20,365%) por lo que hay evidencia que en esta fase se están cumpliendo los estándares empleados por la empresa.
- Tercera:** Se determinó que, en promedio, el tiempo de viaje de la planta a la obra fue significativamente bueno, cumpliendo suficientemente con los estándares establecidos por Unicon (40.0 minutos). Respecto a la variabilidad se determinó que fue significativamente alto (50.623%) en referencia al parámetro estadístico máximo permisible (20,0%) por lo que hay evidencia que en esta fase no se están cumpliendo los estándares empleados por la empresa.
- Cuarta:** Se determinó que, promedio, el tiempo de espera y descarga de material en obra se cumple significativamente solo en la mitad de los procesos realizados, debido a que solamente, ambas plantas, en el mes de febrero cumplieron con el estándar establecido por la empresa Unicon (60.0 minutos). En enero, ambas plantas superaron significativamente este valor estándar, así como la planta Meiggs en el mes de marzo. Respecto a la variabilidad, se comprobó que fue significativamente alto (57.08%) en contraste al máximo permisible. Esto revela que el mayor problema de las actividades de la Empresa Unicon se produce en esta fase.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, L. F., Diethelm, S., Rojo, Ó. and Calderon, R. (2005) *Assessing the impacts of implementing lean construction, 13th International Group for Lean Construction Conference, IGLC 13*, July 19, 2005 - July 21, 2005, pp. 387–393. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v23n1/art03.pdf>
- Angeli, C. A. (2017). *Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel*. (Tesis de grado). Santiago, Chile: Universidad Andrés Bello. Recuperado de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/4601/a120179_Angeli_C_Implimentacion_del_sistema_last_planner_tesis_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bueno, A. J. (2015). *Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en Last Planner System, para la Empresa A & Arq Contratistas y Consultores*. (Tesis de maestría). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada – UPC. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/593010?locale=es&language=es&locale-attribute=en>
- Ballard, Glen (2000) *The Last Planner System® of Production Control*. Universidad de Birmingham, Inglaterra. Recuperado de: <http://www.leanconstruction.dk/media/15590/ballard2000-dissertation.pdf>
- Camara peruana de construccion (CAPECO) (2017). *Estudio de Mercado de Edificaciones urbanas en Lima*: Fondo Editorial CAPECO
- Castillo, I. (2015). *Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS)*. (Tesis de maestría). Lima, Perú: Pontificia universidad católica del Perú.
- Castillo, T., Carrillo, C. Y. & Plaza, T. A. (2017). *Causas frecuentes del incumplimiento de la planificación a corto plazo en la construcción de puentes*. (Tesis de grado). Chimborazo, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4319>
- Chamorro, S. J. (2017). *Propuesta para mejorar un sistema de gestión de calidad en la empresa Construcciones A. Maggiolo S.A., respecto a la actualización de la norma ISO 9001 versión 2015*. (Tesis de maestría). Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/839>
- Cornejo, K. F., Gonzáles, F. A. & Tapia, V. S. (2017). *Implementación de Last Planner*

- System en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial.* (Tesis de maestría). Lima, Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623900/Cornejo_1_k.pdf?sequence=13
- Daniel, E. I., Pasquire, C. & Dickens, G. (2015). *Exploring the Implementation of the Last Planner® System Through Iglc Community: Twenty One Years of Experience*, pp. 153–162. Recuperado de: https://www.academia.edu/14481065/EXPLORING_THE_IMPLEMENTATION_OF_THE_LAST_PLANNER_SYSTEM_THROUGH_IGLC_COMMUNITY_TWENTY_ONE_YEARS_OF_EXPERIENCE
- Ghio, Virgilio (2001) *Productividad en obras: diagnóstico, crítica y respuesta.* Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/4408/Productividad-en-obras-de-construccion.-Diagnostico-critica-y-propuesta>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación científica.* (6ta ed.). México: McGraw Hill Interamericana.
- Lagos, C., Alarcón, L. F. & Salvatierra, J. L. (2016). *Improving the Use of Information Management for Continuous Improvement With the Last Planner System*, Memorias del VII Elagec, Bogotá, Colombia, pp. 737–745. Recuperado de: <https://iglc.net/Papers/Details/1472/pdf>
- Mateu, D. (2015). *Building Information Modeling 4D aplicado a una planificación con Last Planner System.* (Tesis de maestrado). España, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Montgomery, D. (2005). *Diseño y análisis de experimentos.* (2da ed.). España, Madrid: Limusa – Wiley. Recuperado de <https://bit.ly/2Lan3cs>
- Quispe, E. & Reyes, F. (2016). *Propuesta de mejora del sistema de gestión de la producción de la empresa Estremadoyro y Fassoli C. G. S.A. basada en el Sistema Last Planner.* (Tesis de Maestría). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada – UPC. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621301/browse?value=Sistema+Last+Planner&type=subject>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	ÍTEMS	ESCALA	NIVELES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	D1: Tiempo de carga y regulación	NO	Escala cuantitativa	Entrega tardía (De 15 minutos a más de tardanza, en referencia a la hora de entrega del concreto pre-mezclado en la obra. La hora de entrega es fijada por el cliente.) Entrega a tiempo (Hasta 14 minutos a más o menos de la hora de entrega del concreto pre-mezclado en la obra. La hora de entrega es fijada por el cliente) Entrega temprana (De 15 minutos a más de antelación, en referencia a la hora de entrega del concreto pre-mezclado en la obra. La hora de entrega es fijada por el cliente)
¿Cuán efectiva es la filosofía Last Planner System en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019?	Analizar la efectividad de la filosofía Last Planner System en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.	La filosofía Last Planner System es efectiva en las actividades de despacho del abastecimiento del concreto pre-mezclado de la empresa Unicon de enero - marzo, 2019.				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	D2: Tiempos de viaje a obra	APLICA		
¿Cuál es la variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019?	Comparar la variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar de Last Planner System de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.	La variabilidad de los tiempos de carga y regulación en los diseños estándar es diferente del estándar Last planner System en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019	D3. Tiempos de espera y descarga			
¿Cuál es la variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019?	Comparar la variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar de Last Planner System de las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.	La variabilidad de los tiempos de viaje a obra en los diseños estándar es diferente del estándar Last planner System en las plantas Collique y Meigss de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.			Minutos	

¿Cuál es la variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra en los diseños estándar de las plantas Collique y Meiggs de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019?	Comparar la variabilidad de los tiempos de espera y descarga en los diseños estándar de Last Planner System de las plantas Collique y Meiggs de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.	La variabilidad de los tiempos de espera y descarga en obra en los diseños estándar es diferente del estándar Last planner System en las plantas Collique y Meiggs de la empresa Unicon de enero – marzo, 2019.			
TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS			
Tipo de Estudio: Básico.	Población: Plantas evaluadas Collique y Meiggs	Técnica: Análisis documental, teniendo como referencia los reportes de las plantas Collique y Meiggs			
Diseño de Investigación: No Experimental. Correlacional. Método. Método hipotético deductivo	Muestra: Plantas evaluadas Collique y Meiggs 5806	Instrumento: No se requirió de un instrumento de toma de datos, debido a que se tomó la información de manera directa de los reportes de la planta.	Estadística a utilizar Tablas y gráficos descriptivos. Pruebas inferenciales: Análisis Inferencial Prueba T – Student SPSS Versión 25		

Anexo 2.Base de datos.

*Juan Base de Datos.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

3 : Tiempo_Util_Concr... 147,65 Visible: 13 de 13 variables

	Mes	Planta	Tiempo_Cumpli miento	Tiempo_c arga	Tiempo_r egulacion	Tiempo_C arga_Reg ul	Tiempo_Viaje_ Obra	Tiempo_es pera_obra	Tiempo_d escarga	Tiempo_espera_ obra_1	Tiempo_c iclo	Tiempo_Util_ Concreto	Tiempo_Espera_D escarga
1	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,47	10,65	16,12	36,78	60,08	55,85	60,08	206,90	168,83	115,93
2	Enero	Collique	Entrega a tiempo	6,10	10,70	16,80	34,07	70,47	77,32	70,47	236,01	198,66	147,79
3	Enero	Collique	Entrega a tiempo	3,28	10,92	14,20	21,10	34,48	77,87	34,48	189,13	147,65	112,35
4	Enero	Collique	Entrega temprana	5,65	6,25	11,90	20,55	42,48	35,54	42,48	153,29	110,47	78,02
5	Enero	Collique	Entrega a tiempo	6,23	11,27	17,50	27,55	56,02	62,88	56,02	191,72	163,95	118,90
6	Enero	Collique	Entrega a tiempo	4,42	7,48	11,90	51,92	62,58	52,82	62,58	230,77	179,22	115,40
7	Enero	Collique	Entrega a tiempo	3,23	17,60	20,83	19,70	16,13	12,83	16,13	93,99	69,49	28,96
8	Enero	Collique	Entrega a tiempo	3,62	8,92	12,54	13,80	7,62	6,87	7,62	60,25	40,83	14,49
9	Enero	Collique	Entrega a tiempo	6,05	8,65	14,70	28,13	39,68	121,08	39,68	244,86	203,59	160,76
10	Enero	Collique	Entrega a tiempo	6,45	8,70	15,15	61,10	62,33	33,47	62,33	226,28	172,05	95,80
11	Enero	Collique	Entrega temprana	3,83	7,33	11,16	36,25	95,08	3,00	95,08	194,74	145,49	98,08
12	Enero	Collique	Entrega a tiempo	4,93	7,97	12,90	40,32	51,38	12,17	51,38	168,60	116,77	63,55
13	Enero	Collique	Entrega tardía	6,03	6,82	12,85	77,28	13,40	48,95	13,40	188,46	152,48	62,35
14	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,25	8,68	13,93	54,40	40,82	39,43	40,82	192,83	148,58	80,25
15	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,43	14,35	19,78	27,98	79,40	55,97	79,40	242,72	183,13	135,37
16	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,48	16,53	22,01	63,08	81,42	57,48	81,42	311,54	223,99	138,90
17	Enero	Collique	Entrega tardía	7,45	6,82	14,27	25,53	26,45	35,54	26,45	152,01	101,79	61,99
18	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,02	6,83	11,85	33,72	37,22	19,23	37,22	155,95	102,02	56,45
19	Enero	Collique	Entrega a tiempo	7,27	9,83	17,10	33,25	28,35	26,13	28,35	145,06	104,83	54,48
20	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,03	10,27	15,30	38,78	33,68	20,73	33,68	156,16	108,49	54,41
21	Enero	Collique	Entrega temprana	5,54	10,12	15,66	31,70	107,88	11,03	107,88	220,31	166,27	118,91
22	Enero	Collique	Entrega a tiempo	5,54	10,12	15,66	31,70	107,88	11,03	107,88	220,31	166,27	118,91

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Detalle en archivo Excel.

Anexo 3. Iconografía (Fotografías)