

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Implementación del sistema MRP para la optimización  
del nivel de entrega de los nodos tipo red transporte para  
una empresa de telecomunicaciones**

Jhordan Arones Arroyo

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi madre Enma Arroyo y mi padre Zacarías Arones por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis familiares, amigos y futuros colegas que en su momento me apoyaron a pesar de los percances que te da la vida.

A mí mismo por esforzarme y superar cada problema que fui atravesando, y por supuesto a mi tutor Rodolfo Chávez.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Enma Arroyo y Zacarías Arones quienes con su amor, carácter, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>16</b>
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema .....	16
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	16
1.1.2. Formulación del Problema .....	17
1.2. Objetivos de la Investigación .....	17
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.3. Justificación e Importancia del Problema .....	18
1.3.1. Justificación Teórica .....	18
1.3.2. Justificación Social.....	18
1.3.3. Justificación Económica.....	19
1.3.4. Justificación Práctica .....	19
1.4. Hipótesis y Descripción de las Variables .....	19
1.4.1. Hipótesis .....	19
1.4.2. Descripción de las Variables.....	20
1.4.3. Operacionalización de Variables.....	21
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes del Problema.....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	24
2.1.3. Proceso Constructivo.....	24
2.1.4. Plan de Producción.....	25
2.1.5. Lista de Materiales (BOM) .....	29
2.1.7. Inventario de Seguridad.....	30
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>34</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
3.1. Métodos y Alcance de la Investigación.....	34
3.1.1. Método de la Investigación .....	34
3.1.2. Alcance de la Investigación .....	34
3.2. Diseño de la Investigación.....	35
3.3. Población y Muestra .....	35
3.3.1. Población.....	35
3.3.2. Muestra.....	38
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	45
3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	45
3.4.2. Procesamiento y análisis de Datos.....	46
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>49</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información .....	49
4.1.1. Resultado antes de la Implementación .....	49
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP .....</b>	<b>58</b>
Lista de Materiales (BOM).....	58

Plan Maestro de Producción.....	61
Valorización del Plan Maestro de Producción .....	68
4.2. Resumen de Resultados de la Hipótesis .....	76
Cuadro de control de seguimiento de Obra .....	78
<b>DISCUSIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>97</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	25
Procesos en la Construcción Civil .....	25
Tabla 2.....	36
Proceso Constructivo del Nodo Tipo Red Transporte.....	36
<i>Tabla 3</i> .....	39
Población de Nodos con Tipo de Red de Transporte .....	39
<i>Tabla 4</i> .....	40
Muestra del primer hito de entrega.....	40
<i>Tabla 5</i> . .....	41
Resumen de entrega de nodos del primer Hito .....	41
<i>Tabla 6</i> .....	42
Análisis de causas frecuentes por incumplimiento .....	42
<i>Tabla 7</i> . .....	42
Análisis de causas frecuentes por incumplimiento .....	42
Tabla 8.....	47
Cantidad de códigos de materiales y otros.....	47
Tabla 9.....	50
Programación de partidas en la ejecución de Estructuras.....	50
Tabla 10.....	51
Programación de partidas en la ejecución de Arquitectura.....	51
Tabla 11.....	52
Programación de partidas en la ejecución de Instalaciones Sanitarias .....	52
Tabla 12.....	53
Programación de partidas en la ejecución de Instalaciones Eléctricas .....	53
Tabla 13.....	54
Programación de partidas en la ejecución de SPAT .....	54
Tabla 14.....	55
Programación de partidas en la ejecución de Instalaciones de Seguridad.....	55
Tabla 15.....	56

Resumen de partidas Macro del primer hito de entrega .....	56
Tabla 16.....	57
Resumen de partidas Macro del primer hito de entrega .....	57
Tabla 17.....	60
Lista de Materiales con desviación merma en el proceso .....	60
Tabla 18.....	61
Resumen duración del proceso constructivo del nodo .....	61
Tabla 19.....	62
Duración de días de la partida de Estructuras.....	62
Tabla 20.....	63
Duración de días de la partida de Arquitectura.....	63
Tabla 21.....	63
Duración de días de la partida de Instalaciones Sanitarias .....	63
Tabla 22.....	64
Duración de días de la partida de Instalaciones Eléctricas.....	64
Tabla 23.....	65
Duración de días de la partida de SPAT.....	65
Tabla 24.....	66
Duración de días de la partida de Sistemas de Seguridad .....	66
Tabla 25.....	67
Nodos que conforman la entrega del segundo hito. ....	67
Tabla 26.....	68
Valorización de partidas del área de Estructuras .....	68
Tabla 27.....	69
Valorización de partidas del área de Arquitectura .....	69
Tabla 28.....	70
Valorización de partidas del área de Instalaciones Sanitarias.....	70
Tabla 29.....	71
Valorización de partidas del área de Instalaciones Eléctricas .....	71
Tabla 30.....	72
Valorización de partidas del área de Instalaciones de Seguridad .....	72
Tabla 31.....	73

Valorización de partidas del área de Instalaciones de SPAT .....	73
Tabla 32.....	77
Resumen de Hipótesis.....	77
Tabla 33.....	80
Resumen de la etapa pre de ejecución de nodos.....	80
Tabla 34.....	81
Resumen de la etapa post de ejecución de nodos .....	81
Tabla 35.....	82
Etapa Pre de la Planificación Inicial del primer hito .....	82
Tabla 36.....	83
Etapa Post de la Planificación Inicial del segundo hito .....	83
Tabla 37.....	84
Etapa Pre de quiebre de stock de materiales .....	84
Tabla 38.....	84
Etapa Post de quiebre de stock de materiales .....	84

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. ....	27
Composición del Plan Maestro de Producción. ....	27
Figura 2. ....	28
Análisis previo al MRP.....	28
Figura 3. ....	30
Elementos de Ingresos de un MRP.....	30
Figura 4. ....	32
Grafico ABC.....	32
Figura 5. Diagrama de Ishikawa.....	44
Figura 6. ....	48
Lista de materiales, equipo y herramientas. ....	53
Figura 7. Lista de materiales incluida la merma estimada por nodo.....	59
Figura 8. ....	75
Programación de arranque de segundo hito.....	75
Figura 9: Cuadro de Control de avance de Obra.....	79

## INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Matriz de Consistencia. ....	97
Anexo 2. ....	98
Entrega del Nodo Pilcomayo a PRONATEL .....	98
Anexo 3. ....	98
Abastecimiento de Materiales del nodo con tipo de red Transporte .....	98
Anexo 4. ....	99
Visita a los nodos para conformidad de tareas.....	99
Anexo 5. ....	99
Instalación de portón metálico del nodo .....	99
Anexo 6. ....	100
Acabados exteriores del nodo .....	100
Anexo 7. ....	100
Acabado posterior del nodo transporte.....	100
Anexo 8. ....	101
Acabado interiores del Nodo transporte .....	101
<b>Anexo 9.</b> Interiores del nodo transporte- Sala Generador Eléctrico .....	102
<b>Anexo 10.</b> Lista de Materiales del Nodo con Tipo de Red Transporte .....	103
<b>Anexo 11.</b> Sistema Kardex de la ejecución del primer hito .....	104
<b>Anexo 12.</b> Plan de Requerimiento de Materiales .....	105

## RESUMEN

La presente tesis tiene como propósito implementar un sistema Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), para optimizar el nivel de entrega en los nodos con tipo de red transporte en una empresa de telecomunicaciones, esto permitirá cumplir con la entrega de nodos a tiempo.

Esta tesis abarcará un escenario de estudio de investigación aplicada, con un enfoque descriptivo mediante el diseño cuasi experimental, ya que se basa en un estudio donde se recopilan y analizan datos de acuerdo a la estructura del proyecto.

La investigación de la situación actual se realiza mediante el estudio y desarrollo de la construcción de obras civiles (nodos), la cual permitió medir el nivel de abastecimiento por nodo, una gestión de stock para evitar quiebres y retraso en obras, medir los tiempos de actividades de ejecución de las partidas y sincerarlos en el plan maestro de producción y definir la lista de materiales mediante la codificación para la generación del volumen de compras.

Finalmente, como evaluación de mejora de la implementación del sistema MRP, se logra reducir un 63%, en la entrega de los nodos con tipo de red de transporte, se reduce también un 31% en quiebres de stock y un 27% en la planificación de partidas.

**Palabras clave:** Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), Plan Maestro de Producción, Abastecimiento, Partidas, Planificación, Nivel de entrega, Telecomunicaciones.

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis is to implement a Material Requirement Plan (MRP) system, to optimize the level of delivery in the nodes with transport network type in a telecommunications company; this will allow fulfilling the delivery of nodes on time.

This thesis will cover an applied research study scenario, with a descriptive approach through quasi-experimental design, since it is based on a study where data is collected and analyzed according to the structure of the project.

The investigation of the current situation is carried out through the study and development of the construction of civil works (nodes), which allowed to measure the level of supply per node, a stock management to avoid breaks and delay in works, measure the times of activities of execution of the items and sincere them in the master production plan and define the bill of materials by means of coding for the generation of the purchase volume.

Finally, as an evaluation of the improvement of the implementation of the MRP system, a 63% reduction was achieved in the delivery of nodes with type of transport network, a 31% reduction in stock breaks and 27% in planning of work.

**Keywords:** Materials Requirement Plan (MRP), Production Master Schedule (MPS), Supply, Fill rate, Telecommunications.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las grandes compañías en el rubro de Construcción y Telecomunicaciones en la instalación de fibra óptica y banda ancha, han optado por mejorar la productividad en sus operaciones a través de la implementación de un sistema Planeamiento Requerimiento de Materiales (MRP), esto debido a las mismas exigencias que se presentan en el mercado actual que buscan siempre reducir sus costos operativos en lo máximo posible. Es por ello, que esta investigación abarcará la implementación de un sistema MRP, para optimizar los niveles de entrega de los nodos tipo transporte que se ejecutarán en la región Junín 2021.

En esta investigación que tiene como finalidad primordial lograr reducir los días de entrega en los nodos con tipo de red Transporte a partir de la implementación de un Sistema de MRP, que aplicará al abastecimiento de materiales e insumos en las actividades programadas de acuerdo al desarrollo de las partidas a ejecutarse, ya que a la fecha se tiene un retraso de más de 60 días en los hitos de entrega ante los clientes del rubro de Telecomunicaciones.

Por ello, esta tesis se presenta de la siguiente manera en su desarrollo:

Capítulo I: Conformará el problema de investigación, a la cual se realizará el estudio de situación actual con el fin de plantearse el problema específico y general.

También incluirá el capítulo II: Marco teórico o referencial, donde se detallarán los conceptos claves que se utilizarán en la tesis y las herramientas de la Ingeniería Industrial.

Asimismo, estará incluido los objetivos de nuestra tesis que incluyen los generales y específicos, la cual estarán alineados a nuestra investigación.

Formará parte también, la justificación de nuestro estudio en mención, a partir de nuestros objetivos en la propuesta de valor a la cual se aplicará la solución para mejorar nuestros tiempos de retraso.

Las hipótesis, se aplicarán a las propuestas planteadas las cual conllevarán a cuál de ellas genera valor a nuestra investigación, asimismo, nuestra matriz de consistencia, que contiene la problemática general, específica y el tipo de investigación.

Por último, se presentará el desarrollo del capítulo III: Marco metodológico, explicando paso a paso el método de nuestra investigación. Las variables dependientes e independientes que serán nuestro punto a desarrollar, la implementación para la solución al problema y la presentación del capítulo IV: que reflejará las conclusiones, discusiones y recomendaciones que agregarán valor a los futuros investigadores.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y Formulación del Problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

Las empresas del rubro de servicios en la ejecución de sus actividades optimizan sus procesos a través de la planificación y control de sus operaciones, pero no todas son capaces de evidenciar estas falencias, como retrasos por materiales, herramientas, maquinaria, mano de obra, etc. Por ello, mediante la implementación del área de Planificación y Control de Producción, que conlleva netamente en la implementación de un sistema integrado de MRP (Material Requirements Planning), que significa Planificación de Requerimiento de Materiales, de esta manera los niveles de entrega de un servicio o prestación de actividades llegan a ser lo más óptimo, ya sea en avance, rentabilidad, calidad y sobre todo generando un flujo continuo a nivel escalable dentro de las operaciones.

Para las grandes industrias y empresas del rubro de servicios, según Joseph Orlicky, indica que el optimizar los recursos y que estos se entreguen en la fecha planificada, incrementa la productividad significativamente. Asimismo, el implementar un MRP, incluye una ventaja competitiva frente a otras compañías, ya que se logra automatizar los requerimientos internos partiendo desde las órdenes de pedido o servicio (venta), que se tendrán que cumplir en un periodo de tiempo determinado, con el menor costo posible, logrando incrementar los márgenes de rentabilidad. Gran porcentaje de las industrias, no toman la suficiente importancia al abastecimiento de suministros en la planificación de sus actividades, por ello, el MRP, tiene un peso relevante para sincronizar

y generar sinergia en los procesos de venta, proyecto, logística (almacenes, compras, distribución), y producción.

Uno de los motivos de esta investigación es reducir los tiempos de entrega de los nodos en la región Junín, para ello mediante la identificación de los problemas generales, se implementarán acciones que evitarán retrasos del proyecto, las cuales más del 65% de la empresa en estudio, es debido a la llegada tardía de materiales, a que no se encuentran los materiales de acuerdo a la programación de actividades, falta de herramientas, máquinas y equipos, esta tesis mitigará y optimizará los niveles de entrega, mediante la implementación de un sistema MRP.

## **1.1.2. Formulación del Problema**

### **1.1.2.1. Problema General**

¿Es posible optimizar el nivel de entrega de los Nodos Tipo Red Transporte mediante la implementación del Sistema MRP para una empresa de Telecomunicaciones?

### **1.1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuántos días se podrá reducir en la entrega proyectada a partir de la implementación de un sistema MRP?
- ¿Cuánto se reducirá la mala planificación con la implementación del sistema MRP?
- ¿Cuánto se reducirá los quiebres de stock de materiales mediante la implementación del sistema MRP?

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Optimizar los tiempos de entrega en la ejecución de obras civiles mediante la Implementación de un Sistema de MRP, para la ejecución de los nodos tipo red de transporte en la Región Junín, 2021.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar y analizar la reducción la situación actual de la problemática.

- Determinar y analizar la reducción de días en la entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín, 2021.
- Determinar y mejorar el sistema de planificación a partir del sistema MRP, para la optimización de ejecución de las obras civiles en los nodos de red tipo transporte en la región Junín, 2021.
- Determinar y analizar la reducción de los quiebres de stock a partir de la implementación de un sistema MRP, para la optimización de ejecución de las obras civiles en los nodos de red tipo transporte en la región Junín, 2021.

### **1.3. Justificación e Importancia del Problema**

#### **1.3.1. Justificación Teórica**

La siguiente tesis desde el punto teórico tiene como objetivo lograr ser fuente de estudios de investigación en el rubro de construcción y telecomunicaciones mediante la ejecución de obras civiles que son los nodos con tipo de red transportes tiene un alcance a los investigadores sobre la aplicación en el sector construcción de un sistema MRP, desde la planificación desde el abastecimiento de materiales y la programación de actividades, asimismo, será útil para implementar un plan de requerimiento de materiales que se aplicarán a centenares de nodos a partir de un piloto que contemplará un la ejecución de entrega de un hito asignado.

#### **1.3.2. Justificación Social**

Desde el punto de vista social, esta implementación ayudará al uso concientizado de materiales en los nodos ejecutados, ya que, al medir el uso en cada partida, la merma será mínima y los desmontes de menor cantidad. De la misma manera, parte de los efectos de esta investigación ayudará a los emprendedores de la región Junín a generar sistema de planeación para optimizar sus operaciones, ya que en esta última década ha venido creciendo exponencialmente.

Desde el punto de vista metodológico este sistema es muy recurrente en la aplicación para sistemas productivos lineales, es decir, aplicados en la industria, pero no es una limitante para aplicar al sector de construcción y telecomunicaciones y más aún cuando se manejan gran cantidad y volumen de materiales.

En síntesis, esta investigación puede ser aplicable para diferentes sectores que manejen sistemas de abastecimiento programados con el avance de actividades, a partir de la carencia y necesidad a mejorar.

### **1.3.3. Justificación Económica**

Esta optimización, a partir de la mejora propuesta, generará cambios positivos en la rentabilidad de la empresa, ya que al reducir los días en la operatividad será directamente reflejada en la reducción de costos en horas hombre, horas máquina, alquileres de transporte, viáticos, hospedaje, comida, etc., por ello, será vital en la prueba piloto obtener estos beneficios, ya que, de primera mano, es entregar los nodos en las fechas programadas con el cliente.

### **1.3.4. Justificación Práctica**

El impacto positivo desde la práctica que genera esta investigación, será ayudar al rubro de construcción y telecomunicaciones en aplicar sistemas de mejora óptimos para reducir y ahorrar costos, para empresas Pymes y Mypes que están en el desarrollo de migrar al uso de un sistema más sofisticado y costos que es el ERP, ayudará para asentar las bases de su proceso interno en la planificación del supply chain.

## **1.4. Hipótesis y Descripción de las Variables**

### **1.4.1. Hipótesis**

#### **1.4.1.1. Hipótesis General**

La implementación de un Sistema MRP permitirá la optimización del nivel de entrega en la entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín, 2021.

#### **1.4.1.2. Hipótesis Específicas**

- Implementando el Sistema MRP, se logrará reducir los días de entrega en los Nodos tipo Red Transporte en la Región Junín 2021.
- Implementando la correcta planificación, se logrará la optimización en los niveles de entrega en la ejecución de los Nodos tipo Red Transporte en la Región Junín 2021.

- Reduciendo los quiebres de stock en los materiales y suministros, se logrará optimizar los niveles de entrega en la ejecución de los Nodos tipo Red Transporte en la Región Junín 2021.

## **1.4.2. Descripción de las Variables**

### **1.4.2.1. Variable Independiente**

Implementación de un Sistema de MRP, cuya variable estará sujeta a cambios, experimentos, modificaciones y aplicaciones para alcanzar los resultados en nuestra variable dependiente, que se medirán en días reducidos, respecto a la planificación.

### **1.4.2.2. Variable Dependiente**

Optimizar los niveles de entrega en los nodos tipo Red Transporte. Cabe resaltar que esta variable dependerá netamente de los resultados positivos o negativos que se evaluará en la variable independiente, para ello, se medirá en el número de “días” ejecutados respecto a la planificación.

### 1.4.3. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
Implementación de un Sistema MRP	El plan de requerimiento de materiales (MRP), consiste en balancear los requerimientos de la demanda y la necesidad para producir, en ello, incluye la definición de un plan maestro de producción, lista de materiales, y una demanda definida.	El propósito de la implementación de un sistema MRP, es lograr un flujo continuo entre las operaciones y el abastecimiento de materiales, mediante control de almacenes con los stocks, cumplir con los tiempos de cada actividad establecida en el maestro de producción.	Plan de Requerimiento de Materiales. Plan Maestro de Producción. Lista de Materiales Gestión de Inventarios.	Reducir el tiempo de entrega de los nodos Planificación de Actividades. Reducir quiebres de Stock. Diagrama de Pareto e Ishikawa.	Cuantitativa
Optimizar los niveles de entrega	La optimización en los niveles de entrega es los días de entrega frente a una proyección inicial, mediante un conjunto de métodos y procedimientos.	La optimización se enfoca en cómo reducir los días de entrega de acuerdo al método de trabajo inicial, para ello, es necesario implementar y realizar cambios en el método de trabajo actual.	Nivel de Entrega (Fill Rate) Nivel de Inventarios	Fill Rate	Cuantitativa

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del Problema**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Ramos (2007) quien desarrollo su investigación en el sector de manufactura de Guatemala. Buscó mejorar la eficiencia de los suministros de materiales para viviendas prefabricadas mediante el uso del sistema MRP, para ello se aplicó está investigación en la empresa “Hábitat para la Humanidad”. Se aplicó un análisis situacional para evaluar las condiciones del método de inventario actual y luego implementar un programa de computación. Como principales resultados se encontró que al implementar el sistema MRP se logró un notable ahorro en pérdidas y que el inventario tradicional es obsoleto. A la vez este sistema permitió el aumento de la rentabilidad en la empresa. Se sugiere que el método sea implementado en todas las áreas administrativas (logística, compras, RR.HH. y otros) para encontrar una mejora colectiva. Concluyendo que la implementación de materiales en el sistema MRP condujo una reducción en 35% del tiempo de entrega.

Natera y Gutiérrez (2015) desarrollaron la investigación en sector industrial, específicamente en la recuperación de plástico reciclado en la ciudad de Medellín, Colombia. Buscaron implementar el sistema MRP en la empresa BIOPLAST DE ANTIOQUÍA S.A.S. Aplicando para la recolección de datos un análisis situacional de toda la empresa, enfocándose en el flujo de información y materiales. Como principales resultados el sistema permite unificar la diversa información y materiales evitando retrasos y aumenta la productividad. A la vez, el sistema fue implementado por medio de módulos para su sistematización integral en las diversas áreas existentes (compras, inventarios y producción). Concluyeron que la implementación del sistema MRP logra reducir penalidades impuestas al pedido por parte de los clientes. Así mismo, soluciona errores de aprovisionamiento de insumos y materia prima, evitando más costos.

Cano (2011) desarrolló una investigación en sector industrial, específicamente en la fabricación de bienes y productos en la ciudad de Medellín, Colombia. Buscó desarrollar modelos de programación matemática difusa para la solución de problemas de sistema MRP en una empresa del sector eléctrico colombiano. Aplicando como metodología de la lógica difusa, que toma en cuenta el conocimiento y percepción de la toma de decisiones. Como principales hallazgos se muestra que el sistema MRP con incertidumbre se puso a prueba en capacidad de fabricación, tiempos de entrega y disponibilidad de inventarios, teniendo en todos ellos una mejora significativa de acuerdo a cada modelo aplicado. Concluyendo que cada modelo de programación resolvió los problemas surgidos por parte de los sistemas de MRP.

Bernal y Duarte (2004) desarrollaron la investigación en sector industrial automotriz, específicamente en la producción y comercialización de autopartes en la ciudad de Bogotá, Colombia. Buscaron implementar un modelo MRP para incrementar la productividad en la empresa Sauto Ltda. Aplicando para la recolección de datos el método de levantamiento de información para identificar y diagnosticar los métodos actuales de operación, flujo de recursos y la cadena de abastecimiento. Para luego hacer un análisis de diagramas para dividir el análisis en curso gramas sinópticas, de recorrido y conglomerados. Como principales resultados mencionaron que es viable la implementación de este proyecto, pero con la condición de crear un equipo que plantee el mejoramiento del control de producción. A la vez, se debe diseñar un indicador por operación para medir la capacidad de procesar de cada producto según el tiempo estándar. Con lo cual ayuda a medir el desempeño de los operarios, su productividad y medir los estándares de tiempo. Concluyeron que se determina que el 25% del tiempo total de producción corresponde a tiempos muertos o

improductivos con un costo \$5.5597.86, asimismo que, mediante el MRP, se consigue optimizar los niveles de entrega a los clientes en un 55%, reduciendo los quiebres de stock en un 45%.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Pardo (2019) desarrolló una investigación en sector minero, específicamente en la fundición de hierro y cobre en la ciudad de Lima. Buscó desarrollar métodos, basados en la teoría del MRP, de planificación, programación y control de producción en la empresa MEFICO S.R.L. Como principales resultados mencionó que el aplicar el concepto de planificación es factible en la empresa ya que reduce los retrasos. A la vez, la mejora de la gestión permite identificar el nivel de carga de producción que se debe cumplir según la demanda. También, la planificación de la producción permite mejorar la capacidad de la planta y el uso de los recursos. Concluyendo que aplicar métodos basado con el MRP genera gran impacto en toda la empresa y esto se ve reflejado en el impacto económico, puesto que representa el 20.67% de ingreso adicional anual si se aplican estos métodos.

Ordinola (2008) desarrolló una investigación en sector pecuario, específicamente en la producción, crianza y comercialización avícola en la ciudad de Lima. Buscó mejorar el sistema de planeamiento de producción en la empresa Marina S.A. Como principales resultados menciona que el modelo MRP está dentro del sistema EBS, y este modelo es de suma importancia para tener un trabajo óptimo en la empresa. A la vez, trabajar con este sistema y modelo presenta ahorros económicos en la gestión de compras de insumos. También, el control del sistema de producción será automatizado, por lo tanto, se reducirá los problemas de error humano. Concluye que es imprescindible implementar un sistema MRP, dentro del sistema de ERP, con ello, se lograría reducir en un 65% el nivel de incumplimiento de entrega y la reducción de quiebres de stock en un 80%, ya que el MRP, optimizará de manera automatizada los niveles de inventarios en materia prima como en producto terminado.

### **2.1.3. Proceso Constructivo**

Para definir un proceso en la construcción civil, nos referimos al conjunto de actividades u operaciones que cada obra pueda requerir. Antes de un proceso constructivo, es la designación al equipo ejecutor, conformado por el maestro de obra, operarios, oficiales y ayudantes, las cual, cada uno de ellos tiene un rango en el trabajo.

Un proceso en la construcción se verá reflejado sobre la secuencia de actividades que se necesitan para culminar la obra, puede estar conformado desde la asignación de actividades previas, que constan de la limpieza, trazo y replanteo para dar paso al proceso de la cimentación y sobre cimentación. Existen procesos básicos y primordiales que toda obra civil contemplará.

A continuación, en la siguiente tabla se presentará los procesos comunes en la construcción civil.

**Tabla 1.**

*Procesos en la Construcción Civil.*

<b>Operación</b>	<b>Concepto</b>
Trabajo Preliminar	Limpieza, trazo y replanteo
Cimentación	Excavar, Solado y vaciado
Sobrecimiento	Encontrado y vaciado de concreto
Muros	Asentado de ladrillos
Columnas	Acero, encontrado y vaciado en concreto
Vigas	Acero en vigas, encontrado y vaciado
Losa	Encofrado y desencofrado, vaciado

FUENTE: Elaboración Propia.

Según la tabla 1, se ha presentado las partidas más comunes en un proceso de construcción de obras civiles.

#### **2.1.4. Plan de Producción**

Según (Nahmias, 2007), un plan de producción consiste en la descomposición de sistemas, la cuales representan una fase de conjuntos que conforma un producto final o terminado, es decir, cuánta es la cantidad requerida para producir un lote de una serie de artículos.

Estos sistemas complejos están compuestos por el conjunto de materiales e insumos que requiere una receta de un producto terminado, por ello, el objetivo de un plan de producción es calcular los tiempos de los tamaños de lotes en conjunto a los materiales, mano de obra y horas máquina, etc.

#### **2.1.4.1. Programa Maestro de Producción (MPS)**

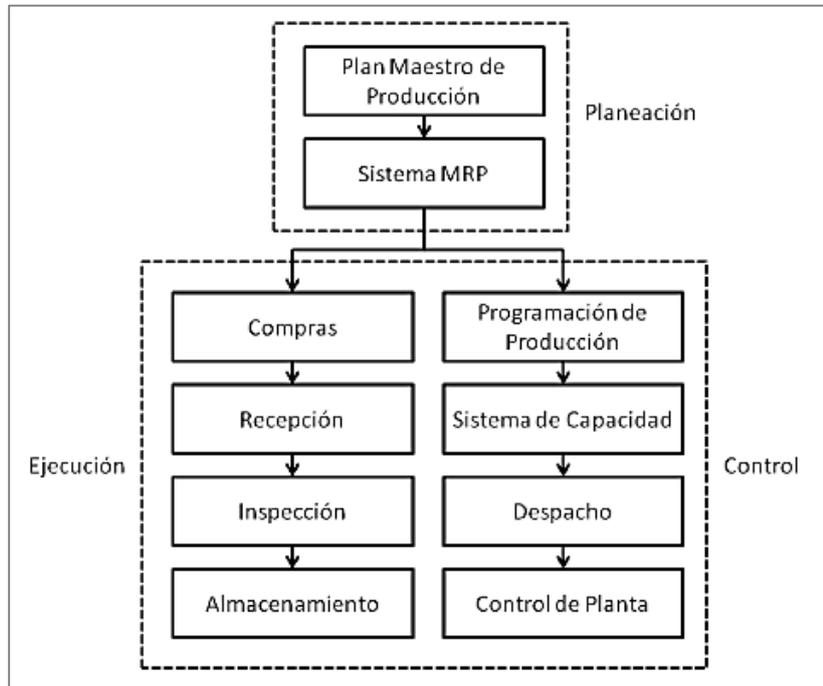
El Master Production Schedule (MPS), según (Orlicky, 1975), está representada por la venta real canalizada a producir, es decir, lo que realmente se va a producir en base al análisis del forecast, proyección de demanda, pronósticos, plan de producción, etc. Este programa maestro, representa las horas fijas calculadas en cada proceso de producción que abarca un batch o lote, desde la concepción de los insumos y materias primas, capacidad disponible a fabricar, horas hombre, horas máquina, y fechas de entregas a los clientes.

Básicamente, el punto de partida es el plan de producción, ya que la simulación lo realiza este primer concepto, el norte del master de producción, se plasma en la Planeación del requerimiento de Materiales (MRP), ya que aquí, se evalúan el lead time de insumos y materia prima, que son los componentes para ejecutar el programa maestro de producción. Para el autor mencionado, un sistema de planeación y control, comprende el análisis el poder de negociación frente a proveedores en el proceso de compra, ya que, si llegase a faltar algún insumo, se tendría cambios críticos en la programación de producción, como paradas de líneas, tiempos muertos, baja eficiencia, cambio de set up de máquina (Formatos), producción no prevista y no llegar a completar el pedido del cliente.

En la siguiente Figura, se analiza el concepto del Plan Maestro de Producción (MPS), siendo el eje principal el sistema MRP.

**Figura 1.**

*Composición del Plan Maestro de Producción.*



**Nota.** *Sistemas de Producción (Orlicky 1975).*

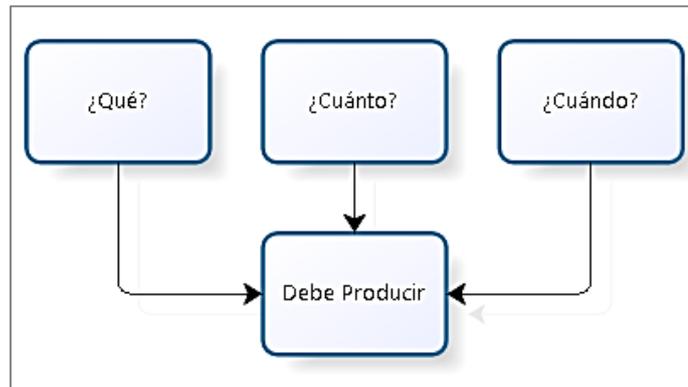
#### **2.1.4.2. Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP)**

Un sistema de planeamiento de necesidad frente a los insumos, materia prima, materiales, consumibles utilizados en el proceso productivo con el cruce de los stocks e inventarios en los almacenes disponibles, conllevan al análisis de un sistema MRP.

En el análisis MRP, el proceso se inicia, de acuerdo a la siguiente imagen:

## Figura 2.

*Análisis previo al MRP.*



**Nota.** Elaboración Propia, previo análisis al MRP.

Para un Sistema MRP, es necesario evaluar las variables que componen este proceso dos puntos importantes:

1. Para la creación de un producto terminado, se tienen sub códigos que lo componen, que por lo general, estos sub códigos son compartidos entre las diferentes recetas de producto final, para ello, se tiene que evaluar la independencia de ello.
2. A partir de la independencia de los productos terminados, se tiene que calcular cuánto es el requerimiento real y cuándo se tiene que producir para la entrega al cliente.

De esta manera, el MRP, se basa, en los requerimientos de materiales antes de la producción, en tener mapeado toda la cadena de suministro, que requerirá el poder coordinar con el área Logística, los stocks de los diferentes inventarios, ya sea en producto terminado, materia prima, insumos generales, empaque, etc.,

Para (Shroeder, 1992), definen la categoría del MRP, según necesidad de aplicación en base a la demanda:

1. Tipo I: Es un sistema que tiene como eje una demanda lineal o fija, la cual, la planificación de materiales se realiza con las actividades u operaciones a realizar de acuerdo a las fechas fijadas. Este sistema involucra el control en los stocks de inventarios, fijados para reposición en base a la programación de producción.

2. Tipo II: Este sistema tiene como eje principal evaluar la demanda, encontrar un factor para predecir el pronóstico de la demanda y dar factibilidad en la producción. Involucra un proceso de planificación más sostenido en los inventarios de producción.
3. Tipo III: Este nivel de MRP, es un proceso de planificación más completa utilizada directamente a los recursos utilizados en la manufactura, desde la planificación de capacidades de producción, infraestructura, financiamiento, etc.

Según la filosofía de la Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP), es abastecer en su totalidad a la producción, enviando los insumos, materia prima, materiales de empaque, de acuerdo al proceso productivo y evitar en su totalidad cualquier evento de retraso o paradas, velando y optimizando los niveles de entrega de proveedores, asimismo, también se basa en dar prioridades a los pedidos urgentes y no producir un producto urgente, ya que, eso conlleva a niveles de stock demasiados altos en productos no rotativos, horas hombre, máquina muerto, % fill rate bajo, posibles penalidades con clientes, etc.

### **2.1.5. Lista de Materiales (BOM)**

El concepto BOM, que significa Bill of Materials, en español Lista de Materiales, según (Chase, 2009), se utiliza antes de la implementación del sistema MRP, las cuales se ingresan todos los materiales, que se necesitan para la producción del producto terminado. En esta lista de materiales, se realiza la creación de códigos y sub códigos, para integrarlo y finalmente realizar un consolidado de cuanto material se comparte respecto a un producto final. Parte de esta lista también, se utiliza para la estructura de los costos del producto terminado.

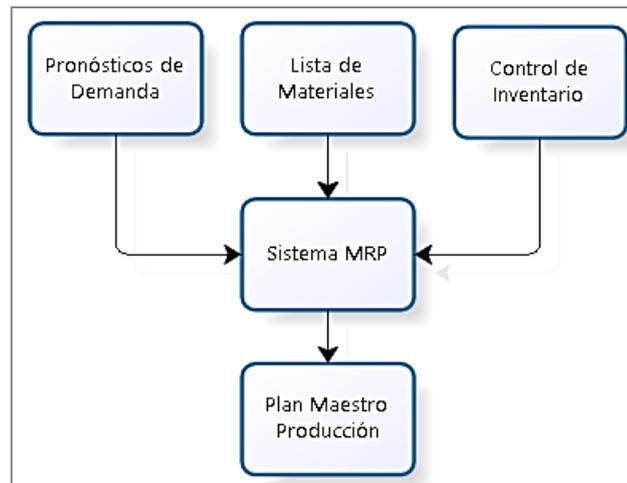
Para definir una lista de materiales, es necesario tener en cuenta dos conceptos básicos como requisitos:

1. Todos los productos terminados deben tener asignado un código.
2. Los componentes que lo conforman también deben de tener sub códigos, en algunos casos se codifican mediante categorías, líneas de productos, niveles, familias, las cuales ayudarán a la identificación rápida mediante el código a que familia pertenece.

Las listas de materiales son vitales en la implementación del sistema MRP, es el core (núcleo), que involucra todo el código y sub códigos que se consolidarán en el requerimiento final, asimismo, esta lista deberá estar sujeto a modificaciones y adaptaciones de actualización de códigos o creación de nuevos productos.

### Figura 3.

*Elementos de Ingresos de un MRP.*



**Nota.** Elaboración Propia.

#### 2.1.6. Concepto de Inventario

La definición de Inventario, se refiere a todas las existencias físicas que una empresa tiene, desde artículos, consumibles, máquinas, equipos, materiales, materia prima, etc., almacenados en un ambiente adecuado.

La cantidad que representan estos elementos se llaman stocks, la cuales se tienen que abastecer y reponer de acuerdo a la utilidad que requiere. Para el autor (Heizer, 2009), un proceso de inventario está conformado por entradas y salidas mediante la actualización de tablas, kardex o sistemas de ERP, que resultan de un producto intermedio o un producto en proceso, producto final o terminado, ingresos y salidas de materiales.

#### 2.1.7. Inventario de Seguridad

El stock o inventario de seguridad, se usa para evitar los quiebres de diferentes materiales, materias primas, insumos, que se utiliza en un proceso o servicio. Según, (Heizer, 2009), con el enfoque del Sistema MRP, el stock de seguridad se basa en el

análisis previo de la variabilidad de rotación de los productos terminados, es decir, en cuanto se venden en un determinado tiempo. De ese análisis del producto final, se realiza el desglosamiento de los sub códigos que lo conforman para determinar el estado de su compra, en este caso, dependerá de diferentes factores, como el lead time de entrega, evaluación de precios, estado de crédito de los proveedores, producto aprobado por el área de calidad, etc.

Al proceso de inventario de seguridad se le conoce como buffer, que es un exceso de lo que se realmente se necesita para evitar riesgos y faltantes de materiales en general, por ello, la clave es el análisis de la demanda para evitar sobre stock de materiales, elevados costos de mantenimiento, almacenamiento y lo más importante reducir el flujo de caja de la empresa.

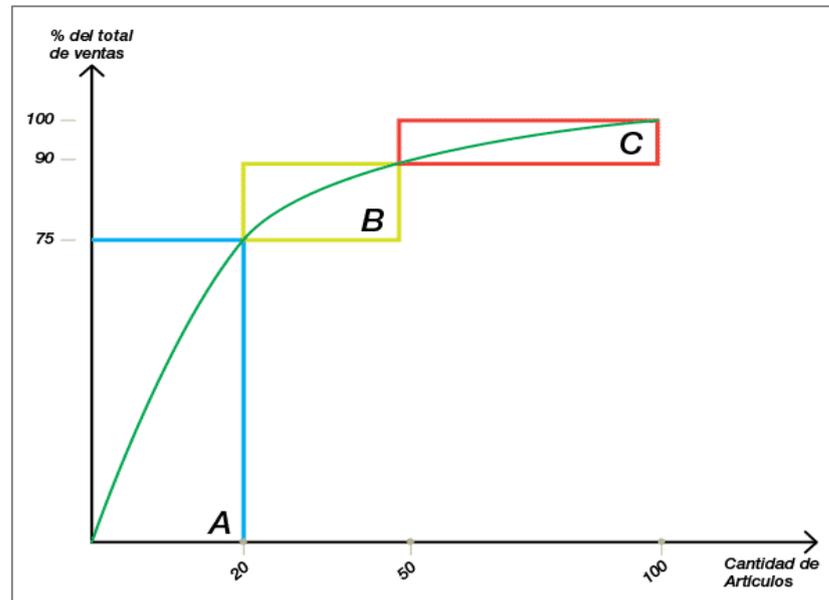
Dentro del stock de seguridad es imprescindible considerar entre cuánto varían el tiempo de seguridad, ya que permitirá crear una lógica para la reposición automática al sistema, según (Vollman, 2005), esto dependerá directamente de la anticipación de las órdenes de pedidos o compra de los clientes que conllevará al planeamiento y la programación de producción.

Por lo general, el stock de seguridad contempla los máximos definidos de rechazos, desperdicios, que el proceso requiere para obtener el lote de un producto programado, esto se ha estimado en el análisis de variabilidad del proceso productivo. De esta manera, los stocks de seguridad tendrán más equilibrio en los pedidos internos de las órdenes de fabricación.

### **2.1.8. Inventario ABC**

El inventario ABC es una clasificación de materiales rotativos según el tipo de familia en los almacenes. Esta segmentación contempla un análisis minucioso porque permitirá el flujo de almacenamiento en producto terminado y materiales en general. Para el autor George W. Plossl (1985), define el concepto del inventario ABC, como la categorización de nuestros activos de acuerdo al valor de impacto que genera en la compañía, lo expresa mediante la siguiente figura.

**Figura 4.**  
*Gráfico ABC.*



**Nota.** George W. Plossl, 1985, inventario y control de producción.

De acuerdo al gráfico de la Figura 4, en la gestión de un inventario ABC, cuya aplicación es similar al uso del diagrama de Pareto 80-20, pero en este caso, se hace la segmentación a los productos estrellas más rotativos de la siguiente manera:

1. En la clasificación A, del total de productos entre el 10 y 20 %, logran representar un total de ventas entre el 70 y 80% de los inventarios.
2. En la clasificación B, del total de productos que representan entre el 20 y 30%, generan un valor de ventas del 15 y 25% de los inventarios.
3. En la clasificación C, conforman entre el 50 y 60% de los productos, que representan un total de ventas del 15 y 25% de los inventarios.

### **2.1.9. Control de Inventario**

Según (Plossl, 1985), los sistemas que forman parte de un control de inventario dependen de la orientación de la exactitud que existe, no se puede implementar un sistema MRP, si no se tiene un control de inventario al 99%, para ello, se utilizan métodos de auditoría y prácticas de conteo físico definido en fechas.

Los controles de inventarios de acuerdo a la utilización de los almacenes, se registran de manera rutinaria, ya sea en un sistema ERP, Kardex, Plantillas, Hojas de Excel, de esta manera se asegura la sostenibilidad en los controles de inventario.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Métodos y Alcance de la Investigación**

##### **3.1.1. Método de la Investigación**

El método aplicado en la siguiente investigación es cuasi experimental, ya que se basa en un estudio donde se recopilan y analizan datos de acuerdo a la estructura del proyecto, en este caso, en el desarrollo de la construcción de obras civiles (nodos), considerando el desarrollo previo, durante y después que se han evaluado en un periodo de tiempo. (Hernández et al., 2014, p.151)

Se aplicará una prueba piloto para la implementación logrando medir los resultados positivos y replicarlo al total de nodos que se tiene en cartera. El método también es aplicativo ya que conllevan diferentes soluciones que se ejecutarán las operaciones y tareas planificadas para el desarrollo del problema específico. (Ñaupas et al., 2018, p.148)

Asimismo, la investigación tiene un paradigma positivista, razón a la cual, presentan datos y hechos reales, que conllevarán a resolver nuestra problemática de manera clara y objetiva, del mismo modo, ayudará a explicar el sistema MRP mediante la implementación. (Hernández et al., 2014, p.43)

##### **3.1.2. Alcance de la Investigación**

###### **3.1.2.1. Tipo de Estudio**

La presente investigación es de tipo aplicada con un enfoque el enfoque utilizado en esta investigación es de carácter cuantitativo, debido al estudio previo, registros y recopilación de datos, en un periodo de tiempo determinado, que será antes de la aplicación de la mejora,

### **3.1.2.2. Nivel de la Investigación**

La metodología en esta investigación es de carácter descriptivo, debido a que la fuente de esta implementación se basa analizando los tiempos de entrega en días de los nodos, siendo la causa principal los constantes quiebres de stock de materiales y actividades paradas por faltantes. Por ello, se analizan los diferentes materiales que se utilizan en el proceso constructivo y sistematizarlo en un MRP. (Supo, 2012, p.2)

### **3.2. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es descriptivo para evaluar el impacto que genera después de la implementación, de esta manera, tendrá el tipo correlacional y bivariado, ya que se tienen variables independientes y dependientes sujetos a la optimización de nivel de entrega con la implementación del sistema MRP. (Supo, 2012, p.3)

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

En la presente investigación, cuenta con una población de 350 nodos del tipo de red Transporte en la región Junín, las cuales se irán habilitando de acuerdo a un cronograma por hitos de entrega.

La población está conformada netamente por la construcción de obras civiles que se van liberando en el área Comercial, en base a las condiciones legales y permisos con el cliente y de manera interna con las autoridades locales, por ello, esta liberación se manifiesta mediante hitos de entregas.

Por lo que representa el proceso productivo desde el abastecimiento hasta la entrega final de cada nodo ejecutado, la cual será objeto de estudio para lograr estandarizar el sistema de MRP, en todos los nodos que se irán liberando, ya que es un nodo estándar con las mismas dimensiones y funciones ubicadas en toda la región Junín. Las partidas del programa de construcción civil en los nodos están conformadas de la siguiente manera:

**Tabla 2.**

*Proceso Constructivo del Nodo Tipo Red Transporte.*

---

<b>Actividades Preliminares</b>	Proceso que comprende las operaciones de limpieza del área, trazo, nivelación y replanteo del perímetro, las cuales se requieren como partidas de inicio en el proceso constructivo.
<b>Cimentación</b>	En el proceso de cimentación se realiza las partidas como la excavación de zanjas, el solado en concreto simple y vaciado de cimiento corrido.
<b>Sobrecimiento</b>	En esta operación contiene las partidas como el encofrado y desencofrado, el vaciado del sobrecimiento del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .
<b>Muros tipo cara vista</b>	Este proceso compete el desarrollo de las partidas como el asentado de ladrillos en la sala de equipos, cerco, servicios higiénicos y generador eléctrico, de un nodo tipo de red transporte.
<b>Columnas</b>	En este proceso se realiza el encofrado de acero en las columnas, vaciado de concreto y desencofrado de columnas.
<b>Vigas</b>	En esta operación competen las partidas como el encofrado en acero, vaciado de concreto y desencofrado en la sala de equipos.

---

---

<b>Losa Aligerada</b> <b>Sala de Equipos</b>	En este proceso constructivo se presentan las partidas de relleno y compactación, vaciado de solado, el acero en la losa que se realizará en la sala de equipos.
<b>Losa Maciza</b> <b>Servicios Higiénicos</b>	En esta operación presentan las partidas de relleno y compactación, vaciado de solado, el acero en la losa que se realizará en la sala de servicios higiénicos.
<b>Losa Grupo</b> <b>Electrógeno</b>	En esta partida se realiza el relleno y compactación, vaciado de solado, acero de losa, encontrado y desencofrado de la losa grupo electrógeno, vaciado y pulido con instalación de rejillas.
<b>Montaje de Estructura</b> <b>Metálica</b>	Esta operación una de las más largas y mayor detalle requiere, se realiza el montaje de tijerales, instalación de manto asfáltico, escalerillas, cobertura, puerta hermética, portón metálico, aire acondicionado, cerco de malla metálico, escalera de gato y concertina.
<b>Pisos y Pavimentos</b>	En este proceso consta las partidas de piso vinil antiestático, piso cerámico, colocación de ripio $\frac{3}{4}$ , vaciado de falso piso en S.S.H.H, y colector de agua.

---

## **Instalaciones en general**

En este proceso se realizan las partidas como la instalación sanitaria, red de agua, desagüe, etc., eléctrica, medidor eléctrico, acometida, montaje de tablero, luminaria, sistema puesta a tierra, interconexión de pozos, medidas de seguridad, cerradura electromagnética, sensores, cámaras, etc.

---

**Fuente:** Elaboración Propia

Según lo detallado de la tabla 2, nos muestra las operaciones del proceso constructivo de uno nodo con tipo de red Transporte, la cual, cada operación contiene un subconjunto de partidas, como se mencionó, la presente investigación realizará la implementación de un sistema MRP, para la ejecución de todos los nodos, ya que la única diferencia es la ubicación, por lo que se realizará la prueba piloto, de obtener resultados positivos, esta implementación se aplicará para la ejecución total de la población, que contiene un total de 350 nodos.

### **3.3.2. Muestra**

Nuestra muestra de estudio se enfoca en la ejecución de la liberación de cada hito, que se distribuyen en la siguiente tabla.

**Tabla 3.**

*Población de Nodos con Tipo de Red de Transporte.*

HITO	# NODOS
1er HITO	15
2do HITO	27
3er HITO	32
4to HITO	30
5to HITO	31
6to HITO	37
7mo HITO	45
8vo HITO	48
9no HITO	46
10mo HITO	39
	350

**Nota.** Elaboración Propia.

De esta manera, según la tabla 3, de acuerdo a la liberación del hito se procede a la ejecución de los nodos con tipo de red transporte, las cuales representarán la muestra para su desarrollo. Como se puede evidenciar en esta investigación se tomó para el estudio preliminar la muestra del 1er hito de entrega que hace referencia al total de 15 nodos como objeto de estudio de la situación actual de nuestra problemática.

Las muestras que se ejecutaron en el hito mencionado, están ubicadas en zonas de la región Junín, las cuales se centran en el desarrollo de un conjunto de partidas enfocadas en la construcción de obras civiles, infraestructura metálica, instalaciones eléctricas, seguridad, sistemas video vigilancia, pintura y acabados, para la entrega final. Estas muestras evaluadas, se presentan la siguiente tabla.

**Tabla 4.**

*Muestra del primer hito de entrega.*

Nodo	Cantidad
Junín	1
SJ Tunan	1
La Merced	1
LLaylla	1
Tarmatambo	1
Cullhuas	1
Pilcomayo	1
Parco	1
Paccha	1
Julcán	1
Huertas	1
SP Chunam	1
Hcca Chico	1
Santa Rosa	1
Huaricolca	1
<b>Total</b>	<b>15</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

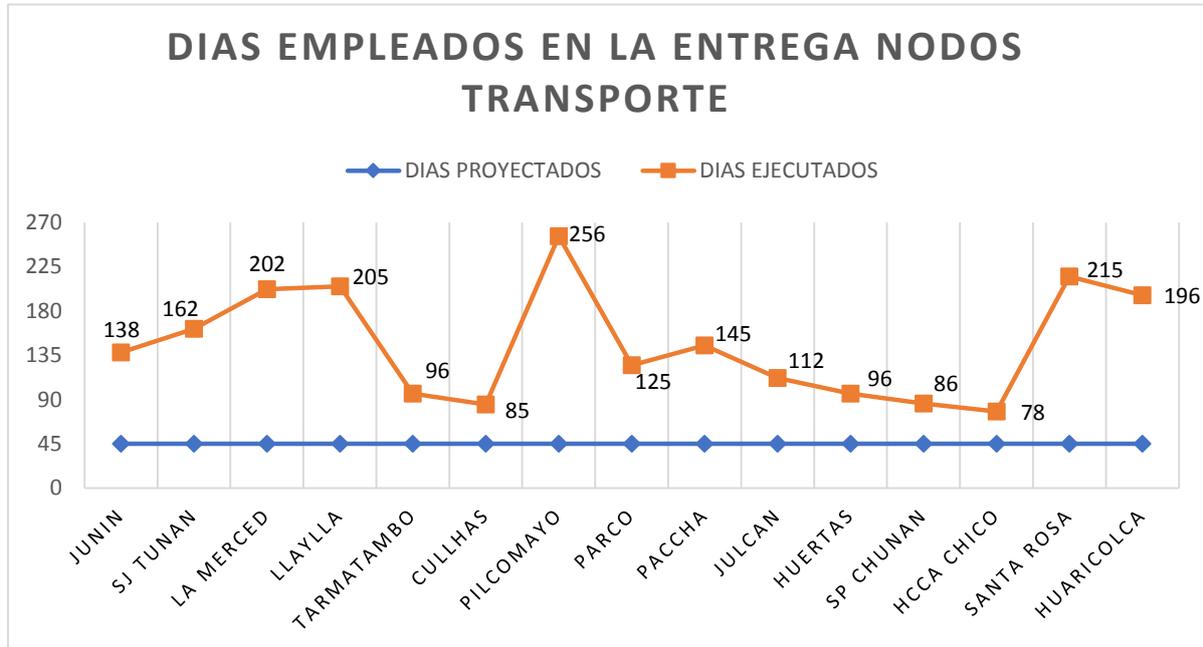
En la tabla presentada, se muestra el desarrollo del primer hito con un total de 15 nodos ejecutados.

Respecto al proceso productivo, el nodo con tipo de red Transporte, representa operaciones que van desde la limpieza, el trazo, replanteo, hasta las instalaciones eléctricas, de seguridad y biométricas descritas en la tabla líneas arribas. El proceso de construcción contiene una cantidad de partidas las cuales representan días de ejecución, cantidad de operarios que lo conforman, tales como el maestro de obra, oficial, operario y ayudantes, quienes se encargan de ejecutar las partidas realizadas en el diagrama de Gantt.

Estas partidas contempladas se expresan en días en la elaboración de planificación propuesto al cliente, a la cual, en el histórico del desarrollo de las entregas del primer hito, que contiene 15 nodos, estos han superado los días planificados que representan un total de 45 días, en la siguiente tabla, se presentarán el total de días que se emplearon para la ejecución de los nodos.

**Tabla 5.**

*Resumen de entrega de nodos del primer Hito.*



**Nota.** Elaboración Propia.

Como se puede evidenciar en la tabla, se empleó más tiempo de lo planificado (45 días), las cuales, de acuerdo al diagrama de Pareto, las causas más frecuentes que se registraron en el estudio preliminar o de situación actual, esta ejecución en promedio tiene una duración de 146 días que representa un 325% mayor a la meta planificada, esta desviación está sujeta a los motivos que se analizarán en el diagrama de Gantt, para la propuesta de la optimización en la entrega de los nodos.

Parte de las causas más frecuentes en las actividades del nodo tipo de transporte, se deben a los faltantes de materiales, ya que, en la validación de stock en los almacenes, estos materiales se encontraban en estado de quiebre de stock (que representan un total de 41% dentro de las causas evaluadas). Asimismo, uno de las causas que más representan es la mala planificación de actividades, ya que se programaban las partidas a ejecutar sin la previsión de los recursos e insumos a utilizar, esta actividad representa un total de 32% de todas las causas evidenciadas. En la siguiente tabla, se presenta las actividades más frecuentes que generan retraso en la construcción de nodos y, por ende, en la entrega al cliente final.

**Tabla 6.**

*Análisis de causas frecuentes por incumplimiento.*

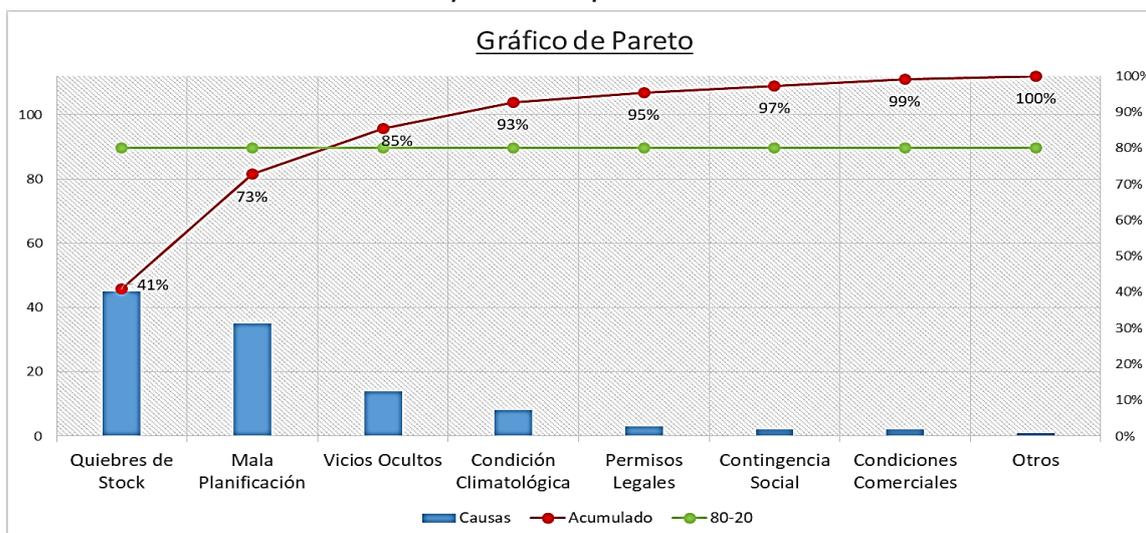
Causas	Frecuencia	%	Acumulado	80-20
Quiebres de Stock	45	41%	41%	80%
Mala Planificación	35	32%	73%	80%
Vicios Ocultos	14	13%	85%	80%
Condición Climatológica	8	7%	93%	80%
Permisos Legales	3	3%	95%	80%
Contingencia Social	2	2%	97%	80%
Condiciones Comerciales	2	2%	99%	80%
Otros	1	1%	100%	80%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 6, se presentan las causas más frecuentes del retraso en la construcción de nodos con Tipo de Red Transporte, en las cuales los quiebres de stock y la mala planificación, tienen un total de 73%, teniendo el peso más elevado en el análisis presentado, estas dos causas se mitigarían y reducirá con la implementación del MRP. Asimismo, en la siguiente tabla, se presenta la evaluación del gráfico de Pareto, en la cual, se analizará el 80-20 del efecto frente a las causas, quiere decir que las el 20% de las causas representan el 80% de la consecuencia o problemática.

**Tabla 7.**

*Análisis de causas frecuentes por incumplimiento.*



**Nota.** Elaboración Propia.

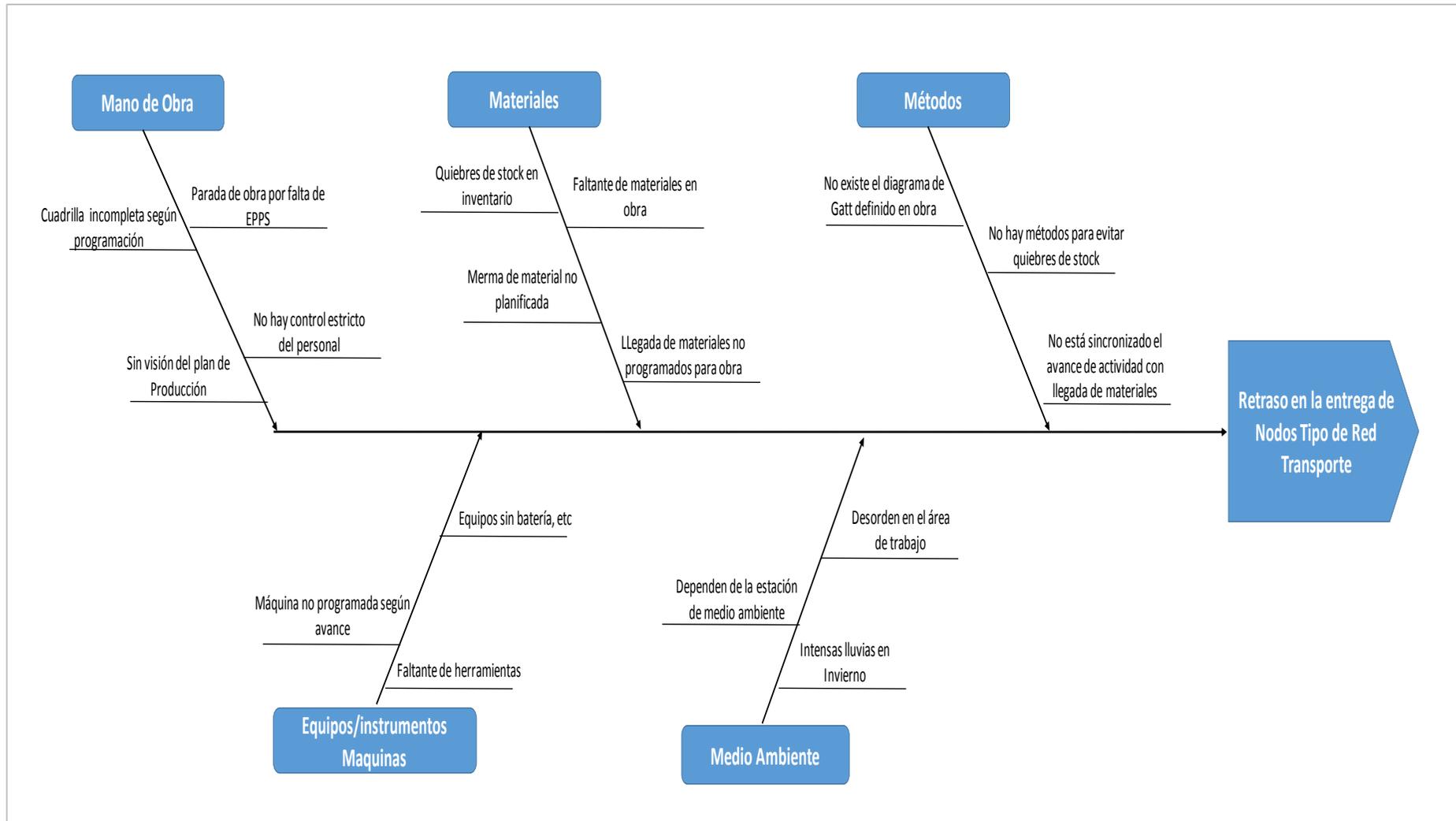
De acuerdo a la tabla 7, en el gráfico de Pareto, se presentan las causas más relevantes en el proceso de ejecución de los nodos con tipo de Red Transporte, evaluadas en el desarrollo del 1er hito que contiene un total de 15 nodos, las causas más representativas que se analizaron son los quiebres de stock y mala planificación con un 73%.

Los vicios ocultos que se presentan en el desarrollo de las partidas que no estaban contempladas, tales como un adicional en el plano, tuberías no encontradas en el plano, etc. Representan un 13%.

Las condiciones climatológicas, ya que, en temporadas de invierno, retrasa la obra debido a las lluvias torrenciales que se presentan en la región Junín, esta causa tienen un total de 7%. De la misma manera, los permisos legales también presentan retraso en el avance de obra, debido a que se necesita tener los permisos habilitados con el estado, autoridades locales, o ya sea por zonas arqueológicas, esta causa representa el total de 3%, para finalizar las causas evaluadas también de menor peso son las contingencias sociales, condiciones comerciales y otros que de menor jerarquía presentando menores a 2%.

En base al análisis de Pareto, identificando las causas más críticas en el proceso de construcción de obras civiles, se procede a la evaluación en el Diagrama de Ishikawa, aplicando las 5M, las cuales serán vitales para el análisis profundo de las causas y efectos.

**Figura 5.**  
*Diagrama de Ishikawa.*



De acuerdo a la figura 5, en el diagrama de Ishikawa, se evalúan las 5M, de acuerdo a la metodología aplicada, donde la primera M representa Mano de Obra, para nuestra problemática, se identifican la falta de supervisión y control estricto en el personal, cuadrilla incompleta, el personal no cuenta con el plan de producción para planificar las actividades y las paradas del área de seguridad por falta de implementos de protección personal. En nuestra segunda M de Materiales, se encuentran los quiebres de stock de insumos, materiales, consumibles, etc., que se identifican en el área de almacén y al momento de programar actividades no se tenían, por ende, se retrasaban las partidas, asimismo, también se encuentran la merma de material no planificada, llegadas de materiales no programados a obra y se tenía que atender a su descarga, quitando tiempo y espacio en el avance de obra. Para la tercera M identificada que es Método, no se tiene definido el diagrama de Gantt en obra, no se tiene sincronizada y planificado el avance de obra con la llegada de materiales, no se tienen métodos para proyectar el abastecimiento de los nodos y evitar quiebres de stock.

En la cuarta M, las cuales representan Máquinas, Equipos e Instrumentos, se identificaron que no se programaron las máquinas para el avance de partida, equipos sin batería y descargados, y constante faltas de herramientas. Para terminar en la quinta M respecto a Medio Ambiente, una limitante para el avance de obra es la estación del año, las cuales en épocas de invierno las fuertes lluvias ocasionan a parar las actividades, desorden en el área de trabajo, causas principales que hacen que el proceso de construcción del Nodo con tipo de red Transporte alargue la duración de días para su entrega.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos**

La presente tesis abarca dos criterios para la recolección de datos, de las cuales serán analizados de manera directa e indirecta, la parte del método directo está compuesto de una serie de datos numéricos que detallan las partidas en el proceso de construcción de nodos con tipo de red transporte, las cuales serán los quiebres de stock en los almacenes y falta de materiales en la obra. (Hernández et al., 2014, p.251)

Asimismo, el segundo método aplicado será de manera indirecto, ya que se basará en un consenso, juicio y la experiencia de los colaboradores, debido a que son las personas

que conocen a fondo la problemática real. Bajo este método se realizará preguntas en una encuesta de análisis y percepción, donde la idea es identificar y prevenir los quiebres de stock en los diferentes materiales que se encuentran en los almacenes, programación de las partidas de acuerdo a la distribución del personal, cuadrilla completa para el avance de las partidas. (Hernández et al., 2014, p.217)

Por otro lado, se aplicará también un sistema MRP, las cuales involucrarán la lista de materiales de los nodos tipo red de transporte, para este caso, todos los nodos a ejecutarse son estándar, así que la variabilidad de materiales es nula, con el sistema MRP, se pretende optimizar la programación con la llegada de materiales de acuerdo a la partida a ejecutar en el plazo de días proyectados, integrando el área Logística y Operaciones.

De esta manera, se realizará la recolección de datos, con la ejecución de los 15 nodos en el primer hito entregado, sobre cómo es la estructura actual de kardex que se maneja, se evaluará los quiebres de stock y planificación.

Por último, la encuesta que se realizará permitirá conocer de manera clara y objetiva los alcances previos a implementar un sistema MRP, en este caso, partirá desde el proceso Comercial, Logístico y Operativo.

Se presenta la encuesta o diagnóstico para la recolección de datos (adjunto en anexo 9), las cuales se utilizarán para el planeamiento en hojas de cálculo de Excel, ya que se realizarán la lista y codificación de materiales, programación de las partidas de acuerdo a la disponibilidad de recursos y conforme a la proyección de entrega de los nodos.

### **3.4.2. Procesamiento y análisis de Datos**

Para el procesamiento de datos, se utilizarán el BOM (Bill of Materials), que es una herramienta del MRP (Material Requirement Planing), la Lista de Materiales (BOM), se procesarán los códigos de los ítems que conforman el nodo con tipo de red transporte, en esta plantilla se observará el paso inicial para el Planeamiento de los requerimientos de materiales.

En la siguiente tabla, se observa la lista de los nodos analizados para la recolección de datos, las cuales se identifican el total de materiales y maquinarias (equipos y otros).

**Tabla 8.**

*Cantidad de códigos de materiales y otros.*

Código	Nodos	Total SKU materiales	Total SKU otros
T0012	JUNIN	65	15
T0023	SJ TUNAN	65	15
T0045	LA MERCED	65	15
T0090	LLAYLLA	65	15
T0101	TARMATAMBO	65	15
T0009	CULLHAS	65	15
T0018	PILCOMAYO	65	15
T0074	PARCO	65	15
T0072	PACCHA	65	15
T0061	JULCAN	65	15
T0059	HUERTAS	65	15
T0078	SP CHUNAN	65	15
T0124	HCCA CHICO	65	15
T0044	SANTA ROSA	65	15
T0103	HUARICOLCA	65	15

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 8, se muestran la cantidad de códigos o skus de materiales que conforma cada nodo, en este caso, nuestro proceso de construcción es el mismo nodo, es decir es estándar para todos los nodos, contienen 65 códigos entre materiales consumibles, eléctricos, arquitectura, estructura, etc., utilizados para la ejecución de los nodos, asimismo, también contiene 15 códigos que representan a la maquinaria, equipos y herramientas.

Para la implementación del MRP, se utilizará la lista de materiales que contemplará los ítems de los recursos utilizados para la construcción de obras civiles de los nodos con tipo de red transporte.

**Figura 6.**

*Lista de materiales, equipo y herramientas.*

CÓDIGO	MATERIAL	UM	TIPO	CANTIDAD SOLICITADO
3010300060007	PLANCHA COMPACTADORA 5.8 HP	hm	HERRAMIENTA	0,36
3010600020009	REGLA DE ALUMINIO 2" X 4" X 6"	und	HERRAMIENTA	0,40
0301060003	CILINDRO PARA AGUA	und	HERRAMIENTA	0
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	MAQUINARIA	0,12
3011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	EQUIPOS	0,43
3012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	EQUIPOS	0,60
3012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	EQUIPOS	0,04
3012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	EQUIPOS	57.054
3012900010006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	EQUIPOS	108.375
3012900010007	VOLQUETE 6X4 10 M3 330 HP	hm	MAQUINARIA	0,43
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	MAQUINARIA	0,29
3012900030006	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3	hm	MAQUINARIA	16.036
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8 HP 9 P3	hm	MAQUINARIA	305.543
3013400010009	ANDAMIO	und	HERRAMIENTA	0
3014700010012	WINCHA	und	HERRAMIENTA	0,64

**Nota.** Elaboración Propia.

Según la figura 6, se tienen 15 ítems que pertenecen a la lista de mencionada, las cuales, son necesarias para programar de acuerdo al avance de las partidas en la ejecución del nodo, con esta identificación de los materiales en general, se procede con la primera implementación del proceso del sistema MRP.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información**

##### **4.1.1. Resultado antes de la Implementación**

Para poder medir el impacto de propuesta de mejora a implementar, es vital analizar, medir y evaluar el estado de la situación actual de la problemática, por ello, se realizará una comparación entre el estado anterior y posterior a la implementación.

Se reflejan el sistema de inventario que se manejaron en la entrega del primer hito (15 nodos), las cuales, utilizaron un sistema de kardex sin ningún código para consolidar los skus repitentes, una exactitud de inventario deficiente que originaban quiebres o roturas de stock constantes y por último la mala programación de las partidas a ejecutar respecto con los materiales que se tenían en stock disponibles.

De esta manera, se presentará el kardex inicial utilizado en el área de Logística (Almacenes), donde se evidencia un uso básico para el control de las existencias, stocks de seguridad, tampoco expresa una forma de automatizar el requerimiento anticipando a las actividades por ejecutar. Detallar también que no se cuenta con una lista de maquinarias, equipos y herramientas específicas, por lo que el área de Logística no cuenta con que ítems debe de administrar.

De este modo, se presenta las áreas macro del proyecto, las cuales contienen partidas para su desarrollo, en la siguiente tabla, detalla la cantidad total de las actividades o partidas que contiene la construcción del nodo y la planificación para el desarrollo de la misma.

**Tabla 9.***Programación de partidas en la ejecución de Estructuras.*

PARITIDAS DEL PROCESO DE ESTRUCTURA	TOTAL PARTIDAS	PARTIDAS PLANIFICADAS	No Planificados	% No Planificado
TRABAJOS PRELIMINARES	1	1	0	0%
CIMENTACIÓN	3	3	0	0%
SOBRECIMIENTO	2	2	0	0%
MUROS TIPO CARAVISTA	2	1	1	50%
COLUMNAS	3	3	0	0%
VIGAS	3	3	0	0%
LOSA ALIGERADA EN SALA DE EQUIPOS	4	4	0	0%
LOSA MACIZA EN SSHH	3	3	0	0%
LOSA DE PISO DE SALA DE EQUIPOS	4	4	0	0%
LOSA DE GRUPO ELECTROGENO	5	4	1	20%
LOSA DE INGRESO	5	5	0	0%
MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA	12	5	7	58%
Total	47	38	9	11%

**Nota.** Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 9, se muestra que, en el desarrollo de la Estructura del nodo, se tiene un promedio total de las partidas no planificadas a tiempo de un total de 11%, siendo 09 sub partidas dentro de las actividades totales.

Asimismo, se presenta también en la siguiente tabla, la parte de Arquitectura con el detalle de las actividades planificadas y no planificadas.

**Tabla 10.**

*Programación de partidas en la ejecución de Arquitectura.*

ARQUITECTURA	TOTAL PARTIDAS	PARTIDAS PLANIFICADAS	No Planificados	% No Planificado
INSTALACION DE LADRILLO PASTELERO	1	1	0	0%
TARRAJEO Y REVOQUES	2	2	0	0%
PISOS Y PAVIMENTOS	4	2	2	50%
PINTURA	2	1	1	50%
OTROS	2	1	1	50%
Total	11	7	4	30%

**Nota.** Elaboración Propia.

En relación a la Tabla 10, del total de las 11 sub partidas, se ejecutaron 7 de manera correcta y a tiempo y 4 que no fueron planificadas a tiempo dentro del cronograma de desarrollo que representa un promedio de 30% de actividades no ejecutadas a tiempo.

En la siguiente tabla, se presenta las Instalaciones Sanitarias, de las cuales conforman partidas y sub partidas.

**Tabla 11.***Programación de partidas en la ejecución de Instalaciones Sanitarias.*

INSTALACIONES SANITARIAS	TOTAL PARTIDAS	PARTIDAS PLANIFICADAS	No Planificados	% No Planificado
INSTALACIÓN DE RED DE AGUA	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE DESAGUE	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE INODORO	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE LAVATORIO	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE TANQUE ELEVADO	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE VALVULAS DE AGUA	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE AGUA Y DESAGUE	1	1	0	0%
EXCAVACION Y RELLENO DE POZO PERCOLACION PLUVIAL	1	0	1	100%
Total	8	7	1	13%

**Nota.** Elaboración Propia.

Como se observa en la Tabla 11, en la parte de instalaciones sanitarias se planificaron 7 de 8 partidas a tiempo, la cual indica un promedio de 13% de actividades no planificadas.

En la tabla que se presenta a continuación, se detalla la parte de Instalaciones Eléctricas, evaluando el cumplimiento de las partidas ejecutadas en el tiempo asignado.

**Tabla 12.***Programación de partidas en la ejecución de Instalaciones Eléctricas.*

INSTALACIONES ELÉCTRICAS	TOTAL PARTIDAS	PARTIDAS PLANIFICADAS	No Planificados	% No Planificado
INSTALACIÓN DE MEDIDOR ELÉCTRICO	1	0	1	100%
ACOMETIDA DE MEDIDOR A TG	1	1	0	0%
ACOMETIDA DE GGEE	1	1	0	0%
MONTAJE DE TABLERO TG	1	1	0	0%
SALA DE EQUIPOS - LUMINARIAS	1	1	0	0%
SALA DE EQUIPOS - TOMACORRIENTES	1	0	1	100%
SALA DE EQUIPOS - INTERRUPTOR	1	0	1	100%
SALA DE EQUIPOS - LUZ DE EMERGENCIA	1	1	0	0%
SALA DE FUERZA - LUMINARIAS	1	1	0	0%
SALA DE FUERZA - TOMACORRIENTES	1	1	0	0%
SALA DE FUERZA - INTERRUPTOR	1	1	0	0%
SALA DE FUERZA - LUZ DE EMERGENCIA	1	0	1	100%
BAÑO - LUMINARIAS	1	1	0	0%
BAÑO - INTERRUPTOR	1	1	0	0%
CERCO - REFLECTORES	1	1	0	0%
CERCO - TOMACORRIENTES	1	0	1	100%
CERCO - INTERRUPTOR	1	0	1	100%
CERCO - LUZ DE EMERGENCIA	1	0	1	100%
Total	18	11	7	39%

**Nota.** Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 12, del total de las 18 partidas, se planificaron a tiempo 11, dejando 7 partidas no planificadas a tiempo, resultando un promedio total de 39% de actividades no programadas a tiempo.

En la siguiente tabla se presenta, las partidas de la parte de Instalaciones del Sistema Puesta a Tierra (SPAT), las cuales, se evaluarán cuantas partidas no fueron planificadas a tiempo en el proceso de instalación del nodo con tipo de Red Transporte.

**Tabla 13.***Programación de partidas en la ejecución de SPAT.*

SISTEMA PUESTA A TIERRA	TOTAL PARTIDAS	PARTIDAS PLANIFICADAS	No Planificados	% No Planificado
POZO A TIERRA - N°1	1	1	0	0%
POZO A TIERRA - N°2	1	1	0	0%
POZO A TIERRA - N°3	1	1	0	0%
INTERCONEXIÓN DE POZOS	1	0	1	100%
HALO DE COBRE DESNUDO EN SALA DE EQUIPOS	1	0	1	100%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ESCALERA DE GATO Y BARANDA DE TECHO SS.HH - SGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA DE CONCERTINA Y SUS SOPORTES - SGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA ACANALADA - SGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA SOPORTE CAMARA DE VIGILANCIA - SGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BARRA TABLERO TG - DGGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA TTA - DGGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA CHASIS ELECTRÓGENO - DGGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA DE MALLA METALICA - DGGB	1	0	1	100%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA REJILLA PARA DESFOGUE DE G.E - DGGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA CERCO DE MALLA METALICA - DGGB	1	0	1	100%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA ANTIPÁNICO SALA DE EQUIPOS - MGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BANDEJA DE ENERGIA - MGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA EQUIPO A/A - MGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BANDEJA DE F.O. - EGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ESCALERILLA DATOS - EGB	1	1	0	0%
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA GABINETE 1 - EGB	1	1	0	0%
Total	24	17	7	29%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la siguiente tabla 13, que representa a la parte de instalación de SPAT, del total de las 24 partidas se planificaron a tiempo 17, siendo un total de 7 partidas no planificadas y ejecutadas fuera de tiempo que representa un 29%, causando retraso en la entrega final del nodo. Para finalizar, se presenta también en la siguiente tabla, la parte de Instalación de Seguridad.

**Tabla 14.**

*Programación de partidas en la ejecución de Instalaciones de Seguridad.*

SISTEMA DE SEGURIDAD	TOTAL, PARTIDAS	PARTIDAS PLANIFICADAS	No Planificados	% No Planificado
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CERRADURA ELECTROMAGNETICA	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CERRADURA ELECTRICA	1	0	1	100%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR MAGNETICO	1	0	1	100%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE MOVIMIENTO 90 a 180	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE HUMO	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR OCUPACIONAL	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SIRENA ESTROBOSCOPICA	1	0	1	100%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE INUNDACIÓN	1	0	1	100%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LECTORAS BIOMETRICAS DE ACCESO	1	0	1	100%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LECTORA DE TARJETA	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA DE VIDEOVIGILANCIA	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - EXTINTOR	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LUZ DE EMERGENCIA	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE MOVIMIENTO 360	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	1	1	0	0%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA EXTERIOR PTZ	1	0	1	100%
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA INTERIOR	1	0	1	100%
Total	17	10	7	41%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 14, se detalla la parte final del proceso de construcción del nodo con tipo de red transporte, del total de 17 partidas, se planificaron 10, de las cuales se ejecutaron a tiempo y 7 actividades con retrasos, que representa un total de 41% de partidas no planificadas.

Es necesario destacar este análisis ya que se busca medir la situación actual de la problemática a mejorar, por ello, se realizó de acuerdo a las partidas macro y evaluando sub partidas, en la siguiente tabla se presentará el resumen total de las partidas macro respecto a su planificación.

**Tabla 15.**

*Resumen de partidas Macro del primer hito de entrega.*

ÁREA DEL PROYECTO	Total, Partidas	Total, Planificadas	No Planificados	% No Planificado
ESTRUCTURAS	47	38	9	19%
ARQUITECTURA	11	7	4	36%
INSTALACIONES SANITARIAS	8	7	1	13%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	18	11	7	39%
SISTEMA PUESTA A TIERRA	24	17	7	29%
SISTEMA DE SEGURIDAD	17	10	7	41%
Total	125	90	35	30%

**Nota.** Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 15, se resume las áreas Macro, se tiene un total de 125 sub partidas, de los cuales, se planificaron a tiempo 90 y 35 con retraso, teniendo un total de 30% de sub partidas no planificadas.

En el anexo 11 se presenta el control de inventario (kardex), de los 15 nodos ejecutados del primer hito, con esta data se analizará la situación actual de la empresa, respecto a los quiebres de stock y una mala planificación de las partidas a desarrollarse.

De acuerdo al anexo 11, se presenta el sistema de control de inventarios donde se puede evidenciar que se cuenta con un manejo básico de entrada y salida, las cuales no acompaña a un proceso de planificación y abastecimiento de materiales, es decir tener un sistema MRP. Del mismo lado, no se tiene definido la lista de las maquinarias, equipos y herramientas. Por otro lado, se tiene quiebres de stocks de diferentes materiales.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de los quiebres de stock, las cuales ocasionaron un retraso en la ejecución del nodo con tipo de red transporte.

**Tabla 16.**

*Resumen de partidas Macro del primer hito de entrega.*

ÁREA DEL PROYECTO	Cantidad Total	Cantidad Quiebre Stock	% Quiebre Stock
ARQUITECTURA	6	3	50%
CONSUMIBLE	2	1	50%
ESTRUCTURA	25	14	56%
INSTALACIONES	32	17	53%
OTROS	15	10	71%
Total	80	45	39%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la presente Tabla 16, se muestra el análisis que dentro de las áreas macro del proyecto, se clasifican los materiales de acuerdo a las áreas de utilidad, tales como Arquitectura, Consumibles, Estructura e Instalaciones y Otros, teniendo como resultado promedio del 39% de quiebre de stock para los tipos de material y un total que representan 45 de 80 códigos de materiales. De la misma manera, dentro del control logístico en la parte Otros, se tienen las maquinarias, equipos y herramientas no identificadas, sin control de existencias, las cuales en la necesidad de programar actividades no se tenían disponibles.

Por consiguiente, en base a la definición de la situación actual, se procederá a aplicar la implementación del sistema MRP, para optimizar el nivel de entrega en los nodos con tipo de Red Transporte.

## **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP**

Para empezar con la implementación, se procederá a detallar la Lista de Materiales (BOM), Lista de maquinarias, equipos y herramientas, Utilidad de merma, Sistema de control de inventarios por nodo y reposición, Planificación y Programación de partidas que contiene cada nodo con tipo de red transporte.

### ***Lista de Materiales (BOM)***

En la lista de Materiales, se presentarán en forma de códigos los materiales, maquinarias, equipos y herramientas, que componen nuestro producto final, es decir, el proceso de construcción del nodo con tipo de red transporte,

Se implementará la lista de materiales para automatizar el requerimiento con la programación de actividades, ya que el pilar fundamental de la Planificación de Requerimiento de Materiales, se basa en el abastecimiento oportuno de los materiales para la planificación a tiempo de las tareas, entonces, teniendo un correcto sistema de requerimiento y visión del stock, se hará la programación de actividades de manera eficiente.

Cabe resaltar, que esta lista de materiales incluirá las áreas de la construcción del nodo, desde los Trabajos Preliminares, parte de la Estructura, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas, Sanitarias, Sistemas Puesto a Tierra y Seguridad. A continuación, se presenta la tabla, con el detalle de la lista de materiales.

**Figura 7.**

*Lista de materiales incluida la merma estimada por nodo*

CÓDIGO	MATERIAL	UM	TIPO	CANTIDAD SOLICITADO	MERMA INCLUIDA	CANTIDAD TOTAL
0201030001	GASOLINA	gal	CONSUMIBLE	0,38	8%	0,41
2010300010005	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	CONSUMIBLE	13,69	8%	14,79
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	ESTRUCTURA	0,07	15%	0,08
2040100010003	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	ESTRUCTURA	109,00	15%	125,35
2040100010004	ALAMBRE FIERRO GALVANIZADO N° 16	kg	ESTRUCTURA	0,16	15%	0,19
2040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	ESTRUCTURA	96,33	15%	110,78
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	ESTRUCTURA	1.336,04	5%	1.402,84
2040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg	ESTRUCTURA	500,62	5%	525,66
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	ESTRUCTURA	0,14	10%	0,15
2041200010010	CLAVOS 3"	kg	ESTRUCTURA	3,33	10%	3,66
2041200020003	CLAVO C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	5,33	10%	5,86
2041200020004	CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	18,68	10%	20,55
2041200020005	CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	ESTRUCTURA	0,92	10%	1,01
0204180009	PLANCHA COMPACTADORA 4 HP	hm	ESTRUCTURA	0,63	0%	0,63
0204180010	PLANCHA COMPACTADORA 5.8 HP	hm	ESTRUCTURA	15,82	0%	15,82
0204240030	SOPORTES	und	ESTRUCTURA	38,58	10%	42,43
2050100010002	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	INSTALACIONES	46,39	5%	48,71
2050100010004	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1" X3 m (25 mm)	und	INSTALACIONES	20,84	5%	21,88
2050100010008	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1 1/2" X3 m	und	INSTALACIONES	19,71	5%	20,70
2050400010010	CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS	und	INSTALACIONES	56,70	5%	59,54
2050700020024	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 1/2" X5 M	m	INSTALACIONES	31,59	5%	33,17
2050700020028	TUBERIA PVC SAP NEGRA 3"	und	INSTALACIONES	2,10	5%	2,21
2050900020008	CODOS PVC 90° SAL ° 4"	und	INSTALACIONES	1,58	5%	1,65
2050900020009	CODOS PVC 90° SAL 2"	und	INSTALACIONES	8,40	5%	8,82
2051000010018	CODO PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	30,37	5%	31,89
2051000010019	CODO PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	0,58	5%	0,61
2051000020007	CODO PVC DESAGUE DE 45 X2"	und	INSTALACIONES	0,61	5%	0,64
2051000020008	CODO PVC 2" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	0,21	5%	0,22
2051000020009	CODO PVC 4" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	0,76	5%	0,79
2051100010016	TEE PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	1,58	5%	1,65
2051100010017	TEE PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	2,86	5%	3,00
2051700010015	CURVA PVC ELECTRICA SAP 3/4"	pza	INSTALACIONES	97,33	5%	102,19
2051700010016	CURVA PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	39,07	5%	41,02
2051700010017	CURVA PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	36,96	5%	38,81
2051900050004	ADAPTADOR PVC SAP 1/2"	pza	INSTALACIONES	10,50	5%	11,03
2052200020007	UNION UNIVERSAL PVC SAP C/R DE 1/2"	pza	INSTALACIONES	8,40	5%	8,82
2052300010045	REDUCCION PVC DESAGUE 4" A 2"	pza	INSTALACIONES	27,75	5%	29,14
0206030003	UNION PVC SAP 3/4"	und	INSTALACIONES	64,45	5%	67,68
0206030004	UNION PVC SAP 1/2"	und	INSTALACIONES	27,83	5%	29,22
0206030005	UNION PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	18,23	5%	19,14
0206030006	UNION PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	17,25	5%	18,11
0206070002	TEE SANITARIA PVC DES. 4"	pza	INSTALACIONES	40,76	5%	42,80
0206150003	TRAMPA "P" 2" PARA DESAGUE	pza	INSTALACIONES	1,10	5%	1,16
2061700010011	YEE PVC DESAGUE SAL 4"	unn	INSTALACIONES	0,94	5%	0,99
2061700010012	YEE PVC DESAGUE SAL 2"	und	INSTALACIONES	2,10	5%	2,21
2061700010013	YEE PVC SAL 2" x 2"	pza	INSTALACIONES	0,86	5%	0,90
2061700010014	YEE PVC 4" x 2"	pza	INSTALACIONES	1,72	5%	1,80
2061700010015	YEE PVC 4" DESAGUE PLUVIAL	pza	INSTALACIONES	0,48	5%	0,51
2070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	ARQUITECTURA	8,61	5%	9,04
2070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	ARQUITECTURA	2,12	5%	2,23
2070100050003	PIEDRA MEDIANA DE 8"	m3	ARQUITECTURA	5,07	5%	5,33
2070200010001	ARENA FINA	m3	ARQUITECTURA	3,00	5%	3,15
2070200010002	ARENA GRUESA	m3	ARQUITECTURA	13,32	5%	13,99
0207030001	HORMIGON	m3	ARQUITECTURA	14,97	5%	15,72
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	ESTRUCTURA	0,24	5%	0,25
0207070002	AGUA PARA LA OBRA	m3	ESTRUCTURA	8,32	5%	8,73
0209010002	MARCO PARA VANO DE AIRE ACONDICIONADO	pza	ESTRUCTURA	1,05	5%	1,10
0209010003	MARCO CORTAFUEGO	pza	ESTRUCTURA	1,05	5%	1,10
2120300010006	CODO DE BRONCE DE 1/2" 90°	und	ESTRUCTURA	3,15	5%	3,31
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	ESTRUCTURA	371,06	5%	389,61
2130300010002	YESO	bol	ESTRUCTURA	2,23	5%	2,34
0215070002	TAPON FIERRO GALVANIZADO MACHO 1/2"	pza	ESTRUCTURA	3,15	5%	3,31
2160200070005	LADR. ARCILLA HUECO 15 15X30X30 CM	und	ESTRUCTURA	148,00	5%	155,40
2160200070008	LADRILLO ARCILLA KK TIPO IV 18 HUECOS 9 x 12.5 x 23cm	und	ESTRUCTURA	3.262,98	5%	3.426,13
2191300010016	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	ESTRUCTURA	4,31	5%	4,52

En referencia a la Figura 7, se presenta los materiales con los códigos, cantidad unitaria, unidad de medida y el % de merma de cada uno de ellos, con esto se identifica, el plan inicial, ya que al incluir la definición estimada y aplicada de la merma se pretende cubrir con el abastecimiento a los nodos.

Asimismo, también se presenta en la siguiente tabla la lista de las maquinarias, equipos y las herramientas, de las cuales se planificarán en conjunto con el desarrollo de las partidas, ya sea horas máquinas, horas hombres, unidades, etc.

**Tabla 17.**

*Lista de Materiales con desviación merma en el proceso.*

CÓDIGO	MATERIAL	UM	TIPO	CANTIDAD SOLICITADO	DESVIACIÓN INCLUIDO	CANTIDAD TOTAL
3010300060007	PLANCHA COMPACTADORA 5.8 HP	hm	HERRAMIENTA	0,36	3,0%	0,368
3010600020009	REGLA DE ALUMINIO 2" X 4" X 6"	und	HERRAMIENTA	0,40	1,0%	0,408
0301060003	CILINDRO PARA AGUA	und	HERRAMIENTA	0	1,0%	0
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	MAQUINARIA	0,12	5,0%	0,123
3011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd <sup>3</sup>	hm	EQUIPOS	0,43	5,0%	0,455
3012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	EQUIPOS	0,60	3,0%	0,613
3012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	EQUIPOS	0,04	3,0%	0,037
3012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	EQUIPOS	57.054	3,0%	58.765,5
3012900010006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	EQUIPOS	108.375	3,0%	111.625,9
3012900010007	VOLQUETE 6X4 10 M3 330 HP	hm	MAQUINARIA	0,43	5,0%	0,455
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	MAQUINARIA	0,29	5,0%	0,303
3012900030006	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3	hm	MAQUINARIA	16.036	5,0%	16.837
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8 HP 9 P3	hm	MAQUINARIA	305.543	0,2%	306.154
3013400010009	ANDAMIO	und	HERRAMIENTA	3	5,0%	3
3014700010012	WINCHA	und	HERRAMIENTA	0,64	5,0%	1

**Nota.** Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 17, se define la lista de los equipos, herramientas y materiales, que conforman en el proceso de construcción del nodo, se estima también de acuerdo al análisis previo a los retrasos la desviación incluida en las horas máquina y equipos.

**Plan Maestro de Producción**

Para realizar el plan maestro de producción, es necesario realizar un resumen de las partidas que componen el proceso constructivo del nodo, ya que se tiene que partir de cuánto tiempo tomará ejecutar las partidas y sub partidas que las conforman.

**Tabla 18.**

*Resumen duración del proceso constructivo del nodo.*

ORDEN	NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN
0	NODO DE TRASPORTE	45 días
0	INICIO DE PROYECTO	0 días
1	ESTRUCTURA	24 días
1	ARQUITECTURA	7 días
2	INSTALACIONES SANITARIAS	4 días
2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	5 días
3	SISTEMA PUESTA A TIERRA	4 días
3	SISTEMA DE SEGURIDAD	2 días
0	FINAL DE PROYECTO	0 días

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 18, se detalla el tiempo de duración de las partidas de acuerdo al orden que componen el proceso de construcción del nodo, desde la Estructura hasta la Instalación de Seguridad, con un total de duración de 45 días.

De la misma forma, se detalla también dentro de cada partida, las sub partidas, con el tiempo de duración de cada uno, esto servirá como punto de partida para la planificación de las actividades que conforma nuestro Plan Maestro de Producción.

**Tabla 19.**

*Duración de días de la partida de Estructuras.*

<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>DURACIÓN</b>
TRABAJOS PRELIMINARES	0,5 días
CIMENTACIÓN	1,0 días
SOBRECIMIENTO	3,0 días
MUROS TIPO CARAVISTA	4,0 días
COLUMNAS	1,0 días
VIGAS	1,0 días
LOSA ALIGERADA EN SALA DE EQUIPOS	1,5 días
LOSA MACIZA EN SSHH	1,0 días
LOSA DE PISO DE SALA DE EQUIPOS	1,5 días
LOSA DE GRUPO ELECTROGENO	1,3 días
LOSA DE INGRESO	1,9 días
MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA	6,0 días
<b>TOTAL</b>	<b>24,0 días</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 19, se detalla la duración de días de las partidas que conforman el proceso de construcción de la estructura del nodo, que empieza desde los trabajos preliminares involucrando herramientas y materiales tales como el clavo, maquinaria, palas, hasta el montaje de la estructura metálica. El total de duración de las estructuras contempla 23,6 días, es necesario detallar que para la realización de las partidas se necesitará 1 Maestro de Obra, 2 operarios, 2 oficiales y 4 ayudantes.

De la misma manera, en la siguiente tabla, se detalla la duración de las partidas de la parte de Arquitectura.

**Tabla 20.**

*Duración de días de la partida de Arquitectura.*

ARQUITECTURA	DURACIÓN
INSTALACION DE LADRILLO PASTELERO	0,5 días
TARRAJEO Y REVOQUES	2,0 días
PISOS Y PAVIMENTOS	2,0 días
PINTURA	2,0 días
OTROS	0,5 días
TOTAL	<b>7,0 días</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 20, se detalla las partidas desde la Instalación de ladrillo pastelero, tarrajeos, pisos, pavimentos, pintura, colocación de ventana del servicio higiénico y aplicación de sikaflex a las juntas. Para la ejecución de las partidas definidas se requerirá 1 MO, 2 pintores, 2 operarios y 4 ayudantes.

Del mismo lado, se presenta también las partidas que conforman las Instalaciones Sanitarias, con la duración de días.

**Tabla 21.**

*Duración de días de la partida de Instalaciones Sanitarias.*

INSTALACIONES SANITARIAS	DURACIÓN
INSTALACIÓN DE RED DE AGUA	0,5 días
INSTALACIÓN DE DESAGUE	0,5 días
INSTALACIÓN DE INODORO	0,5 días
INSTALACIÓN DE LAVATORIO	0,5 días
INSTALACIÓN DE TANQUE ELEVADO	0,5 días
INSTALACIÓN DE VALVULAS DE AGUA	0,5 días
INSTALACIÓN DE CAJA DE AGUA Y DESAGUE	0,5 días
EXCAVACION Y RELLENO DE POZO PERCOLACION PLUVIAL	0,5 días
TOTAL	<b>4,0 días</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 21, se detallan las partidas que conforman el proceso de instalación sanitaria, empezando en la instalación de red de agua hasta la excavación y relleno de pozo de percolación pluvial, en este proceso se requiere 1 MO, 2 operarios, 4 ayudantes.

Asimismo, se presenta en la siguiente tabla, la instalación eléctrica, detallando la duración de días de sus partes que la conforman.

**Tabla 22.**

*Duración de días de la partida de Instalaciones Eléctricas.*

INSTALACIONES ELÉCTRICAS	DURACIÓN
INSTALACIÓN DE MEDIDOR ELÉCTRICO	0,3 días
ACOMETIDA DE MEDIDOR A TG	0,3 días
ACOMETIDA DE GGEE	0,3 días
MONTAJE DE TABLERO TG	0,3 días
SALA DE EQUIPOS - LUMINARIAS	0,3 días
SALA DE EQUIPOS - TOMACORRIENTES	0,3 días
SALA DE EQUIPOS - INTERRUPTOR	0,3 días
SALA DE EQUIPOS - LUZ DE EMERGENCIA	0,3 días
SALA DE FUERZA - LUMINARIAS	0,3 días
SALA DE FUERZA - TOMACORRIENTES	0,3 días
SALA DE FUERZA - INTERRUPTOR	0,3 días
SALA DE FUERZA - LUZ DE EMERGENCIA	0,3 días
BAÑO - LUMINARIAS	0,3 días
BAÑO - INTERRUPTOR	0,3 días
CERCO - REFLECTORES	0,3 días
CERCO - TOMACORRIENTES	0,3 días
CERCO - INTERRUPTOR	0,3 días
CERCO - LUZ DE EMERGENCIA	0,3 días
<b>TOTAL</b>	<b>4,5 días</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 22, se detalla las partidas que conforman el proceso de Instalación Eléctrica, para la ejecución de las partidas se requiere 02 electricistas y 2 ayudantes. Cabe resaltar que la duración global de la instalación eléctrica tiene un total de 4,5 días.

En la siguiente tabla, parte del proceso de construcción del nodo, se detalla la Instalación del Sistema puesta a tierra.

**Tabla 23.***Duración de días de la partida de SPAT*

SISTEMA PUESTA A TIERRA	DURACIÓN
POZO A TIERRA - N°1	0,1 días
POZO A TIERRA - N°2	0,1 días
POZO A TIERRA - N°3	0,1 días
INTERCONEXIÓN DE POZOS	0,1 días
HALO DE COBRE DESNUDO EN SALA DE EQUIPOS	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ESCALERA DE GATO Y BARANDA DE TECHO SS.HH - SGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA DE CONCERTINA Y SUS SOPORTES - SGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA ACANALADA - SGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA SOPORTE CAMARA DE VIGILANCIA - SGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BARRA TABLERO TG - DGGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA TTA - DGGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA CHASIS ELECTRÓGENO - DGGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA DE MALLA METALICA - DGGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA REJILLA PARA DESFOGUE DE G.E - DGGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA CERCO DE MALLA METALICA - DGGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA ANTIPÁNICO SALA DE EQUIPOS - MGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BANDEJA DE ENERGIA - MGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA EQUIPO A/A - MGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BANDEJA DE F.O. - EGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ESCALERILLA DATOS - EGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA GABINETE 1 - EGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ODF - EGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA GABINETE 2 - EGB	0,1 días
ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BARRA A TIERRA DE GABINETE DEL RECTIFICADOR - EGB	0,1 días
<b>TOTAL</b>	<b>4,0 días</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 23, para cubrir con la ejecución de las instalaciones del sistema puesto a tierra, se requieren un total de 3 días, para ello se requerirá de 02 eléctricos y 4 ayudantes.

Para finalizar, como última parte del desarrollo del nodo, en las Instalaciones de Sistema de Seguridad, se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 24.**

*Duración de días de la partida de Sistemas de Seguridad*

<b>SISTEMA DE SEGURIDAD</b>	<b>DURACIÓN</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CERRADURA ELECTROMAGNETICA	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CERRADURA ELECTRICA	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR MAGNETICO	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE MOVIMIENTO 90 a 180°	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE HUMO	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR OCUPACIONAL	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SIRENA ESTROBOSCOPICA	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE INUNDACIÓN	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LECTORAS BIOMETRICAS DE ACCESO	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LECTORA DE TARJETA	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA DE VIDEOVIGILANCIA	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - EXTINTOR	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LUZ DE EMERGENCIA	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE MOVIMIENTO 360°	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA EXTERIOR PTZ	<b>0,2 días</b>
INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA INTERIOR	<b>0,2 días</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2,0 días</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

De la tabla 24, como parte final del proceso de construcción del nodo con tipo de red transporte, se ejecutan las instalaciones de seguridad que contempla una duración de 3 días, en este proceso se requerirá de 2 operarios y 4 ayudantes.

De acuerdo a la presentación de las partidas que conforman el proceso de construcción del nodo, con duración de días que requiere nuestro Plan Maestro de Producción, es decir, definir el tiempo de ejecución de cada proceso y sub proceso de manera unitaria.

El siguiente paso sería cuantificar el requerimiento, para ello, se presenta la liberación del 2do Hito de entrega, con el cual se realizó la prueba piloto. Para la entrega del hito programado, se detalla las cantidades de los nodos con los códigos pre establecido.

**Tabla 25.**

*Nodos que conforman la entrega del segundo hito.*

CÓDIGO	NODOS	DIAS PROYECTADOS
JU_T_0004	CHICCHE	45
JU_T_0010	EL TAMBO	45
JU_T_0011	HUACRAPUQUIO	45
JU_T_0019	PUCARA	45
JU_T_0027	SANTO DOMINGO DE ACOBAMBA	45
JU_T_0032	CHAMBARA	45
JU_T_0037	SAN MIGUEL	45
JU_T_0038	MUCLLO	45
JU_T_0041	SANTO DOMINGO DEL PRADO	45
JU_T_0042	ORCOTUNA	45
JU_T_0043	SAN JOSE DE QUERO	45
JU_T_0050	JAUJA	45
JU_T_0052	APATA	45
JU_T_0053	ATAURA	45
JU_T_0055	EL ROSARIO	45
JU_T_0058	HUARIPAMPA	45
JU_T_0069	MUQUI	45
JU_T_0071	PACA	45
JU_T_0080	SINCOS	45
JU_T_0081	CONCHO	45
JU_T_0123	HUACHAC	45
JU_T_0127	TRES DE DICIEMBRE	45
JU_T_0025	SAPALLANGA	45
JU_T_0060	JANJAILLO	45
JU_T_0125	ISCOS	45
JU_T_0012	HUALHUAS	45
JU_T_0022	SAN AGUSTIN	45

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 25, teniendo la cantidad de nodos definidos, en este caso el total de 27 nodos se procede a la planificación del requerimiento de materiales, la cual se realizará el abastecimiento de acuerdo a las semanas de ejecución de cada nodo.

Es necesario comprender que dentro del Plan maestro de producción, se realizó la implementación con detalle la duración de días y recurso humano de las partidas, con ello, se realizará la planificación y programación de actividades que irán de la mano con la distribución y abastecimiento de materiales, maquinarias y equipos.

### **Valorización del Plan Maestro de Producción**

Para controlar el avance de obra, se emite la valorización real de cada partida con el objetivo de realizar el seguimiento del avance de obra respecto a lo planificado, de esta manera se tendrá un control diario para mejorar el performance y activar planes de acción a tiempo.

En la siguiente tabla, se presenta la valorización del área de Estructura respecto a cuánto peso representa frente a las demás partidas.

**Tabla 26.**

*Valorización de partidas del área de Estructuras.*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO UNITARIO</b>	<b>% TOTAL</b>
<b>ISM - 1</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>12.164,97</b>	<b>52,12%</b>
ISM -1.01	TRABAJOS PRELIMINARES	89,91	0,74%
ISM -1.02	CIMENTACIÓN	1.012,74	8,33%
ISM -1.03	SOBRECIMIENTO	1.359,34	11,17%
ISM -1.04	MURETE MEDIDOR	320,89	2,64%
ISM -1.05	MUROS TIPO CARAVISTA	2.316,67	19,04%
ISM -1.06	COLUMNAS	1.358,89	11,17%
ISM -1.07	VIGAS	981,28	8,07%
ISM -1.08	LOSA ALIGERADA EN SALA DE EQUIPOS	792,23	6,51%
ISM -1.09	LOSA MACIZA EN SSHH	217,48	1,79%
ISM -1.10	LOSA DE PISO DE SALA DE EQUIPOS	575,68	4,73%
ISM -1.11	LOSA DE GRUPO ELECTROGENO	352,01	2,89%
ISM -1.12	LOSA DE INGRESO	80,26	0,66%
ISM -1.13	SARDINEL SALA DE FUERZAS	96,44	0,79%
ISM -1.14	COLECTORES DE AGUAS PLUVIALES	44,04	0,36%
ISM -1.15	MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA	2.567,12	21,10%

**Nota.** Elaboración Propia.

Como se puede observar en la tabla 26, la parte de Estructura representa un total del 52,12% del nodo que tiene 12,169.97 en producto de las partidas en unidades de medida (m2, m3, Kg), como peso unitario.

De la misma manera, se presenta también la valorización para la parte de Arquitectura de acuerdo al desarrollo de sus partidas.

**Tabla 27.**

*Valorización de partidas del área de Arquitectura.*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO UNITARIO</b>	<b>%</b>
<b>ISM - 2</b>	<b>ARQUITECTURA</b>	<b>6.291,54</b>	<b>26,96%</b>
ISM -2.01	INSTALACION DE LADRILLO PASTELERO	17,02	0,27%
ISM -2.02	TARRAJEO Y REVOQUES	1.214,03	19,30%
ISM -2.03	PISOS Y PAVIMENTOS	910,19	14,47%
ISM -2.04	PINTURA	3.920,50	62,31%
ISM -2.05	OTROS	229,80	3,65%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 27, se detalla la valorización de las partidas de la parte arquitectónica, que representa un total del 26,96% del nodo, con un peso unitario de 6,291.54, que son producto de las unidades de medida (m2, und, glb).

Se detalla también en la siguiente tabla, el valorizado de las partidas del área de Instalaciones Sanitarias, donde se muestra el valor del peso unitario que representa entre el metrado y el análisis de precio unitario (APU).

**Tabla 28.***Valorización de partidas del área de Instalaciones Sanitarias.*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO UNITARIO</b>	<b>%</b>
<b>ISM -3</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>	<b>1.104,10</b>	<b>4,73%</b>
ISM -3.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	162,95	14,76%
ISM -3.02	CAJA DE REGISTRO	120,02	10,87%
ISM -3.03	SISTEMA DE DESAGUE	50,76	4,60%
ISM -3.04	REDES DE DISTRIBUCION DE DESAGUE	125,68	11,38%
ISM -3.05	ACCESORIOS PARA RED DE DESAGUE	6,78	0,61%
ISM -3.06	REDES DE DISTRIBUCION DE DESAGUE PLUVIAL	363,83	32,95%
ISM -3.07	ACCESORIOS PARA RED DE DESAGUE PLUVIAL	4,85	0,44%
ISM -3.08	SISTEMA DE AGUA FRIA	29,91	2,71%
ISM -3.09	REDES DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS	85,21	7,72%
ISM -3.10	ACCESORIOS PARA RED DE DESAGUE	3,28	0,30%
ISM -3.11	VARIOS	71,04	6,43%
ISM -3.12	ACCESORIOS PARA RED DE DESAGUE PLUVIAL	15,26	1,38%
ISM -3.13	SISTEMA DE AGUA FRIA	64,52	5,84%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 28, se detalla la valorización de las partidas de la parte de instalaciones sanitarias, que representa un total del 4,73% del nodo, con un peso unitario de 1,104.10, que son producto de las unidades de medida (m2, und, pto, pza, ml).

A continuación, se detalla la valorización de las partidas de la parte de Instalaciones Eléctricas.

**Tabla 29.**

*Valorización de partidas del área de Instalaciones Eléctricas.*

ITEM	DESCRIPCION	PESO UNITARIO	%
<b>ISM -5.01</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>1.167,96</b>	<b>5,00%</b>
ISM - 5.01.01	ACOMETIDA DE MEDIDOR A TG	280,00	23,97%
ISM - 5.01.02	ACOMETIDA DE GGEE	20,00	1,71%
ISM - 5.01.03	MONTAJE DE TABLERO TG	111,62	9,56%
ISM - 5.01.04	SALA DE EQUIPOS - LUMINARIAS	11,36	0,97%
ISM - 5.01.05	SALA DE EQUIPOS - TOMACORRIENTES	14,82	1,27%
ISM - 5.01.06	SALA DE EQUIPOS - LUZ DE EMERGENCIA	9,44	0,81%
ISM - 5.01.07	SALA DE FUERZA - LUMINARIAS	11,36	0,97%
ISM - 5.01.08	SALA DE FUERZA - TOMACORRIENTES	7,41	0,63%
ISM - 5.01.09	SALA DE FUERZA - INTERRUPTOR	6,08	0,52%
ISM - 5.01.10	SALA DE FUERZA - LUZ DE EMERGENCIA	9,44	0,81%
ISM - 5.01.11	SALA DE FUERZA -INSTALACION DE TUBERIAS MT-CONDUIT METALICO INC. CAJAS	233,00	19,95%
ISM - 5.01.12	BAÑO - LUMINARIAS	5,68	0,49%
ISM - 5.01.13	BAÑO - INTERRUPTOR	6,08	0,52%
ISM - 5.01.14	CERCO - REFLECTORES	11,36	0,97%
ISM - 5.01.15	CERCO - TOMACORRIENTES	7,41	0,63%
ISM - 5.01.16	CERCO - INTERRUPTOR	6,08	0,52%
ISM - 5.01.17	CERCO - LUZ DE EMERGENCIA	9,44	0,81%
ISM - 5.01.18	INSTALACION DE TUBERIA NEGRA DE PVC DE 3"	70,00	5,99%
ISM - 5.01.19	COLOCACION DE GUIAS CON ALAMBRE N° 18 EN PASES DE SEGURIDAD	10,00	0,86%
ISM - 5.01.20	TUBERIA SAP 3/4"	120,60	10,33%
ISM - 5.01.21	TUBERIA SAP 1"	39,90	3,42%
ISM - 5.01.22	TUBERIA SAP 1 1/2"	60,50	5,18%
ISM - 5.01.22	INSTALACION DE CAJAS DE PASE DE II.EE	106,38	9,11%

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 29, se realiza la valorización de las partidas de la parte de instalaciones eléctricas, que representa un total del 5,0% del nodo, con un peso unitario de 1,167.96 que son producto de las unidades de medida (und, pto, glb, ml).

De la misma manera, en la siguiente tabla se detalla la valorización de la parte de Instalación del Sistema de Seguridad.

**Tabla 30.***Valorización de partidas del área de Instalaciones de Seguridad.*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO UNITARIO</b>	<b>%</b>
<b>ISM -7</b>	<b>SISTEMA DE SEGURIDAD</b>	<b>190,32</b>	<b>0,82%</b>
ISM -7.01	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CERRADURA ELECTROMAGNETICA	7,32	3,85%
ISM -7.02	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CERRADURA ELECTRICA	7,32	3,85%
ISM -7.03	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR MAGNETICO	7,32	3,85%
ISM -7.04	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE MOVIMIENTO 360	14,64	7,69%
ISM -7.05	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE HUMO	14,64	7,69%
ISM -7.06	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR OCUPACIONAL	14,64	7,69%
ISM -7.07	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SIRENA ESTROBOSCOPICA	14,64	7,69%
ISM -7.08	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE INUNDACIÓN	14,64	7,69%
ISM -7.09	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LECTORAS BIOMETRICAS DE ACCESO	7,32	3,85%
ISM -7.10	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LECTORA DE TARJETA	7,32	3,85%
ISM -7.11	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA DE VIDEOVIGILANCIA	14,64	7,69%
ISM -7.12	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - EXTINTOR	7,32	3,85%
ISM -7.13	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - LUZ DE EMERGENCIA	21,96	11,54%
ISM -7.14	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE MOVIMIENTO 360	7,32	3,85%
ISM -7.15	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	7,32	3,85%
ISM -7.16	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA EXTERIOR PTZ	14,64	7,69%
ISM -7.17	INSTALACIÓN DE CAJA DE PASE - CAMARA INTERIOR	7,32	3,85%

**Nota.** Elaboración Propia.

De la tabla 30, la valorización del sistema de seguridad que es uno de los más cortos representa un total de 0.82%, con un peso unitario de 190,32, con un producto de unidades de medida (und).

De la misma manera, en la siguiente tabla se detalla la valorización de la parte de Instalación del Sistema de Puesta a Tierra (SPAT).

**Tabla 31.**

*Valorización de partidas del área de Instalaciones de SPAT.*

ITEM	DESCRIPCION	PESO UNITARIO	%
ISM -6	SISTEMA PUESTA A TIERRA	2.420,43	10,37%
ISM -6.01	POZO A TIERRA - N°1	265,00	10,95%
ISM -6.02	POZO A TIERRA - N°2	265,00	10,95%
ISM -6.03	POZO A TIERRA - N°3	265,00	10,95%
ISM -6.04	INTERCONEXIÓN DE POZOS	210,00	8,68%
ISM -6.05	AISLADOR DE HALO	230,40	9,52%
ISM -6.05	HALO DE COBRE DESNUDO EN SALA DE EQUIPOS	166,20	6,87%
ISM -6.06	INSTALACION DE BARRAS BORNERAS MSG-SGB	216,00	8,92%
ISM -6.06	INSTALACION DE BARRAS BORNERAS MSG	78,85	3,26%
ISM -6.06	INSTALACION DE CAJA METALICA DE 300x300x100	19,62	0,81%
ISM -6.06	INSTALACION DE CAJA METALICA DE 500x300x100	11,21	0,46%
ISM -6.07	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ESCALERA DE GATO Y BARANDA DE TECHO <u>SS.HH</u> - SGB	47,34	1,96%
ISM -6.08	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA DE CONCERTINA Y SUS SOPORTES - SGB	118,35	4,89%
ISM -6.09	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA ACANALADA - SGB	47,34	1,96%
ISM -6.10	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA SOPORTE CAMARA DE VIGILANCIA - SGB	23,67	0,98%
ISM -6.11	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BARRA TABLERO TG - DGGB	23,67	0,98%
ISM -6.12	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA TTA - DGGB	23,67	0,98%
ISM -6.13	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA CHASIS ELECTRÓGENO - DGGB	23,67	0,98%
ISM -6.14	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA DE MALLA METALICA - DGGB	23,67	0,98%
ISM -6.15	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA REJILLA PARA DESFOGUE DE G.E - DGGB	23,67	0,98%
ISM -6.16	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA CERCO DE MALLA METALICA - DGGB	23,67	0,98%
ISM -6.17	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA PUERTA ANTIPÁNICO SALA DE EQUIPOS - MGB	23,67	0,98%
ISM -6.18	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BANDEJA DE ENERGÍA - MGB	23,67	0,98%
ISM -6.19	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA EQUIPO A/A - MGB	23,67	0,98%
ISM -6.20	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BANDEJA DE F.O. - EGB	23,67	0,98%
ISM -6.21	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ESCALERILLA DATOS - EGB	23,67	0,98%
ISM -6.22	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA GABINETE 1 - EGB	23,67	0,98%
ISM -6.23	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA ODF - EGB	23,67	0,98%
ISM -6.24	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA GABINETE 2 - EGB	23,67	0,98%
ISM -6.25	ATERRAMIENTO PUESTA A TIERRA BARRA A TIERRA DE GABINETE DEL RECTIFICADOR - EGB	23,67	0,98%
ISM -6.26	JUMPERS TECHO - SALA DE FUERZA	101,40	4,19%

**Nota.** Elaboración Propia.

De la tabla 31, que representa la valorización del área del sistema puesta a tierra, con un total de 10,37%, y un peso unitario de 2,420.43, producto de las unidades de medida (und), que es el metrado por el análisis precio unitario (APU).

Con la identificación del valor y peso unitario de cada área actividad del proceso constructivo, se determina el control de seguimiento, monitoreo y evaluación del nodo de manera automatizada respecto a la ejecución de cada partida. Con esta implementación, nuestro MRP, de acuerdo a nuestro objetivo que es optimizar el nivel de entrega de los nodos con tipo de red transporte estaría lista para ejecutarse en las entregas programadas del 2do hito, que representan un total de 27 nodos.

Para finalizar nuestra implementación del Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), en la siguiente tabla, se automatiza el proceso de abastecimiento y planificación de partidas de los 27 nodos pendientes a ejecutar. Por consiguiente, se realizará la proyección para la compra de materiales de los nodos programados en el 2do hito, con la fecha de inicio de acuerdo a la liberación del área comercial.

En la siguiente figura, se presenta la distribución de los nodos con tipo de red transporte, con los encargados de la supervisión.

**Figura 8.**  
*Programación de arranque de segundo hito.*

CODIGO	NOMBRE	TIPO DE RED	HITO	SUPERVISOR SATELITAL	EJECUTOR	CONTRATISTAS OBRAS CIVILES	FECHA INICIO
JU_T_0011	HUACRAPUQUIO	TRANSPORTE	2do Hito	Carlos Chavez	Satelital	Satelital	03/03/2021
JU_T_0010	EL TAMBO	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	05/03/2021
JU_T_0053	ATAURA	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	06/03/2021
JU_T_0080	SINCOS	TRANSPORTE	2do Hito	Pool Inza	Satelital	Satelital	08/03/2021
JU_T_0071	PACA	TRANSPORTE	2do Hito	Michael Atalaya	Satelital	Satelital	10/03/2021
JU_T_0052	APATA	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	13/03/2021
JU_T_0025	SAPALLANGA	TRANSPORTE	2do Hito	Pool Inza	Satelital	Satelital	15/03/2021
JU_T_0042	ORCOTUNA	TRANSPORTE	2do Hito	Jerry Araoz	Satelital	Satelital	15/03/2021
JU_T_0127	TRES DE DICIEMBRE	TRANSPORTE	2do Hito	Michael Atalaya	Satelital	Satelital	17/03/2021
JU_T_0069	MUQUI	TRANSPORTE	2do Hito	DAVID C.	Satelital	Satelital	20/03/2021
JU_T_0032	CHAMBARA	TRANSPORTE	2do Hito	Marco Julca	Satelital	Satelital	22/03/2021
JU_T_0058	HUARIPAMPA	TRANSPORTE	2do Hito	Pool Inza	Satelital	Satelital	23/03/2021
JU_T_0027	SANTO DOMINGO DE ACOBAMBA	TRANSPORTE	2do Hito	Marco Julca	Satelital	Satelital	25/03/2021
JU_T_0022	SAN AGUSTIN	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	27/03/2021
JU_T_0004	CHICCHE	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	28/03/2021
JU_T_0038	MUCLLO	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	28/03/2021
JU_T_0037	SAN MIGUEL	TRANSPORTE	2do Hito	Erick Pacahuala	Satelital	Satelital	29/03/2021
JU_T_0125	ISCOS	TRANSPORTE	2do Hito	Marco Julca	Satelital	Satelital	01/04/2021
JU_T_0060	JANJAILLO	TRANSPORTE	2do Hito	DAVID C.	Satelital	Satelital	02/04/2021
JU_T_0123	HUACHAC	TRANSPORTE	2do Hito	Carlos Chavez	Satelital	Satelital	03/04/2021
JU_T_0041	SANTO DOMINGO DEL PRADO	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	05/04/2021
JU_T_0081	CONCHO	TRANSPORTE	2do Hito	Pool Inza	Satelital	Satelital	09/04/2021
JU_T_0043	SAN JOSE DE QUERO	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	12/04/2021
JU_T_0055	EL ROSARIO	TRANSPORTE	2do Hito	DAVID C.	Satelital	Satelital	13/04/2021
JU_T_0019	PUCARA	TRANSPORTE	2do Hito	Marco Julca	Satelital	Satelital	15/04/2021
JU_T_0012	HUALHUAS	TRANSPORTE	2do Hito	Carlos Chavez	Satelital	Satelital	27/04/2021
JU_T_0050	JAUJA	TRANSPORTE	2do Hito	Omar Barja	Satelital	Satelital	30/04/2021

**Nota.** Elaboración Propia.

De acuerdo a la figura 8, se presenta la programación de los 27 nodos, de las cuales, en el mes de marzo 2021, se realizarán 17 nodos y 10 nodos en el mes de abril 2021, asimismo, el tipo de contrata, para este caso de estudio son propios de la empresa, cabe indicar que cuenta con una capacidad de 30 nodos, por lo que a partir de la liberación de los hitos de entrega mayores a 30, se evaluará con contrataciones externas.

Se anexa el Plan de Requerimiento de Materiales, la cual consta del segundo hito presenta la proyección de abastecimiento de materiales del segundo hito con proyección de los 27 nodos, se programa de acuerdo a las semanas de ejecución, para este caso, el nodo contempla 06 semanas de ejecución, pero en el requerimiento se programa en base a 05 semanas para evitar paros no programados en el desarrollo de partidas. De la misma manera, se considera un lote en el proceso de abastecimiento como el requerimiento de un nodo.

Con este sistema de abastecimiento y control de inventarios por lote (1 nodo) y cantidad total, que pertenece a la última implementación del Sistema MRP, en base a ello, se realizará la medición post implementación, mediante el análisis y tratamiento de resultados e información.

#### **4.2. Resumen de Resultados de la Hipótesis**

A continuación, se detalla el resumen de las hipótesis propuestas de nuestra investigación a partir de la implementación propuesta.

**Tabla 32.***Resumen de Hipótesis.*

<b>Hipótesis</b>	<b>Resultado</b>	<b>Estado</b>
H1: Se reduce los días de ejecución de los nodos con tipo de red transporte en la región Junín y se optimiza el nivel de entregas programadas.	Se reduce los días de ejecución promedio de 146 a 54, se reduce un 37% respecto a la situación inicial, con este resultado, se optimiza los niveles de entrega en los nodos con tipo de re transporte de la región Junín, 2021, asimismo, se logra estar dentro del rango permitido.	Se confirma la hipótesis 1, ya que permite que se cumpla nuestro objetivo 1, que es reducir los días de ejecución del nodo a partir de la implementación del sistema MRP.
H2: Se optimiza los niveles de entrega a partir de la implementación del plan de producción, logrando reducir las partidas no planificadas.	Se logra la reducción de la mala planificación en las partidas que contempla el proceso de construcción del nodo, desde 30% a 3%, logrando partidas ejecutadas sin retraso.	Se logra satisfacer la hipótesis 2 de nuestra investigación, que es realizar una correcta planificación para optimizar los niveles de entrega de los nodos en la región Junín.
H3: Se reducen los quiebres de stock de materiales, herramientas y equipos, a partir del plan de requerimiento de materiales (MRP), para optimizar los niveles de entrega en los nodos con tipo de red de transporte.	Se reduce los quiebres de stock de materiales, equipos y herramientas en un 31%, logrando tener continuidad en la programación de actividades y tareas del nodo.	Se realiza la confirmación de la hipótesis 3, logrando reducir los quiebres de stock mediante el plan de requerimiento de materiales, con esto se cumple el objetivo 2 de nuestra investigación.

**Nota.** Elaboración Propia.

## **Cuadro de control de seguimiento de Obra**

De acuerdo a la implementación del MRP, es necesario, realizar el cuadro de control de avance de obra de los nodos programados, con el objetivo de fiscalizar y auditar la planificación. Por ello, en el siguiente gráfico, se evidencia el cuadro de seguimiento de avance de obra, que contempla las partidas de cada área macro del nodo.

**Figura 9:**  
Cuadro de Control de avance de Obra.

CODIGO	NOMBRE	HITO	FECHA DE INICIO	ESTRUCTURAS	ARQUITECTURA	ISS	IIEE	SPAT	I SEGURIDAD	DIAS DE EJECUCION SEGÚN CRONOGRAMA	FECHA FIN
				AVANCE (%)	AVANCE (%)	AVANCE (%)	AVANCE (%)	AVANCE (%)	AVANCE (%)		
JU_T_0011	HUACRAPUQUIO	2do Hito	03/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	48 dias	20/04/2021
JU_T_0010	EL TAMBO	2do Hito	05/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	60 dias	04/05/2021
JU_T_0053	ATAURA	2do Hito	06/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	47 dias	22/04/2021
JU_T_0080	SINCOS	2do Hito	08/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	48 dias	25/04/2021
JU_T_0071	PACA	2do Hito	10/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	45 dias	24/04/2021
JU_T_0052	APATA	2do Hito	13/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	62 dias	14/05/2021
JU_T_0025	SAPALLANGA	2do Hito	15/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50 dias	04/05/2021
JU_T_0042	ORCOTUNA	2do Hito	15/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50 dias	04/05/2021
JU_T_0127	TRES DE DICIEMBRE	2do Hito	17/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55 dias	11/05/2021
JU_T_0069	MUQUI	2do Hito	20/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	78 dias	06/06/2021
JU_T_0032	CHAMBARA	2do Hito	22/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50 dias	11/05/2021
JU_T_0058	HUARIPAMPA	2do Hito	23/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66 dias	28/05/2021
JU_T_0027	SANTO DOMINGO DE ACOBAMBA	2do Hito	25/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75 dias	08/06/2021
JU_T_0022	SAN AGUSTIN	2do Hito	27/03/2021	98,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	48 dias	14/05/2021
JU_T_0004	CHICCHE	2do Hito	28/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55 dias	22/05/2021
JU_T_0038	MUCLLO	2do Hito	28/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	45 dias	12/05/2021
JU_T_0037	SAN MIGUEL	2do Hito	29/03/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	46 dias	14/05/2021
JU_T_0125	ISCOS	2do Hito	01/04/2021	1000,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	45 dias	16/05/2021
JU_T_0060	JANJAILLO	2do Hito	02/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	52 dias	24/05/2021
JU_T_0123	HUACHAC	2do Hito	03/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	46 dias	19/05/2021
JU_T_0041	SANTO DOMINGO DEL PRADO	2do Hito	05/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	48 dias	23/05/2021
JU_T_0081	CONCHO	2do Hito	09/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	45 dias	24/05/2021
JU_T_0043	SAN JOSE DE QUERO	2do Hito	12/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	52 dias	03/06/2021
JU_T_0055	EL ROSARIO	2do Hito	13/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	76 dias	28/06/2021
JU_T_0019	PUCARA	2do Hito	15/04/2021	96,27%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	65 dias	19/06/2021
JU_T_0012	HUALHUAS	2do Hito	27/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50 dias	16/06/2021
JU_T_0050	JAUIJA	2do Hito	30/04/2021	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59 dias	28/06/2021

De acuerdo a la figura 9, se detalla los 27 nodos del segundo hito, indicando las áreas macro del proceso constructivo, logrando alcanzar el 100% en su avance programado, de esta manera, se realiza en control y seguimiento de las partidas planificadas en cada área macro, logrando realizar una gestión sostenible a partir del sistema MRP.

Para representar el impacto de mejora se detalla la etapa pre-implementación la duración de días de los nodos en todo el proceso constructivo.

**Tabla 33.**

*Resumen de la etapa pre de ejecución de nodos.*

CÓDIGO	NODO	DIAS EJECUTADOS
JU_T_0084	JUNIN	138
JU_T_0023	SJ TUNAN	162
JU_T_0045	LA MERCED	202
JU_T_0090	LLAYLLA	205
JU_T_0101	TARMATAMBO	96
JU_T_0009	CULLHAS	85
JU_T_0018	PILCOMAYO	256
JU_T_0074	PARCO	125
JU_T_0072	PACCHA	145
JU_T_0061	JULCAN	112
JU_T_0059	HUERTAS	96
JU_T_0078	SP CHUNAN	86
JU_T_0054	HCCA CHICO	78
JU_T_0044	SANTA ROSA	215
JU_T_0103	HUARICOLCA	196
<b>Promedio</b>		<b>146 días</b>

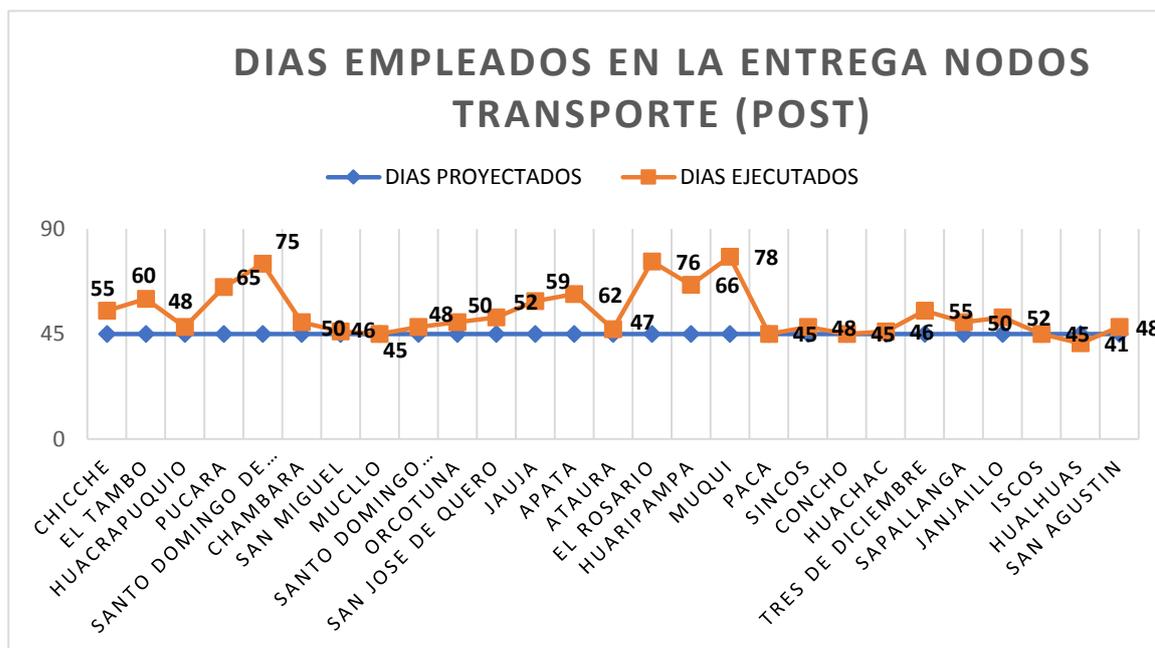
**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 33, en la ejecución del primer hito se muestra un promedio de 146 días, las cuales pertenecen a la etapa pre implementación del sistema MRP.

Asimismo, en la siguiente tabla se detalla, los días empleados en la ejecución del nodo con tipo de red transporte, como etapa post implementación se representa de la siguiente manera.

**Tabla 34.**

*Resumen de la etapa post de ejecución de nodos.*



**Nota.** Elaboración Propia.

De la tabla 34, con la implementación del MRP, se logra reducir un promedio de 146 a 54 días de ejecución, que representa un 37% de reducción de días, logrando optimizar el nivel de entrega en los nodos con tipo de red transporte.

Esta mejora va de la mano, con la optimización de la planificación de actividades que se realizaron dentro de la implementación del programa maestro de producción, logrando reducir la mala planificación en las diferentes áreas. Para presentar mejor los resultados, en la siguiente tabla, se evidenciará el estado inicial de la mala planificación en los nodos del primer hito de entrega.

**Tabla 35.**

*Etapas Pre de la Planificación Inicial del primer hito.*

ÁREA DEL PROYECTO	Total Partidas	Total Planificadas	No Planificados	% No Planificado
ESTRUCTURAS	47	38	9	19%
ARQUITECTURA	11	7	4	36%
INSTALACIONES SANITARIAS	8	7	1	13%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	18	11	7	39%
SISTEMA PUESTA A TIERRA	24	17	7	29%
SISTEMA DE SEGURIDAD	17	10	7	41%
Total	125	90	35	30%

**Nota.** Elaboración Propia.

Según la tabla 35, representa al estado inicial del proceso de construcción del nodo, se identifica que se tiene un 30% de actividades no Planificadas a tiempo, las cuales elevaron los tiempos en la entrega del primer hito.

En la siguiente tabla, se evidenciará la etapa post implementación, a las cuales, mediante el plan maestro de producción y plan de requerimiento de materiales, se detalla lo siguiente.

**Tabla 36.**

*Etapa Post de la Planificación Inicial del segundo hito.*

ÁREA DEL PROYECTO	Total Partidas	Total Planificadas	No Planificados	% No Planificado
ESTRUCTURAS	47	43	4	9%
ARQUITECTURA	11	11	0	0%
INSTALACIONES SANITARIAS	8	8	0	0%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	18	17	1	6%
SISTEMA PUESTA A TIERRA	24	24	0	0%
SISTEMA DE SEGURIDAD	17	16	1	6%
Total	125	119	6	3%

**Nota.** Elaboración Propia.

De la tabla 36, se detalla un gran impacto en la reducción de la mala planificación de un 30% a 3%, logrando ejecutar las partidas según cronograma de avance.

De la misma manera, se presenta también la reducción de los quiebres de stock, en los materiales, de las cuales en la etapa pre implementación se tenía en la siguiente tabla.

**Tabla 37.**

*Etapa Pre de quiebre de stock de materiales.*

ÁREA DEL PROYECTO	Cantidad Total	Cantidad Quiebre Stock	% Quiebre Stock
ESTRUCTURA	25	14	56%
ARQUITECTURA	6	3	50%
INSTALACIONES	32	17	53%
CONSUMIBLE	2	1	50%
OTROS	14	10	71%
Total	<b>80</b>	<b>31</b>	<b>39%</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

En la tabla 37, se presenta los quiebres o roturas de stock con un promedio de 39% en las diferentes áreas macro como Estructura, Arquitectura, Instalaciones, Consumibles y Otros que pertenecen al proceso de construcción del nodo.

De la misma manera, se presenta la etapa post de los quiebres de stock luego de la implementación del Sistema MRP.

**Tabla 38.**

*Etapa Post de quiebre de stock de materiales.*

ÁREA DEL PROYECTO	Cantidad Total	Cantidad Quiebre Stock	% Quiebre Stock
ESTRUCTURA	25	4	16%
ARQUITECTURA	6	0	0%
INSTALACIONES	32	2	6%
CONSUMIBLE	2	0	0%
OTROS	14	0	0%
Total	<b>80</b>	<b>6</b>	<b>8%</b>

**Nota.** Elaboración Propia.

De la tabla 38, luego de la implementación del sistema MRP, se tiene un promedio total de 8% de quiebre de stock, de los cuales se ha reducido más del 31% de manera general en las rupturas de materiales, y más del 100% en las áreas de Arquitectura, Consumibles y Otros.

De esta manera se garantizó mediante la implementación del sistema MRP, cumplir con la proyección de entrega en los nodos con tipo de red transporte, logrando garantizar confianza con el cliente, mejorando y optimizando nuestros niveles de planificación, abastecimiento en la reducción de días de entrega de los nodos que contemplan el segundo hito.

## DISCUSIONES

En toda implementación del sistema MRP, es necesario evaluar el estado de situación actual de la problemática real, comprender la cadena de suministro ayudará a proponer mejores planes de acciones y soluciones para mitigar los problemas que hacen ineficientes los procesos. Es importante también definir el proceso de producción, ya que todo partirá de la duración de las actividades para programar el abastecimiento con la mano de los pedidos del área comercial, en ese sentido, en la investigación de Villavicencio (2019), en su tesis “Mejora en el Proceso de Planeamiento y Control de la Producción en una empresa de Fundición”, la cual su efecto de mejora se centra en el análisis de demanda para la planificación de los productos a producir y no tener esperas en las entregas con los clientes, para nuestra investigación no requiere un análisis de demanda ya que nuestra producción se basa a partir de la liberación de la agenda programada por hitos de entrega, y al tener un solo producto que es el nodo con tipo de red de transporte estándar para todas las zonas, nuestro objetivo es planificar a tiempo con el abastecimiento, logrando programar 27 nodos en simultaneo, si bien es cierto, ambas investigaciones se basan en el control de producción enfocadas al cumplimiento de entrega con el cliente.

Ordinola (2006), en su investigación “Análisis, Diagnostico y propuesta de mejora del sistema de planeamiento y control de operaciones en el sector pecuario”, a partir de un sistema MRP, aplica el método de la identificación de cuello de botella, de las cuales los quiebres de stocks constantes ocasionaban retrasos en la entrega de los productos finales, aplican la lista de materiales de cada componente del producto para consolidarlo en una lista y realizar el plan mensual de compras, de esta manera logran reducir los quiebre de stock y permite la optimización en la entrega a los clientes finales, esta aplicación se asemeja a nuestra propuesta de valor dentro de la problemática actual, ya que para evitar los quiebres de stock se realiza la lista de materiales, equipos, herramientas y maquinarias, para lograr una óptima planificación de las actividades dentro de nuestro proceso productivo, se deduce que su plan aplicado no es sostenible, ya que el realizar solo la lista de materiales, a largo plazo traería paradas por faltantes de materiales, equipos y otros, en nuestro caso, es sostenible ya que al definir esta lista adicional estaríamos proyectando la mejora continua a largo plazo.

Lescano (2015), en su investigación “Propuesta de Implementación de un Modelo de Sistema de MRP para mejorar el sistema de producción en una empresa Procesadora de Licores”, el autor plantea que para la implementación realizó un plan maestro de

producción a partir del plan de requerimiento de materiales, con ello, realizará la programación de la lista de productos a producir de acuerdo a los pedidos de los clientes, de esta manera el autor, realiza su implementación sostenible, al igual que nuestra investigación, es importante para un sistema MRP, definir el plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales, con ello, se tendrá mayor consistencia en la cadena de abastecimiento y producción.

## CONCLUSIONES

Con la investigación del Sistema de Plan de Requerimiento de Materiales, en el proceso de construcción de nodos con tipo de red transporte en la región Junín 2021, se logra la reducción de ejecución de 146 a 54 días promedio, en los nodos aplicados en la entrega del segundo hito.

La implementación del Plan Maestro de Producción, reduce significativamente la mala planificación en las partidas del proceso constructivo del nodo logrando minimizar de un 30% a 3%, de esta manera se mitiga las partidas ejecutadas fuera de tiempo.

La implementación del Plan de Requerimiento de Materiales, reduce los quiebres de stock en los materiales, herramientas y equipos, de un 39% a 8%, logrando significativamente un cambio que se refleja en la optimización del nivel de entrega de los nodos con tipo de red transporte.

Al implementar un sistema MRP, se obtiene una definición más específica de los procesos que contempla el área comercial, logística y operaciones, logrado tener tiempos de respuesta rápidas para detectar errores y tomar acciones correctivas a tiempo.

El definir el proceso de construcción del nodo, permitió conocer cada componente de la partida, ya sea en material y tiempo de ejecución, con esto obtuvimos mayor conocimiento para aplicar cambios en la programación de producción.

## RECOMENDACIONES

Al aplicar una implementación en la optimización de la planificación, es necesario realizar una evaluación previa y medición de la situación actual, para que luego de la implementación se pueda comparar el cambio pre y post.

Al implementar un sistema MRP, es imprescindible analizar la entrada, es decir, el área comercial, ya que, a partir de ello, se evaluará la implantación de plan maestro de producción y plan de requerimiento de materiales.

Se recomienda también que en la implementación de un plan maestro de producción se detalle lo máximo posible cada componente proceso y sub proceso respecto al tiempo de duración, con ello, se definirá el rango de los tiempos estimados que conllevará ejecutar dicho proceso y sub proceso.

Dentro de la lista de materiales es necesario realizar un mapeo de todos los materiales que involucren a la producción del producto final, eso significa, tener en cuenta desde las herramientas, equipos y maquinarias.

Para finalizar, se recomienda que ante todo proyecto de mejora siempre se encontrara resistencia al cambio, por lo que se tiene que manejar con calma, tratar y convencer que los resultados se encuentran a largo plazo, con un manejo constante de indicadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz, G. Propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento y compras en la empresa importadora Jet Import S.A.C, Venezuela-Junio del 2014. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2014. 72 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8349\\_VOL1.pdf](http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8349_VOL1.pdf)

Anco, A. Propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento y compras en la empresa importadora jet Import S.A.C, Lima, noviembre del 2015. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2015. 2018 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620852/UPC%20Cybertesis%20U710979\\_Any%20Harold%20Ancco%20Chiclla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620852/UPC%20Cybertesis%20U710979_Any%20Harold%20Ancco%20Chiclla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Barrios, J. Propuesta de mejoramiento del proceso de compras, teniendo en cuenta su integración con los procesos comercial y planeación de producción para la empresa Artprint LTDA. Bogotá, junio del 2012. Tesis (Título de pregrado de Ingeniería industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2012. 2012 – pp. [Fecha de consulta]: 27/02/2022. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/13637?mode=full>

Albornoz, G y Hernández, S Modelo de un Sistema de MRP Cerrado Integrando Incertidumbre en los tiempos de entrega, disponibilidad de la Capacidad de Fabricación e Inventarios. Colombia, 2011. Tesis (Título de grado para magister en ingeniería administrativa). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2011. 2011, 216 pp. [Fecha de consulta]: 27/02/2022]. Disponible en: [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8524/Modelo\\_de\\_un\\_sistema\\_MRP\\_cerrado\\_integrando\\_incertidumbre\\_en\\_los\\_tiempos\\_de\\_entrega%2C\\_disponibilidad\\_de\\_la\\_capacidad\\_de\\_fabricaci%C3%B3n\\_e\\_inventarios.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8524/Modelo_de_un_sistema_MRP_cerrado_integrando_incertidumbre_en_los_tiempos_de_entrega%2C_disponibilidad_de_la_capacidad_de_fabricaci%C3%B3n_e_inventarios.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Escalante, O. Mejoramiento del proceso de gestión de compras e inventarios en una empresa distribuidora de productos farmacéuticos y de consumo masivo, Arequipa-Perú 2017. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, 2017. 2017, 168 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3378/Ilcaeso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carreño, A. (Ed). I Lima: Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú 2011 [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/ciencias-e-ingenieria-/153-logistica-de-la-a-a-la-z.html>

Velásquez, O. Propuesta de modelo de gestión de compras para una empresa del rubro de mantenimiento de maquinaria pesada, Lima-Perú 2012. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2012. 2012, 101 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/303419/velasquez\\_nr-pub-delfos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/303419/velasquez_nr-pub-delfos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Delgado, LA, Propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento y comercialización de la empresa Leaders in Import SAC, Lima, Perú, 2019. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2019. 2019, 101 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625501/D%c3%a1vilaD\\_L.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625501/D%c3%a1vilaD_L.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Espino, E. Implementación de mejora en la gestión compras para incrementar la productividad en un Concesionario de alimentos, Lima, Perú, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2016. 2016, 120 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/09370154-ceb0-492d-9880-e54164e77a42/content>

Ruiz, E. ¿Es el coronavirus estacional? ¿Depende de la interpretación de los resultados? [En línea]. España 8 de febrero de 2021 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://theconversation.com/es-el-coronavirus-estacional-depende-de-la-interpretacion-de-los-resultados-154281>

Gómez, J...Gestión Logística y Comercial. España: McGraw-Hill Interamericana de España-2013 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448193636.pdf>

González, C. Estudio de la cadena de abastecimiento del restaurante El Antojo Manabita, para generar la optimización de recursos, ubicado en la ciudad de Quito, periodo 2013-2014. Tesis (INGENIERO COMERCIAL EN LOGÍSTICA Y OPERACIONES). Quito: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, 2014. 146 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1035>

Gutiérrez C. Logística de aprovisionamiento. Madrid: Síntesis, 2018. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788491711780.pdf>

Handfield, R. Introduction to Supply Chain Management. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 1999. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://www.oracle.com/lad/scm/solutions/complete-guide-to-modernscm/?source=:ad:pas:go:dq:a\\_lad:71700000087074662587000074136676\\_02p66564945520:RC\\_WWMK160606P00146:MainBroadAd&SC=:ad:pas:go:dq:a\\_lad::RC\\_WWMK160606P00146:MainBroadAd:&gclid=Cj0KCQiA3yQBhD3ARIsAHuHT64I14ynKeCc1PLv5QdOQvbDVJfJGEmtW2DnEO568RpA5iEmCFUzS9saAmPdEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://www.oracle.com/lad/scm/solutions/complete-guide-to-modernscm/?source=:ad:pas:go:dq:a_lad:71700000087074662587000074136676_02p66564945520:RC_WWMK160606P00146:MainBroadAd&SC=:ad:pas:go:dq:a_lad::RC_WWMK160606P00146:MainBroadAd:&gclid=Cj0KCQiA3yQBhD3ARIsAHuHT64I14ynKeCc1PLv5QdOQvbDVJfJGEmtW2DnEO568RpA5iEmCFUzS9saAmPdEALw_wcB&gclsrc=aw.ds)

Hanke, J. (Quinta ed.). Pronósticos en los negocios. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 1996. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/24752840/Pronostico\\_en\\_Los\\_Negocios\\_Hanke\\_Reitsch](https://www.academia.edu/24752840/Pronostico_en_Los_Negocios_Hanke_Reitsch)

Hernández, R. (Sexta Ed) Metodología de la Investigación. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V., 2014. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Kraljic, Peter. "Purchasing Must Become Supply Management". Harvard Business Review 1983. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://hbr.org/1983/09/purchasing-must-become-supply-management>

Heizer, J. (Séptima ed.). Principios de Administración de Operaciones. México: Pearson Education. 2009. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación.

Lescano, A. Propuesta de implementación de un Modelo de Sistema de MRP II para mejorar el Sistema de Producción de la empresa Procesadora de Licores Lozano SAC, TRUJILLO – PERÚ 2015. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad privada del norte, 2015. 14 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10180/Lescano%20Amaya%20Jos%c3%a9%20Danilo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Torres, M. Gestión de stock Excel como herramienta de análisis. Madrid: Díaz de Santos S.A.2008. [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788728.pdf>

Natera, C. Implementación de un Sistema MRP para la Empresa Bioplast de Antioquía S.A.S. [En línea] Medellín Instituto Universitaria Politécnico Gran colombiano, 2015. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en:

<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1149/Documento%20-%20Poyecto%20Final.pdf?sequence=1>

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). Metodología de la Investigación.

OSCE. Ley de Contrataciones del Estado y Reglamento. Obtenido de Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado. [En línea] Ley de Contrataciones del Estado y Reglamento. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://portal.osce.gob.pe/osce/content/ley-de-contrataciones-del-estado-y-reglamento>

Otero, Diseño de una propuesta de gestión de abastecimiento e inventarios para un astillero en Colombia, Colombia 2014. Tesis (Titulo degradado para Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad nacional de Colombia, 2012. 72 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11562>

Ordinola, A. Análisis, Diagnóstico y Propuesta de mejora del Sistema de Planeamiento y Control de Operaciones de una empresa del sector pecuario, Perú, Lima, 2008. Tesis (Titulo para Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Católica del Perú, 2008. 81 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/300/ORDINOLA\\_A\\_ANA\\_AN%c3%81LISIS\\_DIAGN%c3%93STICO\\_Y\\_PROPUUESTA\\_DE\\_MEJORA\\_DEL\\_SISTEMA\\_DE\\_PLANEAMIENTO\\_Y\\_CONTROL\\_DE\\_OPERACIONES\\_DE\\_UNA\\_EMPRESA\\_DEL\\_SECTOR\\_PECUARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/300/ORDINOLA_A_ANA_AN%c3%81LISIS_DIAGN%c3%93STICO_Y_PROPUUESTA_DE_MEJORA_DEL_SISTEMA_DE_PLANEAMIENTO_Y_CONTROL_DE_OPERACIONES_DE_UNA_EMPRESA_DEL_SECTOR_PECUARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pardo, L. Mejora en el Proceso de Planeamiento y Control de la Producción de la Empresa de Fundición Metalurgia del Fierro y Cobre S.R.L, Lima, 12 de Setiembre del 2019. (Título para Ingeniero Industrial). Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2019. 258 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628046/Pardo\\_V\\_L.pdf?sequence=11&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628046/Pardo_V_L.pdf?sequence=11&isAllowed=y)

Parra, F. (3° ed.) Gestión de Stocks. Madrid, España: ESIC Editorial. 2005 [En línea]. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://www.marcialpons.es/libros/gestion-de-stocks/9788473564298/>

Ramos, R. Mejora de la Eficiencia en el Suministro de Materiales para Viviendas Prefabricadas mediante la Utilización del Sistema MRP GUATEMALA, ABRIL DE 2007. (Título para Ingeniero Industrial). Guatemala UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2007. 125 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1806\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1806_IN.pdf)

Domínguez, P. Introducción a la Gestión Empresarial [En línea]. Madrid. Instituto europeo de gestión empresarial, 2018 [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/chkn/introduccion-a-la-gestionempresarial-pedro-rubio-dominguez>

Supo, F. Mejora del sistema de gestión de abastecimiento y stock de una empresa constructora, 2016. AREQUIPA – PERÚ 2018. (Título para Ingeniero Industrial). Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA, 2016. 187 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7016/IIsupuk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Supo, J. (2012). Seminarios de Investigación Científica Sinopsis del libro 2012. In Seminarios de Investigación Científica. [www.seminariodeinvestigacion.com](http://www.seminariodeinvestigacion.com).

Ulloa, H. Modelo de inventario para disminuir costos de inventario en el área de compras de la Distribuidora Droguería Las Américas S.A.C. TRUJILLO – PERÚ 2019. (Título para Ingeniero Industrial). Trujillo Universidad cesar vallejo, 2019. 91 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41436/Ulloa\\_SHY-Vasquez\\_MCY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41436/Ulloa_SHY-Vasquez_MCY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Valdés, A. (Cuarta ed.). ADMINISTRACIÓN LOGISTICA [En línea] .Lima, Perú: Ediciones SAGSA. 1989. [fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://issuu.com/log360/docs/logistica360\\_edicion12\\_dic2014\\_59d38ef5ef11a3](https://issuu.com/log360/docs/logistica360_edicion12_dic2014_59d38ef5ef11a3)

ZEVALLOS SANTILLAN, Enrique; CRUZADO BURGA, José y AVALOS RIVERA, Ruth. COVID-19; Perú a los 100 días, breve observación de una pandemia que pone en serio aprietos a la salud pública mundial. Rev Med Hered [en línea]. 2020, vol. 31, n.4 pp. 287-289. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2020000400287&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2020000400287&lng=es&nrm=iso).

Zambrano, G. GESTIÓN POR PROCESOS [En línea]. Un principio de la gestión de calidad. Manta: Mar Abierto.2017. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://issuu.com/marabierto/learn/docs/gestion\\_por\\_procesos](https://issuu.com/marabierto/learn/docs/gestion_por_procesos)

Chopra, S. (Quinta ed.). Administración de la cadena de suministro [En línea] México: Pearson Educación. 2017. [fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/32054312/Administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ed\\_Sunil\\_Chopra\\_y\\_Peter\\_Meindl](https://www.academia.edu/32054312/Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ed_Sunil_Chopra_y_Peter_Meindl)

CSCMP. Council of Supply Chain Management Professionals. (2013) [En línea] [fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx)

CSCMP.SUPPLY CHAIN MANAGEMENT TERMS AND GLOSARY. (Agosto de 2013. [En línea] [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx)

Díaz C. Propuesta de mejora a la gestión de abastecimiento para la empresa Chile S.A, PUERTO MONTT – CHILE 2017.Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chile: Universidad austral de chile ,2017. 123 pp. [Fecha de consulta: 27/02/2022]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcid542p/doc/bpmfcid542p.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia.

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u></p> <p>¿Cuánto es la variación en la optimización del nivel de entrega de los nodos tipo de red de transporte con la implementación de un sistema de MRP en el 2021?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Optimizar los tiempos de entrega en la ejecución de obras civiles mediante la Implementación de un Sistema de MRP, para la ejecución de los nodos tipo red de transporte en la Región Junín, 2021.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></p> <p>La implementación de un Sistema MRP, permitirá la optimización del nivel de entrega en la entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín, 2021.</p>	<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></p> <p>Implementación de un Sistema MRP.</p>	<p>Nivel de Inventarios óptimos.</p> <p>Reducir el tiempo de entrega de los nodos.</p>	<p><u>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</u></p> <p>Científico.</p> <p><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u></p> <p>Aplicada.</p> <p><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</u></p> <p>Explicativo.</p> <p><u>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</u></p> <p>Experimental.</p> <p><u>POBLACIÓN</u></p> <p>Total de 350 nodos tipo red de transporte.</p> <p><u>MUESTRA</u></p> <p>Ejecución de 15 nodos tipo red de transporte.</p>
<p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></p> <p>a) ¿Cuál sería la reducción en los tiempos de entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín, 2021?</p> <p>b) ¿Cuánto se reducirá la mala planificación con la implementación del sistema MRP?</p> <p>c) ¿Cuál es la influencia y variación en la implementación de un sistema de MRP para reducir los quiebres de stock en la ejecución de obras civiles de los nodos tipo red de transporte en la región Junín, 2021?</p>	<p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <p>a) Evaluar y analizar la reducción de tiempos en la entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín, 2021.</p> <p>b) Evaluar y mejorar el sistema de planificación a partir del sistema MRP, para la optimización del nivel de entrega de los nodos, 2021.</p> <p>c) Evaluar y analizar la reducción de los quiebres de stock en los inventarios, mediante el suministro de materiales para la optimización de ejecución de las obras civiles en los nodos de red tipo transporte en la región Junín, 2021.</p>	<p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u></p> <p>a) Implementando el Sistema MRP, se logrará reducir los tiempos de entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín 2021.</p> <p>b) Implementando la correcta planificación, se logrará la optimización en los niveles de entrega en la ejecución de los Nodos tipo Red Transporte en la Región Junín 2021.</p> <p>c) Reduciendo los quiebres de stock, se obtendrá la optimización en los niveles de inventarios mediante el suministro de materiales para la optimización de ejecución de las obras civiles en los nodos de red tipo transporte en la región Junín, 2021.</p>	<p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></p> <p>Optimización del nivel de entrega de los nodos tipo red de transporte en la región Junín 2021.</p>	<p>Optimizar la planificación de actividades en las áreas del proceso constructivo.</p> <p>Reducir quiebres de Stock.</p>	

## Anexo 2.

Entrega del Nodo Pilcomayo a PRONATEL.



## Anexo 3.

Abastecimiento de Materiales del nodo con tipo de red Transporte.



#### **Anexo 4.**

Visita a los nodos para conformidad de tareas.



#### **Anexo 5.**

Instalación de portón metálico del nodo.



## Anexo 6.

Acabados exteriores del nodo.



## Anexo 7.

Acabado posterior del nodo transporte.



**Anexo 8.**

Acabado interiores del Nodo transporte.



## Anexo 9. Interiores del nodo transporte- Sala Generador Eléctrico.

Encuesta de operatividad en la optimización de entrega para los nodos Tipo Red Transporte					
<b>1 COMERCIAL</b>					
	>135 días	80 -100 días	60 -80 días	50 -60 días	<45 días
En cuánto tiempo se entregaron los nodos del primer hito	x				
	50 a 55%	45 a 50%	40 a 45%	35 a 40%	30 a 35%
En cuánto tiempo se puede mejorar	x				
	50 a 55%	45 a 50%	40 a 45%	35 a 40%	30 a 35%
Qué cantidad de tiempo de espera innecesaria existen		x			
<b>2 PLANEAMIENTO</b>					
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
Se planifica el abastecimiento de materiales	x				
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
Se consideran la merma en las materiales utilizados		x			
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
Se programan las partidas de acuerdo a la llegada de materiales	x				
<b>3 LOGISTICO</b>					
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
Se llevan control de inventarios		x			
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
Se tienen niveles de alertas de stock de seguridad		x			
<b>4 OPERATIVO</b>					
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
La cuadrilla está completa de acuerdo a la planificación de tareas		x			
	>7	6 a 7	5 a 6	2 a 3	<1
Cuántas herramientas faltan en la obra			x		
	nunca	pocas veces	a veces	casi siempre	siempre
Las herramientas están disponibles(útiles)			x		
	>7	6 a 7	5 a 6	2 a 3	<1
Cuántas veces limpia y ordena su área en el turno					x

## Anexo 10. Lista de Materiales del Nudo con Tipo de Red Transporte.

CÓDIGO	MATERIAL	UM	TIPO	CANTIDAD SOLICITADO
0201030001	GASOLINA	gal	CONSUMIBLE	0,38
2010300010005	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	CONSUMIBLE	13,69
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	ESTRUCTURA	0,07
2040100010003	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	ESTRUCTURA	109,00
2040100010004	ALAMBRE FIERRO GALVANIZADO N° 16	kg	ESTRUCTURA	0,16
2040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	ESTRUCTURA	96,33
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	ESTRUCTURA	1.336,04
2040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg	ESTRUCTURA	500,62
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	ESTRUCTURA	0,14
2041200010010	CLAVOS 3"	kg	ESTRUCTURA	3,33
2041200020003	CLAVO C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	5,33
2041200020004	CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	18,68
2041200020005	CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	ESTRUCTURA	0,92
0204180009	PLANCHA COMPACTADORA 4 HP	hm	ESTRUCTURA	0,63
0204180010	PLANCHA COMPACTADORA 5.8 HP	hm	ESTRUCTURA	15,82
0204240030	SOPORTES	und	ESTRUCTURA	38,58
2050100010002	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	INSTALACIONES	46,39
2050100010004	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1" X3 m (25 mm)	und	INSTALACIONES	20,84
2050100010008	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1 1/2" X3 m	und	INSTALACIONES	19,71
2050400010010	CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS	und	INSTALACIONES	56,70
2050700020024	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 1/2" X5 M	m	INSTALACIONES	31,59
2050700020028	TUBERIA PVC SAP NEGRA 3"	und	INSTALACIONES	2,10
2050900020008	CODOS PVC 90° SAL ° 4"	und	INSTALACIONES	1,58
2050900020009	CODOS PVC 90° SAL 2"	und	INSTALACIONES	8,40
2051000010018	CODO PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	30,37
2051000010019	CODO PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	0,58
2051000020007	CODO PVC DESAGUE DE 45 X2"	und	INSTALACIONES	0,61
2051000020008	CODO PVC 2" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	0,21
2051000020009	CODO PVC 4" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	0,76
2051100010016	TEE PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	1,58
2051100010017	TEE PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	2,86
2051700010015	CURVA PVC ELECTRICA SAP 3/4"	pza	INSTALACIONES	97,33
2051700010016	CURVA PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	39,07
2051700010017	CURVA PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	36,96
2051900050004	ADAPTADOR PVC SAP 1/2"	pza	INSTALACIONES	10,50
2052200020007	UNION UNIVERSAL PVC SAP C/R DE 1/2"	pza	INSTALACIONES	8,40
2052300010045	REDUCCION PVC DESAGUE 4" A 2"	pza	INSTALACIONES	27,75
0206030003	UNION PVC SAP 3/4"	und	INSTALACIONES	64,45
0206030004	UNION PVC SAP 1/2"	und	INSTALACIONES	27,83
0206030005	UNION PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	18,23
0206030006	UNION PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	17,25
0206070002	TEE SANITARIA PVC DES. 4"	pza	INSTALACIONES	40,76
0206150003	TRAMPA "P" 2" PARA DESAGUE	pza	INSTALACIONES	1,10
2061700010011	YEE PVC DESAGUE SAL 4"	unn	INSTALACIONES	0,94
2061700010012	YEE PVC DESAGUE SAL 2"	und	INSTALACIONES	2,10
2061700010013	YEE PVC SAL 2" x 2"	pza	INSTALACIONES	0,86
2061700010014	YEE PVC 4" x 2"	pza	INSTALACIONES	1,72
2061700010015	YEE PVC 4" DESAGUE PLUVIAL	pza	INSTALACIONES	0,48
2070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	ARQUITECTURA	8,61
2070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	ARQUITECTURA	2,12
2070100050003	PIEDRA MEDIANA DE 8"	m3	ARQUITECTURA	5,07
2070200010001	ARENA FINA	m3	ARQUITECTURA	3,00
2070200010002	ARENA GRUESA	m3	ARQUITECTURA	13,32
0207030001	HORMIGON	m3	ARQUITECTURA	14,97
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	ESTRUCTURA	0,24
0207070002	AGUA PARA LA OBRA	m3	ESTRUCTURA	8,32
0209010002	MARCO PARA VANO DE AIRE ACONDICIONADO	pza	ESTRUCTURA	1,05
0209010003	MARCO CORTAFUEGO	pza	ESTRUCTURA	1,05
2120300010006	CODO DE BRONCE DE 1/2" 90°	und	ESTRUCTURA	3,15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	ESTRUCTURA	371,06
2130300010002	YESO	bol	ESTRUCTURA	2,23
0215070002	TAPON FIERRO GALVANIZADO MACHO 1/2"	pza	ESTRUCTURA	3,15
2160200070005	LADR. ARCILLA HUECO 15 15X30X30 CM	und	ESTRUCTURA	148,00
2160200070008	LADRILLO ARCILLA KK TIPO IV 18 HUECOS 9 x 12.5 x 23cm	und	ESTRUCTURA	3.262,98
2191300010016	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	ESTRUCTURA	4,31

## Anexo 11. Sistema Kardex de la ejecución del primer hito.

MATERIAL	UM	TIPO	CANTIDAD SOLICITADO	STOCK ACTUAL	STOCK DISPONIBLE
GASOLINA	gal	CONSUMIBLE	5,16	8,00	2,84
GASOLINA 84 OCTANOS	gal	CONSUMIBLE	186,74	120,55	-66,19
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	ESTRUCTURA	0,95	1,00	0,05
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	ESTRUCTURA	1.421,79	1.550,00	128,21
ALAMBRE FIERRO GALVANIZADO N° 16	kg	ESTRUCTURA	2,15	3,15	1,00
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	ESTRUCTURA	1.256,45	650,00	-606,45
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	ESTRUCTURA	19.086,30	15.850,56	-3235,74
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg	ESTRUCTURA	7.151,77	8,30	-7143,47
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	ESTRUCTURA	1,89	3,00	1,11
CLAVOS 3"	kg	ESTRUCTURA	45,42	50,00	4,58
CLAVO C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	72,68	100,00	27,32
CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	254,76	225,00	-29,76
CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	ESTRUCTURA	12,48	15,00	2,52
PLANCHA COMPACTADORA 4 HP	hm	ESTRUCTURA	9,50	0,00	-9,50
PLANCHA COMPACTADORA 5.8 HP	hm	ESTRUCTURA	237,30	240,00	2,70
SOPORTES	und	ESTRUCTURA	526,05	355,25	-170,80
TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	INSTALACIONES	662,69	550,25	-112,44
TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1" X3 m (25 mm)	und	INSTALACIONES	297,66	300,00	2,34
TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1 1/2" X3 m	und	INSTALACIONES	281,58	300,00	18,42
CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS	und	INSTALACIONES	810,00	355,75	-454,25
TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 1/2" X5 M	m	INSTALACIONES	451,26	350,00	-101,26
TUBERIA PVC SAP NEGRA 3"	und	INSTALACIONES	30,00	55,00	25,00
CODOS PVC 90° SAL ° 4"	und	INSTALACIONES	22,50	50,00	27,50
CODOS PVC 90° SAL 2"	und	INSTALACIONES	120,00	121,00	1,00
CODO PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	433,85	88,00	-345,85
CODO PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	8,25	25,00	16,75
CODO PVC DESAGUE DE 45 X2"	und	INSTALACIONES	8,76	12,00	3,24
CODO PVC 2" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	3,00	5,00	2,00
CODO PVC 4" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	10,80	12,00	1,20
TEE PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	22,50	21,00	-1,50
TEE PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	40,80	35,00	-5,80
CURVA PVC ELECTRICA SAP 3/4"	pza	INSTALACIONES	1.390,39	26,00	-1364,39
CURVA PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	558,11	250,00	-308,11
CURVA PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	527,96	225,00	-302,96
ADAPTADOR PVC SAP 1/2"	pza	INSTALACIONES	150,00	120,00	-30,00
UNION UNIVERSAL PVC SAP C/R DE 1/2"	pza	INSTALACIONES	120,00	135,00	15,00
REDUCCION PVC DESAGUE 4" A 2"	pza	INSTALACIONES	396,45	350,00	-46,45
UNION PVC SAP 3/4"	und	INSTALACIONES	920,78	255,00	-665,78
UNION PVC SAP 1/2"	und	INSTALACIONES	397,59	260,00	-137,59
UNION PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	260,45	185,00	-75,45
UNION PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	246,38	25,00	-221,38
TEE SANITARIA PVC DES. 4"	pza	INSTALACIONES	582,30	600,00	17,70
TRAMPA "P" 2" PARA DESAGUE	pza	INSTALACIONES	15,75	12,00	-3,75
YEE PVC DESAGUE SAL 4"	unn	INSTALACIONES	13,44	30,00	16,56
YEE PVC DESAGUE SAL 2"	und	INSTALACIONES	30,00	25,00	-5,00
YEE PVC SAL 2" x 2"	pza	INSTALACIONES	12,26	8,00	-4,26
YEE PVC 4" x 2"	pza	INSTALACIONES	24,53	22,00	-2,53
YEE PVC 4" DESAGUE PLUVIAL	pza	INSTALACIONES	6,90	3,00	-3,90
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	ARQUITECTURA	123,00	55,00	-68,00
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	ARQUITECTURA	30,30	45,25	14,95
PIEDRA MEDIANA DE 8"	m3	ARQUITECTURA	72,47	55,20	-17,27
ARENA FINA	m3	ARQUITECTURA	42,87	35,00	-7,87
ARENA GRUESA	m3	ARQUITECTURA	190,34	250,00	59,66
HORMIGON	m3	ARQUITECTURA	213,89	220,00	6,11
AGUA PUESTA EN OBRA	m3	ESTRUCTURA	3,39	4,00	0,61
AGUA PARA LA OBRA	m3	ESTRUCTURA	118,81	120,00	1,19
MARCO PARA VANO DE AIRE ACONDICIONADO	pza	ESTRUCTURA	15,00	12,00	-3,00
MARCO CORTAFUEGO	pza	ESTRUCTURA	15,00	25,00	10,00
CODO DE BRONCE DE 1/2" 90°	und	ESTRUCTURA	45,00	26,00	-19,00
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	ESTRUCTURA	5.300,85	2.800,00	-2500,85
YESO	bol	ESTRUCTURA	31,80	23,50	-8,30
TAPON FIERRO GALVANIZADO MACHO 1/2"	pza	ESTRUCTURA	45,00	40,00	-5,00
LADR. ARCILLA HUECO 15 15X30X30 CM	und	ESTRUCTURA	2.114,31	1.800,00	-314,31
LADRILLO ARCILLA KK TIPO IV 18 HUECOS 9 x 12.5 x 23cm	und	ESTRUCTURA	46.614,00	20.000,00	-26614
TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	ESTRUCTURA	61,50	55,00	-6,50

## Anexo 12. Plan de Requerimiento de Materiales.

CÓDIGO	MATERIAL	UM	TIPO	CANTIDAD SOLICITADO	2do Hito Nodos	MERMA INCLUIDA	CANTIDAD TOTAL	LOTE 1 NODO	Programar por semana
0201030001	GASOLINA	gal	CONSUMIBLE	10,22	27,00	10%	11,24	0,38	SEMANA 1
2010300010005	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	CONSUMIBLE	369,74	27,00	10%	406,71	13,69	SEMANA 1
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	ESTRUCTURA	1,96	27,00	15%	2,25	0,07	SEMANA 1
2040100010003	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	ESTRUCTURA	2,943,10	27,00	15%	3.384,56	109,00	SEMANA 1
2040100010004	ALAMBRE FIERRO GALVANIZADO N° 16	kg	ESTRUCTURA	4,45	27,00	15%	5,11	0,16	SEMANA 2
2040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	ESTRUCTURA	2.600,84	27,00	15%	2.990,97	96,33	SEMANA 1
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	ESTRUCTURA	36.073,11	27,00	5%	37.876,76	1336,04	SEMANA 2
2040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg	ESTRUCTURA	13.516,85	27,00	5%	14.192,69	500,62	SEMANA 1
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	ESTRUCTURA	3,74	27,00	10%	4,12	0,14	SEMANA 1
2041200010010	CLAVOS 3"	kg	ESTRUCTURA	89,92	27,00	10%	98,91	3,33	SEMANA 1
2041200020003	CLAVO C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	143,91	27,00	10%	158,31	5,33	SEMANA 2
2041200020004	CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	ESTRUCTURA	504,42	27,00	10%	554,86	18,68	SEMANA 2
2041200020005	CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	ESTRUCTURA	24,71	27,00	10%	27,18	0,92	SEMANA 2
0204180009	PLANCHA COMPACTADORA 4 HP	hm	ESTRUCTURA	17,11	27,00	0%	17,11	0,63	SEMANA 4
0204180010	PLANCHA COMPACTADORA 5.8 HP	hm	ESTRUCTURA	427,14	27,00	0%	427,14	15,82	SEMANA 4
0204240030	SOPORTES	und	ESTRUCTURA	1.041,58	27,00	10%	1.145,74	38,58	SEMANA 4
2050100010002	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	INSTALACIONES	1.252,49	27,00	5%	1.315,11	46,39	SEMANA 5
2050100010004	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1" X3 m (25 mm)	und	INSTALACIONES	562,58	27,00	5%	590,71	20,84	SEMANA 5
2050100010008	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1 1/2" X3 m	und	INSTALACIONES	532,19	27,00	5%	558,80	19,71	SEMANA 5
2050400010010	CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS	und	INSTALACIONES	1.530,90	27,00	5%	1.607,45	56,70	SEMANA 5
2050700020024	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 1/2" X5 M	m	INSTALACIONES	852,88	27,00	5%	895,52	31,59	SEMANA 5
2050700020028	TUBERIA PVC SAP NEGRA 3"	und	INSTALACIONES	56,70	27,00	5%	59,54	2,10	SEMANA 5
20509000020008	CODOS PVC 90° SAL ° 4"	und	INSTALACIONES	42,53	27,00	5%	44,65	1,58	SEMANA 5
20509000020009	CODOS PVC 90° SAL 2"	und	INSTALACIONES	226,80	27,00	5%	238,14	8,40	SEMANA 5
2051000010018	CODO PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	819,97	27,00	5%	860,97	30,37	SEMANA 5
2051000010019	CODO PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	15,59	27,00	5%	16,37	0,58	SEMANA 5
2051000020007	CODO PVC DESAGUE DE 45 X2"	und	INSTALACIONES	16,56	27,00	5%	17,39	0,61	SEMANA 5
2051000020008	CODO PVC 2" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	5,67	27,00	5%	5,95	0,21	SEMANA 5
2051000020009	CODO PVC 4" X45° DESAGUE	pza	INSTALACIONES	20,41	27,00	5%	21,43	0,76	SEMANA 5
2051100010016	TEE PVC SAP S/P 1/2" AGUA	pza	INSTALACIONES	42,53	27,00	5%	44,65	1,58	SEMANA 5
2051100010017	TEE PVC SAP S/P DE 2" X90	pza	INSTALACIONES	77,11	27,00	5%	80,97	2,86	SEMANA 5
2051700010015	CURVA PVC ELECTRICA SAP 3/4"	pza	INSTALACIONES	2.627,84	27,00	5%	2.759,23	97,33	SEMANA 5
2051700010016	CURVA PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	1.054,83	27,00	5%	1.107,57	39,07	SEMANA 5
2051700010017	CURVA PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	997,85	27,00	5%	1.047,74	36,96	SEMANA 5
2051900050004	ADAPTADOR PVC SAP 1/2"	pza	INSTALACIONES	283,50	27,00	5%	297,68	10,50	SEMANA 5
2052200020007	UNION UNIVERSAL PVC SAP C/R DE 1/2"	pza	INSTALACIONES	226,80	27,00	5%	238,14	8,40	SEMANA 5
2052300010045	REDUCCION PVC DESAGUE 4" A 2"	pza	INSTALACIONES	749,30	27,00	5%	786,76	27,75	SEMANA 5
0206030003	UNION PVC SAP 3/4"	und	INSTALACIONES	1.740,28	27,00	5%	1.827,29	64,45	SEMANA 5
0206030004	UNION PVC SAP 1/2"	und	INSTALACIONES	751,45	27,00	5%	789,02	27,83	SEMANA 5
0206030005	UNION PVC ELECTRICA SAP 1"	pza	INSTALACIONES	492,26	27,00	5%	516,87	18,23	SEMANA 5
0206030006	UNION PVC ELECTRICA SAP 1 1/2"	pza	INSTALACIONES	465,66	27,00	5%	488,95	17,25	SEMANA 5
0206070002	TEE SANITARIA PVC DES. 4"	pza	INSTALACIONES	1.100,55	27,00	5%	1.155,57	40,76	SEMANA 5
0206150003	TRAMPA "P" 2" PARA DESAGUE	pza	INSTALACIONES	29,77	27,00	5%	31,26	1,10	SEMANA 5
2061700010011	YEE PVC DESAGUE SAL 4"	unn	INSTALACIONES	25,40	27,00	5%	26,67	0,94	SEMANA 5
2061700010012	YEE PVC DESAGUE SAL 2"	und	INSTALACIONES	56,70	27,00	5%	59,54	2,10	SEMANA 5
2061700010013	YEE PVC SAL 2" x 2"	pza	INSTALACIONES	23,18	27,00	5%	24,34	0,86	SEMANA 5
2061700010014	YEE PVC 4" x 2"	pza	INSTALACIONES	46,36	27,00	5%	48,68	1,72	SEMANA 5
2061700010015	YEE PVC 4" DESAGUE PLUVIAL	pza	INSTALACIONES	13,04	27,00	5%	13,69	0,48	SEMANA 5
2070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	ARQUITECTURA	232,46	27,00	5%	244,09	8,61	SEMANA 1
2070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	ARQUITECTURA	57,26	27,00	5%	60,12	2,12	SEMANA 6
2070100050003	PIEDRA MEDIANA DE 8"	m3	ARQUITECTURA	136,98	27,00	5%	143,82	5,07	SEMANA 2
2070200010001	ARENA FINA	m3	ARQUITECTURA	81,03	27,00	5%	85,08	3,00	SEMANA 1
2070200010002	ARENA GRUESA	m3	ARQUITECTURA	359,74	27,00	5%	377,73	13,32	SEMANA 1
0207030001	HORMIGON	m3	ARQUITECTURA	404,25	27,00	5%	424,46	14,97	SEMANA 1
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	ESTRUCTURA	6,41	27,00	5%	6,73	0,24	SEMANA 1
0207070002	AGUA PARA LA OBRA	m3	ESTRUCTURA	224,55	27,00	5%	235,77	8,32	SEMANA 3
0209010002	MARCO PARA VANO DE AIRE ACONDICIONADO	pza	ESTRUCTURA	28,35	27,00	5%	29,77	1,05	SEMANA 4
0209010003	MARCO CORTAFUEGO	pza	ESTRUCTURA	28,35	27,00	5%	29,77	1,05	SEMANA 4
2120300010006	CODO DE BRONCE DE 1/2" 90°	und	ESTRUCTURA	85,05	27,00	5%	89,30	3,15	SEMANA 1
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	ESTRUCTURA	10.018,61	27,00	5%	10.519,54	371,06	SEMANA 1
2130300010002	YESO	bol	ESTRUCTURA	60,10	27,00	5%	63,11	2,23	SEMANA 1
0215070002	TAPON FIERRO GALVANIZADO MACHO 1/2"	pza	ESTRUCTURA	85,05	27,00	5%	89,30	3,15	SEMANA 1
2160200070005	LADR. ARCILLA HUECO 15 15X30X30 CM	und	ESTRUCTURA	3.996,05	27,00	5%	4.195,85	148,00	SEMANA 1
2160200070008	LADRILLO ARCILLA KK TIPO IV 18 HUECOS 9 x 12.5 x 23cm	und	ESTRUCTURA	88.100,46	27,00	5%	92.505,48	3262,98	SEMANA 1
2191300010016	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X3 m (20 mm)	und	ESTRUCTURA	116,24	27,00	5%	122,05	4,31	SEMANA 5