



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

MODELO DE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO A TRAVÉS DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA INCREMENTAR LA UTILIDAD EN LA EMPRESA ELMER OSCAR QUINTANA GUEVARA S.R.L – LA COLPA.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial.

Autores:

Bachiller: Azahuanche Velásquez, Gianella Alejandra

Bachiller: Pajares Terrones, Judith Stephanie Fabiola

Asesor:

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres Azahuanche Velásquez, Gianella Alejandra y Pajares Terrones Judith Stephanie Fabiola, denominada:

MODELO DE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO A TRAVÉS DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA INCREMENTAR LA UTILIDAD EN LA EMPRESA ELMER OSCAR QUINTANA GUEVARA S.R.L – LA COLPA.

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Asesor

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mendoza

Jurado

Presidente

Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Jurado

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero

Jurado

DEDICATORIA

A nuestros padres, ejemplo de vida, quienes nos acompañaron en nuestra formación académica.

EPIGRAFE

“No hay nada que me desconcierte tanto como el tiempo y el espacio; y sin embargo, nada me desconcierta menos, ya que nunca pienso en ellos”

- Charles Lamb

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida, las fuerzas y la sabiduría para realizar este trabajo.

A nuestros padres por el apoyo incondicional.

Al Ing. Elmer Quintana Guevara, gerente de la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara S.R.L por habernos permitido el acceso a sus instalaciones y a la información necesaria.

A nuestro asesor el Ing Jimy Frank Oblitas Cruz por habernos brindado su apoyo incondicional e intelectual para realizar la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xii
I. PLAN DE INVESTIGACION	13
1. Problema de Investigación.	13
1.1 Realidad Problemática.....	13
1.2 Formulación del problema.	17
1.3 Justificación del problema.....	17
1.4 Limitaciones.	18
1.5 Objetivos.....	19
1.5.1 <i>Objetivo General.</i>	19
1.5.2 <i>Objetivos Específicos.</i>	19
MARCO TEORICO	20
2 Marco Teórico.....	21
2.1 Antecedentes.....	21
2.2 Bases Teóricas.....	25
2.2.1 <i>Modelo:</i>	25
2.2.2 <i>Modelos logísticos:</i>	25
2.2.3 <i>Modelos de simulación:</i>	25
2.2.4 <i>Planeación:</i>	26
2.2.5 <i>Pronóstico:</i>	26
2.2.6 <i>Tipos de pronóstico:</i>	27
2.2.7 <i>MRP (Plan de Requerimiento de Materiales):</i>	27
2.2.8 <i>Justo a Tiempo (Just-in-Time)</i>	28
2.2.9 <i>Inventario</i>	28
2.2.10 <i>Tipos de Inventario</i>	28
2.2.11 <i>Costos de inventarios</i>	29
2.2.12 <i>Demanda</i>	31
2.2.13 <i>Demanda dependiente e independiente</i>	31
METODOLOGIA	32
3.1 Operacionalización de Variables	33
3.2 Tipo de Diseño de Investigación	33

3.3	Material de Estudio	34
3.4	Técnicas, Procedimientos e Instrumentos	35
3.4.1	<i>De recolección de información.</i>	35
	RESULTADOS	37
4.	Propuesta de aplicación profesional	38
4.1	Diagnóstico Situacional de la Empresa	38
4.1.1	<i>Aspectos Generales</i>	38
4.1.2	Análisis de la demanda	41
4.1.2.1	Análisis de las ventas	41
	DISCUSIÓN	58
	Conclusiones	60
	Recomendaciones	61
	BIBLIOGRAFÍA	62
	ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1: Factores para determinar el costo de inventario según.....	30
Tabla n° 2: Técnicas de recolección cualitativa y cuantitativo	35
Tabla n° 3: Detalle de Técnicas de recolección de datos	36
Tabla n° 4: Demanda histórica de los tipos de concreto abastecidos en el periodo a evaluación.	42
Tabla n° 5: Pronostico proyectado de ventas por cada tipo de concreto premezclado	46
Tabla n° 6: Dosificaciones por tipo de concreto.	47
Tabla n° 7: Pronóstico de materia prima	47
Tabla n° 8: Variables de decisión de modelo de programación lineal.....	48
Tabla n° 9: Factores y Variables de la función objetivo	49
Tabla n° 10: Niveles de producción por tipo de concreto	50
Tabla n° 11: Gestión de inventarios mes 01	50
Tabla n° 12: Gestión de inventarios mes 02.....	50
Tabla n° 13: Composición de concreto F'c 210 kg//cm2.....	51
Tabla n° 14: Limitaciones de abastecimiento	51
Tabla n° 15: Resultados de la compra de cemento.....	52
Tabla n° 16: Resultados de la compra de arena.....	53
Tabla n° 17: Resultados de la compra de piedra.....	54
Tabla n° 18: Resultados de la compra de cemento.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1: Los pronósticos y ciclos operativos	26
Figura n° 2: Organigrama Elmer Oscar Quintana SRL Cajamarca.....	40
Figura n° 3: Diagrama de proceso de venta de concreto premezclado.....	41
Figura n° 4: Demanda de producción de concreto premezclado en la ciudad de Cajamarca.	43
Figura n° 5: Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 210 Kg/cm ²	44
Figura n° 6: Gráfico de ventas de concreto después de eliminación de datos atípicos.	45
Figura n° 7: Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 210 kg/cm ²	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo n° 1: Eliminación de datos atípicos	65
Anexo n° 2: Pronósticos de los diferentes tipos de concreto premezclado.....	68
Anexo n° 3: Resultado del modelo	78

RESUMEN

Esta investigación presenta la evaluación y propuesta de un sistema de planeamiento y programación del abastecimiento de materia prima para la producción del concreto premezclado, de esta manera ser más eficiente la gestión de inventarios en la empresa Elmer Oscar Quinta Guevara S.R.L. El presente, abarca la descripción actual de la empresa, la evaluación del sistema actual y el planteamiento y programación de una nueva metodología para una mejor gestión de la producción, haciendo uso de la programación lineal.

Para desarrollar el siguiente modelo matemático se parte del estudio del proceso productivo, así como del análisis de los productos necesarios para la fabricación, considerando al mismo tiempo variables tales como: la demanda, el límite de la capacidad productiva, y los costos relacionados por llevar inventario; para así plantear una función objetivo y un sistemas de restricciones, los mismos que mediante la optimización de los resultados encuentran las cantidades óptimas de material a requerir, inventario al final de cada período y la cantidad de unidades faltantes con el objetivo de satisfacer la demanda y al mismo tiempo minimizar el costo total del inventario y maximizar utilidades, considerando un horizonte de planeación de doce meses.

En apoyo a la solución del modelo, se emplea el software Lingo cuyos resultados indican que se alcanza un incremento utilidades de hasta S/. 3, 209,059.00, pues sólo se piden y se almacenan las cantidades óptimas necesarias previniendo así las perdidas monetarias para la empresa. Por otro lado el caso de estudio planteado presenta una oportunidad de investigaciones posteriores sobre la implementación y experimentación del modelo propuesto en empresas del sector construcción.

ABSTRACT

This investigation presents the evaluation and proposal of a system of planning and programming of the supplying of raw material for the production of concretely premixed, this way to be more efficient the inventor management in the company Elmer Oscar Quintana Guevara S. R. L. The present, it includes the current description of the company, the evaluation of the current system and the exposition and programming of a new methodology for a better production management, making use of the linear programming.

To develop the following mathematical model it breaks of the study of the productive process, as well as of the analysis of the products necessary for the manufacture, considering at the same time such variables like: the demand, the limit of the productive capacity, and the costs related for taking inventory; this way there raises a function target and systems of restrictions, the same ones that by means of the optimization of the results find the ideal quantities of material to need, it inventoried at the end of every period and the quantity of lacking units with the target to satisfy the demand and at the same time to minimize the entire cost of the inventory and to maximize utilities, considering a horizon of planeación of twelve months.

In support to the solution of the model, there is used the software Lingo whose results indicate that an increase utilities is reached of up to S/. 3, 209,059. 00, since only they are asked and the necessary ideal quantities are stored preparing this way the monetary losses for the company. On the other hand the case of raised study presents an opportunity of later investigations handle the implementation and experimentation of the model proposed in companies of the sector construction..

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

I. PLAN DE INVESTIGACION

1. Problema de Investigación.

1.1 Realidad Problemática.

La Industria de la Construcción constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo de una nación. Esta es una de las actividades que más contribuyen al desarrollo y crecimiento de la humanidad; así un incremento de los índices de construcción es, generalmente, indicador de crecimiento demográfico y mejoras en las condiciones socioeconómicas del país. (Leandro Hernández, 2008).

De acuerdo al informe de la FIIC (Federación Interamericana de la Industria de la Construcción) con información estimada hasta 2012, el crecimiento económico que ha venido experimentado los países de Latinoamérica se dan gracias a la contribución de la construcción al PIB, según datos estadísticos Chile tiene el 7.3.% de participación, Brasil con un .

Así mismo el informe de la Cámara Peruana de Construcción (Francisco Osorio Sánchez , 2016) Indicó que: La construcción es una actividad estratégica para el desarrollo económico del país y para la creación de bienestar social. Contribuye al incremento de la competitividad nacional, mediante la generación de infraestructura para la producción. Tiene un efecto multiplicador sobre la producción global: cada sol destinado a la construcción, genera 2.44 soles de valor agregado en toda la economía; y permite efectivizar la inversión pública y privada, así como la creación de capital físico, uno de los componentes esenciales de la riqueza de un país.

Según el informe técnico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017) declaró que el Índice de la Producción del Sector Construcción registró una disminución de -5,26% con respecto a enero 2016, ante el menor consumo interno de cemento en -6,52%.

Entrando a una investigación más enfocada en nuestro tema de estudio, podemos decir también que el cemento es el componente más importante que se utiliza en la elaboración del concreto premezclado, por lo que es válido estimar que el crecimiento en la producción de cemento en los últimos años es proporcional con el crecimiento de la producción de concreto premezclado.

En el desarrollo de nuestra investigación no pudimos obtener información acerca de la demanda del concreto premezclado, por tal motivo según se describe líneas arriba optamos considerar datos estadísticos de la demanda existente del cemento.

Según informe técnico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el Perú el año 2012 hubo un incremento de producción de cemento logrando producir 10005804.71 toneladas equivalente a S/.9721492.7438 en ventas totales, por otro lado en el informe del Banco Nacional de Reserva del Perú (BCRP) en la ciudad de Cajamarca en el año 2016 los despachos de cemento disminuyeron 3,0 por ciento en diciembre, lo cual está asociado a los bajos niveles de inversión tanto pública como privada, sin embargo, en el año 2016 presenta un moderado aumento de 1,0 por ciento.

Ahora bien el concreto premezclado como nos menciona (Osorio Soto, 2007) es el material de mayor uso en el ramo en la construcción es el concreto; dentro del cual podemos enfocarnos en el concreto premezclado rescatando que la importancia atribuida tiene fundamento en los beneficios económicos que conllevan a una aceptación prometedora en el entorno nacional. Como es de conocimiento, las exigencias de precisión son cada vez mayores por lo cual la aplicación de este producto viene a ser muy ventajoso tanto en temas técnicos, como económicos.

La historia del concreto está muy ligada con el material cementante, que desde tiempos remotos ha servido para dar mayor resistencia, ante los agentes de intemperismo, a la construcción de viviendas, templos, palacios, etc. y por ende a una mayor comodidad social. Por ejemplo en la cultura Egipcia se utilizaba un mortero, mezcla de arena con materia cementosa, para unir bloques y lozas de piedra al elegir sus construcciones; los constructores griegos y romanos

descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada.

Al hablar de concreto premezclado consideramos un producto que necesita, por su propia naturaleza, un tipo de planificación de producción especial, por una razón simple y es que estamos tratando con un producto que no presenta características para mantener en almacenamiento puesto que debe ser fabricado con el tiempo exacto considerando la hora establecida para su uso. Del mismo modo, la materia prima empleada para su fabricación tiene un tiempo de vida útil establecido para asegurar las condiciones de calidad mínimas requeridas para un producto final deseado.

Nuestra investigación se centra en la empresa Elmer Oscar Quintana, la cual se de proyectos de inversión pública y privada como la edificación de estructuras o pavimentos para la región de Cajamarca, también brinda servicios de alquiler de maquinaria pesada y se desarrolla en el rubro de la producción de concreto premezclado. Después del diagnóstico preliminar se ha podido identificar que la organización no cuenta con un sistema de planeamiento del abastecimiento de materia prima específico, por tal motivo existe una sobreproducción, tiempos muertos, al no contar con un plan maestro de requerimiento de materiales existe una falta de control de stock. Es necesario considerar como un aspecto importante que la empresa trabaja en base a las órdenes de compra emitidas, generando así una inestabilidad en los demás procesos propios del sistema productivo, demostrando una variabilidad notoria en la demanda. La identificación del problema mencionado se logró determinar a través de la entrevista realizada al gerente general.

Nuestro diagnóstico está enfocado en una de las industrias de la región de Cajamarca, así como Elmer Oscar Quintana S.R.L, dedicada a la edificación de estructuras o pavimentos, así mismo brinda servicios de alquiler de maquinaria pesada y se desarrolla en el rubro de la producción de concreto premezclado. Después del diagnóstico preliminar se ha podido identificar que el área que presenta mayor problemas para la empresa en cuestión de costos es el área de compras ya que no se tiene una buena planificación para el

abastecimiento eficiente de materia prima, y es este proceso el primer eslabón de la cadena de suministros dentro de la empresa y cabe mencionar que las demás áreas dependerán de la buena gestión que realice.

El abastecimiento de materia prima se realiza una vez acabado los insumos cuando queda muy poco de estos, no existiendo una planificación ni programación de requerimiento de materiales optimo, por estos motivos es que existe una demora en el abastecimiento de materia prima, ya que las compras para cumplir con el nivel de inventario optimo en ciertas ocasiones al realizar un pedido no cumple con homologación de proveedores ya establecidos por la organización, generando así la compra de materiales a un mayor costo, además de correr el riesgo que estos no cumplan con los estándares de calidad normados por ley.

La persona encargada de revisar el nivel de inventario es el jefe de producción, quien se encarga de avisar a la secretaria que el material escasea o que ya se ha agotado, este proceso resulta deficiente ya que no se realiza ningún análisis previo que permita establecer cuantos días o si el nivel del inventario puede soportar la demanda del concreto premezclado, así como también no se sabe cuánto pedir, generando con esto muchas órdenes de compra para distintas cantidades de pedido.

En algunos casos existe la acumulación de materia prima en el área de producción cuando se compran lotes grandes, a lo que llamamos estar sobre estoqueados, generando así un costo de mantenimiento de inventarios o el costo por la emisión de órdenes de compra innecesarios que muchas veces no son tomados en cuenta ya que son considerados como parte de las labores diarias y no se considera como una pérdida para la empresa, como son: el costo de transporte, flete, tiempo ocio de mano de obra empleado.

Es necesario considerar como un aspecto importante que la empresa trabaja en base a las órdenes de compra emitidas, generando así una inestabilidad en los demás procesos propios del sistema productivo, demostrando una variabilidad notoria en la demanda. La identificación del problema mencionado

se logró determinar a través de la entrevista realizada al gerente general y el diagnóstico realizado.

Cabe recalcar que luego de haber identificado el mayor problema de la organización es factible la planificación de los recursos necesarios para la producción de los productos en una misma unidad, por ello se requiere utilizar una planeación.

Así mismo (Sánchez, 2015) describe que la gestión de inventarios busca establecer relaciones duraderas con los proveedores para evitar el desabastecimiento y poder afrontar la demanda. Cabe mencionar que así como se busca afrontar la variabilidad de la demanda la gestión de inventarios trata también de minimizar los costos. Esto se puede lograr mediante una rotación adecuada de las existencias usando la menor inversión posible.

Como se cita a Narasimahan en (Cesar José Vergara Rodríguez, 2009) hace mención en que los procesos de planeación de la producción determinan el plan de producción para cubrir las demandas y suministran la producción que pueden utilizar los proveedores con el fin de proporcionar los insumos necesarios en el momento y lugar adecuados.

1.2 Formulación del problema.

¿Es posible mediante el desarrollo de un modelo de planeamiento y programación del abastecimiento de materia prima para la producción de concreto premezclado para la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara S.R.L – La Colpa incrementar su utilidad?

1.3 Justificación del problema.

Bajo el enfoque teórico, la presente investigación busca destinar conocimientos previos en el tema de planificación y programación del abastecimiento de materia prima, como el estudio de sistemas basados en modelos matemáticos, de manera adecuada, con la finalidad de elaborar una propuesta apropiada de planeamiento y programación de materia prima para la producción de concreto premezclado en la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara EIRL, debido que hasta la fecha se ha evidenciado que no se emplea un sistema en particular

que permita manejar información de manera adecuada, generándole deficiencias económicas en el abastecimiento de stocks.

Mediante un enfoque práctico o aplicativo, se considera la propuesta del sistema desarrollando un modelo matemático como es la programación lineal partiendo de la elaboración de pronósticos de la demanda de acuerdo a las condiciones preliminares de la empresa (históricos de ventas) y con un periodo de tiempo establecido a fin de obtener una mayor precisión ajustada a la realidad y así poder lograr el cumplimiento eficaz de nuestros objetivos.

Los criterios valorativos persiguen la finalidad de proponer un sistema fundamentado en modelos matemáticos, que se ajuste a las condiciones de producción en la empresa a evaluación apuntando a un incremento de sus utilidades, evaluando principalmente la implementación de pronósticos de proyección, considerando factores económicos y el plan de requerimiento de materiales.

En lo que respecta a las consideraciones académicas, se optó por realizar la presente investigación considerando que en nuestra casa de estudios superiores, específicamente en la escuela de Ingeniería Industrial, en la cual se realizaron trabajos enfocados a la implementación de sistemas bajo fundamentos de programación lineal, lo que nos permite desarrollar un modelo de planeamiento y programación del abastecimiento de la materia prima en la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara EIRL, que está a la vez evidencia carencia de un sistema en específico de planeamiento y programación de producción, abriéndonos la posibilidad de aplicar nuestros conocimientos adquiridos en búsqueda de la solución adecuada.

1.4 Limitaciones.

En la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara EIRL no presentamos ningún tipo de limitación para llevar a cabo nuestra investigación, puesto que el gerente de la organización nos brindó toda la información necesaria. Así mismo optamos por solicitar información bibliográfica necesaria de otras entidades, para lo cual tampoco tuvimos alguna limitación.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

Desarrollar un modelo de planeamiento y programación del abastecimiento de materia prima para la producción de concreto premezclado para la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara S.R.L – La Colpa, que contribuya a la toma de decisiones para incrementar la utilidad

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Elaborar un diagnóstico situacional de los procesos productivos existentes y la línea de productos que se realizan en la empresa.
- Evaluar del sistema actual del control interno de inventarios.
- Elaborar un pronóstico de la producción del concreto premezclado.
- Elaborar un MRP (Plan de requerimiento de materiales).
- Modelar y simular un modelo de control de inventarios de materia prima con programación lineal.
- Comparar los resultados del MRP convencional con el modelo matemático empleado.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2 Marco Teórico

2.1 Antecedentes.

En la actualidad la alta competitividad del mundo globalizado hace necesario que las empresas se enfoquen en la eficiencia de sus operaciones, más aún en la optimización de la producción. Por tal motivo se utilizan sistemas de planificación y control enfocado en el abastecimiento de materia prima, basándose en la gestión para el óptimo uso de recursos, estos sistemas han evolucionado con el pasar del tiempo. Los sistemas de planificación de materiales siempre han sido una base importante para la mejora de la efectividad de la fabricación en toda organización

Existen organizaciones que continúan cambiando sus prácticas de sistemas de planificación y programación para el requerimiento de materiales de la producción, según en la realidad en que se encuentren. Es por ello que, como inicio del desarrollo de nuestra investigación, nos hemos basado en los siguientes trabajos aplicativos internacionales y nacionales que se muestran a continuación:

2.1.1. Internacionales

Según (Sánchez, 2015) el eficiente control de inventarios trata de mantener un nivel de stock que permita, garantizar el flujo de material con la calidad requerida, en el lugar y momento oportuno y a un mínimo de costo, y así lograr un máximo de servicio a los clientes.

Así como se describe líneas arriba dicha investigación da a conocer que en la aplicación del modelo matemático para el control de inventario de materia prima no solo permite reducir los costos por manejo de inventarios, sino que también que la empresa mejore en la toma de decisiones en cuanto al manejo del flujo total de materiales y la buena gestión del mismo, permitiendo optimizar e incrementar su utilidad.

Los autores (Toro Díaz & Delgado Hidalgo, 2010) manifiestan que el modelo de programación lineal, representa un ambiente real de manufactura de dos escalones uno para el producto final y un segundo en el cual están todas la materias primas / componentes, en tal sentido este sistema de programación lineal puede ser aplicado de manera que la entrada sean materias primas y la salida de componentes y materiales primas y la salida los productos terminados, introduciendo el cálculo de políticas de aprovisionamiento de materias primas para un ambiente de múltiples órdenes de producción activa, este modelo incluye restricciones de capacidad y decisiones de acumulación de inventario que permite la toma decisiones optima de aprovisionamiento que minimizan el costo total, objetivo del modelo, y a las cuales no se llegaría usando el esquema de cálculo propuesto por el MRP.

Para (Gloria, Marcela, & Juan, 2012) en su artículo “Programación de operaciones para el llenado de tolvas dosificadoras en una empresa de concentrados”, la implementación de una propuesta de programación de operaciones en base a un modelo de programación lineal entera mixta busca que los materiales necesarios para el proceso productivo lleguen en el tiempo indicado, así como que reducirá los costos relevantes en el sistema a evaluación

En primera instancia parte del plan de requerimiento de materiales y plan maestro de producción para identificar las cantidades necesarias de MP que se necesitará, así como el momento de requerimiento esperado. En base al plan de requerimiento trabajado, se procede con la programación de las operaciones, la cual es trabajada en base a un modelo matemático que se aplica en dos fases metodológicas ajustándose a los procesos de análisis. La primera fase tiene por función objetivo determinar valores mínimos de inventario inicial antes del inicio de producción. La segunda fase considera los valores de inventario inicial como datos de entrada y se enfoca en la minimización de costo de alistamiento y mantenimiento de inventario.

Una vez desarrollada la investigación queda demostrada que la unión de un sistema MRP y la programación de operaciones permite la toma efectiva de decisiones dentro de un periodo de corto o mediano plazo en la dosificación de alimento balanceado por tolvas. Desde un enfoque inicial de la situación de la

empresa, nos redacta que a consecuencia de la carencia de materia prima para el abastecimiento de tolvas, se registraba pérdidas de 1,52 horas por turno; sin embargo, al implementar el modelo propuesto, las condiciones de producción se adecuaron a la contribución de un ahorro aproximado de 35 millones de pesos colombianos mensuales.

Para la revisión de los modelos de optimización para las decisiones tácticas integradas de planificación de inventarios (Manuel, David, & Josefa, 2015) han propuesto una clasificación basada en el análisis del inventario, modelando aspectos de la estructura y función de solución de enfoque, existen métodos eficaces que se pueden obtener soluciones de buena calidad en un tiempo razonable para correr modelos altamente realistas que tengan en cuenta las condiciones de incertidumbre, los procesos logísticos entrantes y diferentes modos de transporte es un camino.

Como propuesta para implementar un modelo de planeación y control de inventarios para el cumplimiento de la demanda producción de la empresa de Muebles el Carrusel CIA. LTDA. (Tacuri, 2010) propuso la utilización de sistemas como el MRP, MRP-II (Planificación de Requerimientos Materiales y Recursos Productivos), JIT (Just in Time) y OPT(Tecnología de Producción Optimizada).

Dicha propuesta muestra similitud con el trabajo de investigación que estamos realizando, puesto que la demanda de producción no es continua, sino que es por pedido según necesidad del cliente, es decir que es una demanda discreta y discontinua, por tal motivo son características que se oponen a la continuidad que se supone que funcionan las variables en el modelo de control de inventarios, entonces lo que ellos proponen es desarrollar un técnica de programación.

2.1.2. Nacionales

En el Perú se han realizado diversos trabajos investigativos referente a propuestas de planeamiento de producción en base a modelos matemáticos que se ajustan a la realidad del caso, sin embargo, dichas investigaciones han sido implementadas en diversos campos productivos propios del país, no obstante, en el ámbito de la producción de concreto premezclado, no hay

registro de investigaciones de aplicación directa en lo que refiere a propuestas de planeamiento de abastecimiento de materia prima, por lo cual tomaremos con antecedentes los casos registrados de aplicación a los diferentes campos industriales desarrollados en el país y los diferentes análisis productivos realizados a las plantas concreteras más reconocidas en el medio nacional.

El planeamiento de abastecimiento de materiales ha sido un tema de investigación muy relevante en nuestro entorno dándole un enfoque de beneficios económicos, en especial para la inserción y/o evaluación de nuevos negocios o en su defecto, el mejoramiento de uno ya existente tal y como lo plasma (Santos, 2013) en su detallada investigación para la “propuesta de implementación de un MRP II para una planta de confecciones textiles; en donde aplica claramente una planificación y control del abastecimiento de materiales conveniente. En dicho trabajo investigativo queda demostrado que la implementación del sistema de planeamiento y control de materiales trae beneficios sustanciales para el desempeño de la empresa.

Por otro lado, (Cabrera, 2013) en su trabajo investigativo aplicado a la producción en línea de productos líquidos implementa un modelo matemático bajo fundamentos de la investigación de operaciones utilizando algoritmos de programación lineal entera mixta por metas a fin de obtener un programa de abastecimiento de materiales con mayor precisión que el empleado en la empresa hasta ese momento; obteniendo un ahorro anual de S/.373,213.00 nuevos soles con un retorno de la inversión de 1.11 años.

Dándole un enfoque productivo al concreto, existen investigaciones realizadas al planeamiento de abastecimiento de materiales netamente de productos a base de concreto como es el caso de (Burga, 2013) quien plantea una Propuesta de diseño de una línea de producción para la fabricación de cajas de buzón en la ciudad de Piura para una empresa de prefabricados de concreto, en donde queda demostrado que La estrategia de producción con persecución de la demanda y consumo de inventarios es la más eficiente, ya que optimiza el costo de producción, reduciéndolo en un 33.5%, lo cual hace que la empresa pueda obtener una mayor rentabilidad por cada caja de buzón que se fabrica.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 Modelo:

Como indica (Bernd & Allen, 2002) el modelo hace referencia a una abstracción de la realidad. Para (Velásquez, 2003) Son importantes porque ellos representan las interrelaciones, la estructura y las funciones del sistema objeto de estudio, establecen el límite de su acción y permiten realizar pruebas variando sus componentes, obteniendo como resultado una mejor comprensión de las características de la situación.

(Frederick & Gerald, 2010) Los modelos matemáticos también son representaciones idealizadas, pero están expresados en términos de símbolos y expresiones matemáticas. El modelo matemático de un problema industrial está conformado por el sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas relacionadas que describen la esencia del problema.

2.2.2 Modelos logísticos:

Los modelos logísticos son los derivados de la minimización del costo total de inventario. Su clasificación general depende del tipo de demanda que tenga el artículo, la cual puede ser de dos tipos: determinística o probabilística. Sirven para elaborar los modelos más realistas, ya que estos se basan en una serie de supuestos, que en la realidad normalmente no se dan, pero que sirven de base para el desarrollo de modelos y sistemas más modernos que usan conceptualmente para su desarrollo. (Ipinza F. D., 2002)

2.2.3 Modelos de simulación:

La simulación de un fenómeno o del comportamiento exhibido por un sistema, requiere de la formulación previa de un modelo matemático. La utilidad de los modelos de simulación permite realizar experimentos en ordenador, evitándose así la perturbación del sistema real. (Beltrá, 2004)

2.2.4 Planeación:

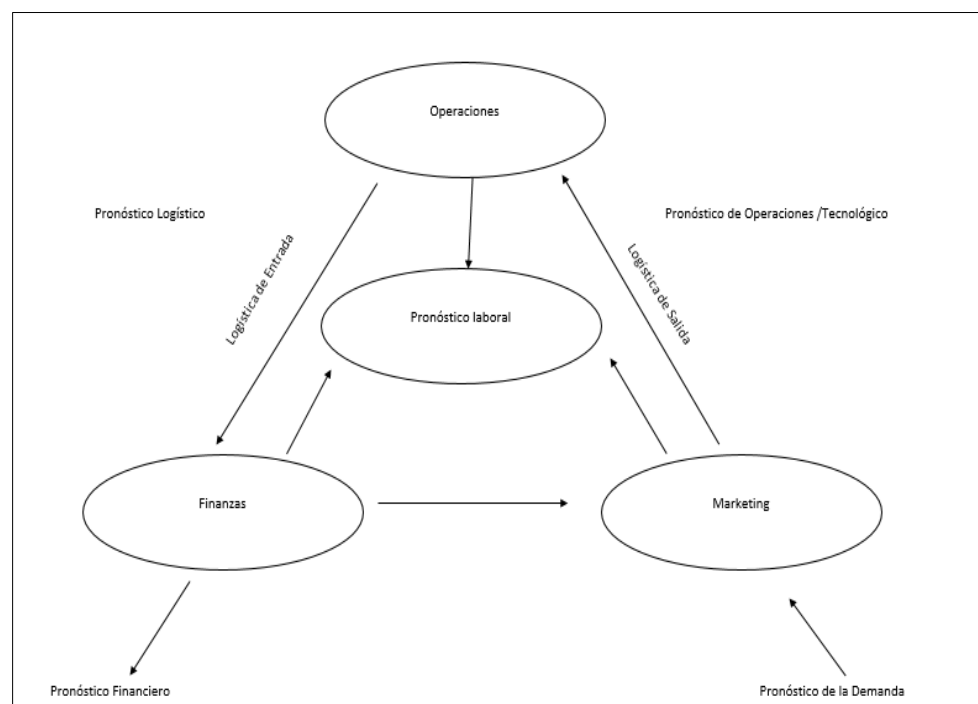
La planeación comprende la definición de objetivos o metas de la organización, el establecimiento de una estrategia general para alcanzar estas metas y el desarrollo de una jerarquía completa de planes para integrar y coordinar actividades. Así esta se ocupa de los fines (lo que se tiene que hacer) al igual que de los medios (como se va a hacer) (Stephen & David, 1996)

2.2.5 Pronostico:

Según (Oswaldo Chamorro Altahona, 2000) “Es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros”.

El pronóstico de las operaciones productivas se convierte en el ingreso del pronóstico de la logística de entrada, que se soporta en la confiabilidad de los proveedores , la capacidad de transporte, el almacenamiento, la manipulación y otros, con los que se programan los recursos económico- financieros que conforman el manejo presupuestal. (Ipinza F. D., 2012)

FIGURA N°01. Los pronósticos y ciclos operativos



Fuente: (Ipinza F. D., 2012)

(Nahmias, 2006) afirmó que “Toda planeación de una empresa se basa, en cierto grado, en un pronóstico”. Las ventas de los productos actuales, los patrones de demanda del cliente para nuevos productos, las necesidades y disponibilidades de materias primas, la destreza progresiva de los trabajadores, las tasas de interés, los requerimientos de capacidad y la política internacional son ejemplos de factores que inciertamente afecten el éxito futuro de una corporación.

2.2.6 Tipos de pronóstico:

(Chase , Jacobs, & Aquilano, 2005) Afirma que “Las técnicas cualitativas son subjetivas o simples juicios y se basan en cálculos y opiniones. Podemos clasificar los pronósticos en cuatro tipos básicos:

- a) **Cualitativos:** Subjetivas de juicio. Basadas en estimados y opiniones.
- b) **Análisis de series de tiempo:** Se basa en la idea de que podemos usar historia de los hechos ocurridos para prever el futuro.
- c) **Casuales:** Trata de entender el sistema básico en torno al elemento que será pronosticado. Por ejemplo, las ventas pueden verse afectadas por la publicidad, la calidad y los competidores.
- d) **Modelos de simulación:** Modelos dinámicos, normalmente de computadora, que permiten al pronosticador formular supuestos de variables internas del entorno externo del modelo. Dependiendo de las variables del modelo, el pronosticador puede hacer preguntas como: ¿qué pasaría con mi pronóstico si el precio aumentara 10 por ciento? ¿Cuál sería el efecto que una recesión nacional leve tendría en mi pronóstico?.” (p-523,524)
Podemos decir que al tener el tipo de pronóstico adecuado podemos ser más asertivos en cuanto a la decisión que se va a tomar para poder cumplir con el pronóstico esperado.

2.2.7 MRP (Plan de Requerimiento de Materiales):

Arbós (Arbós, 2011) Dice que el Plan de Requerimiento de Materiales opera básicamente planificando las necesidades de materiales, que es precisamente lo que significa sus siglas: *Material Requirement Planning*. Actúa a partir del que denominaremos *Plan Maestro de*

Producción. Con él y la lista de materiales, las rutas de fabricación y los datos de los centros de trabajo e inventarios, efectuaremos el proceso de explosión de necesidades considerando que la capacidad es infinita en primera instancia.

2.2.8 Justo a Tiempo (Just-in-Time)

Chase, Jacobs y Alquilano (2005) definen que “Una operación justo a tiempo también está sustentada en la idea de que no produciremos nada sino hasta que se necesite”.

2.2.9 Inventario

Navarro (Navarro, 1999) Define inventario como la acumulación de materiales que posteriormente serán usados para satisfacer una demanda future. También hace mención que la teoría de inventarios consiste en planear y controlar el volume del flujo de materiales en una empresa desde los proveedores, hasta la entrega a los consumidores.

2.2.10 Tipos de Inventario

Los autores (Heizer & Barry, 2009) dan a conocer que a fin de cumplir con las funciones del inventario, la mayoría de empresas manufactureras mantienen cuatro tipos de inventario: inventario de materias primas; inventario de trabajo en proceso; inventario para mantenimiento, reparación y operaciones e inventario de productos terminados.

a) El inventario de materias primas se compró, pero no se ha procesado. Este tipo de inventario se usa generalmente para separar a los proveedores del proceso de producción. Sin embargo, el enfoque preferido consiste en eliminar la variabilidad en cantidad, en calidad o en tiempo de entrega por parte del proveedor.

b) El inventario de trabajo en proceso (en inglés, work in process, WIP), es de componentes o materias primas que han sufrido ciertos cambios pero no están terminados. El WIP existe por el tiempo requerido para hacer un producto (llamado tiempo del ciclo). Reducir el tiempo del ciclo disminuye el inventario. Con frecuencia esta tarea

no es difícil: durante la mayor parte del tiempo en que un producto “se hace”, en realidad está ocioso.

- c) **Los inventarios dedicados a suministros de mantenimiento, reparación y operaciones (en inglés, maintenance, repair and operations, MRO)**, son necesarios para mantener productivos la maquinaria y los procesos. Estos inventarios existen porque no se conocen la necesidad y los tiempos de mantenimiento y reparación de algunos equipos. Aunque la demanda del inventario MRO suele ser una función de los programas de mantenimiento, es necesario anticipar las demandas no programadas de MRO.
- d) **El inventario de bienes terminados**, está constituido por productos completados que esperan su embarque. Los bienes terminados pueden entrar en inventario por no conocer las demandas futuras del cliente.

2.2.11 Costos de inventarios

(Adam & Ebert, 1991) definió que un sistema de inventario debe considerar sólo aquellos costos que varían directamente con la operación al decidir cuándo y cuánto reordenar; los costos independientes de dicha operación no son pertinentes. Básicamente existen cinco tipos de costos pertinentes:

- a) **Costo del producto.-** El costo o valor del producto es la suma que se paga al proveedor por producto recibido, o los costos directos de manufactura si éste se produce. Normalmente, es igual al precio de adquisición. En algunos casos, sin embargo, se pueden incluir los costos de transporte, recepción o inspección como parte de los costos del producto.
- b) **Costos de adquisición.-** Los costos de adquisición son aquellos en los que se incurre al colocar una orden de compra, o si se trata de manufactura se consideran como costos de preparación. Estos costos varían directamente con cada orden de compra colocada. Los costos de adquisición incluyen costos de servicio de correo, probablemente las llamadas telefónicas a los proveedores, costos de mano de obra en compras y contabilidad, costos de recepción,

tiempo de cómputo para el mantenimiento de registros y abastecimientos para la elaboración de las órdenes de compra.

c) Costo de manejo de inventarios.- Los costos de manejo o de llevar inventarios son los costos reales, los que “salen del bolsillo” y se relacionan con tener inventario disponible. Estos costos incluyen los seguros, la renta de bodegas.

Tabla N° 01. Factores para determinar el costo de inventario según (Heizer & Barry, 2009)

Categoría	COSTO (y rango) como porcentaje del valor del inventario
Costo de edificio (renta o depreciación del edificio, costos de operación)	(3-10%)
Costo por manejo de materiales ((renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación)	(1-3.5%)
Costo por mano de obra (recepción, almacenamiento, seguridad)	(1-3.5)
Costo de inversión (costos de préstamos impuestos y seguros del inventario)	(6-24%)
Robo, daño y obsolescencia (mucho más en industrias de cambio rápido como las computadores personajes y los teléfonos celulares)	(2-5%)
Costo globales por manejo	26%
Nota: Todas las cifras son aproximadas, puesto que varían en forma considerable según la naturaleza del negocio, su ubicación y las tasas de interés vigentes. Cualquier costo de mantener el inventario menor al 15% es dudoso, porque los costos anuales de mantener el inventario a menudo se acercan al 40% del valor del inventario y aún más en industrias de alta tecnología y moda.	

Elaboración. Propia

2.2.12 Demanda

Mankiw (Mankiw, 2012) define la demanda como "La cantidad de un bien que los compradores quieren y pueden comprar", en síntesis, una definición de demanda que se puede extraer de todos estos aportes o propuestas, y que en lo personal sugiero, es la siguiente:

"La demanda es la cantidad de bienes y/o servicios que los compradores o consumidores están dispuestos a adquirir para satisfacer sus necesidades o deseos, quienes además, tienen la capacidad de pago para realizar la transacción a un precio determinado y en un lugar establecido".

2.2.13 Demanda dependiente e independiente

a) Demanda dependiente

Correspondiente a los productos terminados y en consecuencia generada por las órdenes establecidas directamente por los clientes; es decir, la demanda exterior de la fábrica.

b) Demanda independiente

Es la demanda que surge al elaborar ciertos productos que genera nuevas necesidades de materiales y componentes.

De los dos tipos de demanda, solo es aleatoria la independiente, que viene fijada por el plan de producción tras aplicar técnicas de prevision, ya que la dependiente se puede obtener directamente de aquélla, mediante un procedimiento de cálculo, en función de los componentes que son necesarios para la elaboración de los llamados artículos finales. (Tejero, Logística integral, 2007)

a. Formulación de la hipótesis

El desarrollo del planeamiento y programación de abastecimiento de materiales de la producción de concreto premezclado utilizando programación lineal para la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara S.R.L – La Colpa incrementará su utilidad.

CAPITULO 3

METODOLOGIA

3.1 Operacionalización de Variables

Modelo	$Y = f(x)$
Variable independiente (X)	: Modelo de planeamiento de producción
Variable dependiente (Y)	: Incremento de utilidad

3.2 Tipo de Diseño de Investigación

La presente investigación, tomando en cuenta su tipo se considera aplicada.

Según (Cacñahuaray, 2007) la investigación aplicada es aquella que se nutre de la básica para resolver problemas concretos; su desarrollo depende del nivel de desarrollo y logros de la investigación básica; se interesa problemas cuya resolución encierra posibilidades de utilización práctica (p.163).

Considerando el alcance de la investigación el presente trabajo inicia siendo exploratoria, pasando por una fase descriptiva, correlacional y terminando en explicativa.

Como indica (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010) los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen dudas.

Las exploraciones proveen datos para que sean clasificados, ordenados, analizados e interpretados con el fin de descubrir ideas y relaciones nuevas. (Cacñahuaray, 2007)

Como se cita en (Torres, 2006) Se deben describir aquellos aspectos más característicos, distintivos y particulares de estas personas, situaciones o cosas, o sea, aquellas propiedades que las hacen reconocibles a los ojos de los demás. Una de las funciones principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto.

Al hablar de los estudios correlacionales, según (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010) este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. En ocasiones solo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio relaciones entre tres, cuatro o más

variables. Los estudios correlacionales, al evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, miden cada una de ellas y, después, cuantifican y analizan la vinculación.

Bajo un enfoque de investigación explicativa detalla (Cacñahuaray, 2007) el objetivo central de este tipo de investigación es ofrecer una explicación. Es decir, despliega lo interno o lo no evidente de la realidad; amplía el horizonte de entendimiento de un fenómeno, lo ilumina o nos permite ver más allá de lo objetiva y sensorialmente posible.

Por su explicación el proyecto de investigación es longitudinal.(Cacñahuaray, 2007) recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos por lo común se especifican de antemano.

Y según el tipo de diseño es no experimental.

La investigación es de tipo no experimental – transeccional (transversal), no se va a manipular las variables de estudio, la información a recolectar será de hechos pasados, de las experiencias de los trabajadores de la empresa, para conocer la real situación del sistema de gestión de residuos sólidos en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (p. 208).

3.3 Material de Estudio

3.3.1 Unidad de Estudio.

Todo el conjunto de operaciones relacionadas al abastecimiento de la materia prima para el proceso de producción del concreto premezclado de la empresa.

3.3.2 Población.

Constituyen las diferentes áreas integradas en la empresa para el abastecimiento de materia prima de la empresa.

3.3.3 Muestra.

Por conveniencia se analizará el conjunto del área de planificación de la producción del concreto de la empresa.

3.4 Técnicas, Procedimientos e Instrumentos

3.4.1 De recolección de información.

En la siguiente tabla se muestra las técnicas e instrumentos para la recolección de información para la presente investigación, según el método cualitativo se optó por el análisis de documentos; para el método cuantitativo se realizó entrevista, observación sistemática y pruebas estadísticas.

Tabla N° 02. Técnicas de recolección cualitativa y cuantitativo

METODO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	INSTRUMENTOS DE REGISTRO
Cualitativo	Análisis de documentos	Registros internos	Excel, libreta, formato, calculadora, lapicero.
	Entrevista	Guía de entrevista	Libreta, formatos, cámara, lapicero, cronómetro.
Cuantitativo	Observación sistemática	Lista de cotejo Guía de observación	Excel, Word, registros, documentarios.
	Pruebas estadísticas	Registros Internos	Excel, libreta, calculadora, lapicero.

Elaboración: Propia

A continuación se muestra detalladamente las técnicas utilizados en la presente investigación los cuales facilitaran la recolección de datos.

Tabla N° 03. Detalle de Técnicas de recolección de datos.

TECNICA	JUSTIFICACION	APLICADO EN
Entrevista	Permitirá identificar la situación inicial de la empresa, así como las principales deficiencias en el sistema de planeamiento y producción..	Gerencia General. Planta de producción: Gerente de producción.
Observación Sistemática	Permitirá identificar el proceso productivo del concreto premezclado, así como las áreas que incurren en el mismo.	Planta de producción: -Proceso productivo. -Abastecimiento de MP.
Pruebas estadísticas	Revelará mediante procedimientos estadísticos, la situación de la información bajo cierto criterio de la empresa.	Datos y registros históricos de la empresa.
Análisis de documentos	El reclutamiento de información como son las facturas u órdenes de compra ha permitido tener mayor exactitud en nuestra base de datos.	Datos vaciados en hoja Excel como datos históricos para la elaboración del pronóstico.

Elaboración: Propia

CAPITULO 4

RESULTADOS

4. Propuesta de aplicación profesional

4.1 Diagnóstico Situacional de la Empresa

4.1.1 Aspectos Generales

a) Aspectos Generales

RUC: 10266989259

Razón Social: Elmer Oscar Quintana Guevara SRL

Condición: Activo

Fecha de Inicio de Actividades: Año 1997

Dirección Legal: Jr. Huanuco

Departamento: Cajamarca

Provincia / Distrito: Cajamarca / Cajamarca

Teléfono: 076343959

Gerente General: Elmer Oscar Quintana Guevara EIRL

b) Descripción de la actividad

Constructora Elmer Oscar Quintana Guevara SRL en ingeniería que se especializan en la optimización de operaciones civiles, arquitectónicas y proyectos de construcción en general.

Empresa Cajamarquina joven orientada a satisfacer las necesidades de nuestros clientes a través del desarrollo de proyectos civiles, arquitectónicos tales como Infraestructura de Transporte, Infraestructura Hidráulica, Infraestructura de Edificación, Alquiler de Maquinaria Pesada, Fabricación y Venta de Concreto Pre Mezclado Fc. (Planta Concretera) Nuestro principal objetivo es brindar un servicio de calidad, en el menor tiempo, aplicando políticas de cuidado al medio ambiente y programas de responsabilidad social; así contribuimos al desarrollo de nuestra región. Estamos confiados en proporcionar a nuestros clientes las soluciones adecuadas utilizando las herramientas y los mejores productos y servicios de una manera rentable.

Contamos con personal profesional y técnico altamente capacitado y experimentado, con amplia experiencia y conocedores de la zona (en su mayoría profesionales de la zona) los mismos que estarán encargados de la correcta ejecución de cada trabajo encomendado.

c) Misión

Constructora Elmer Oscar Quintana Guevara SRL, empresa Cajamarquina dedicada a brindar a sus clientes servicios de calidad en todas sus operaciones, en sus distintos campos de aplicación a la construcción y consultoría de obras, privilegiando una relación de confianza que se traduce en un compromiso de largo plazo. Está empeñado en contribuir al éxito de sus clientes. Para lograrlo se esfuerza en conocerlos muy bien, ofreciéndoles soluciones a sus necesidades, excediendo sus expectativas e identificando oportunidades que los ayuden a ser exitosos en sus gestiones. La calidad de la relación con sus clientes determina el futuro de la empresa.

d) Visión

Elmer Oscar Quintana Guevara SRL, empresa líder en el norte del país, en el desarrollo de proyectos de construcción, arquitectura como: Infraestructura de Transporte, Infraestructura Hidráulica, Infraestructura de Edificación, Alquiler de Maquinaria Pesada, Fabricación y Venta de Concreto Pre Mezclado Fc. (Planta Concretera), mejorando siempre la calidad de nuestros servicios, fomentando la práctica de valores y teniendo como prioridad la seguridad, la calidad, la protección del medio ambiente y la responsabilidad social.

e) Organigrama

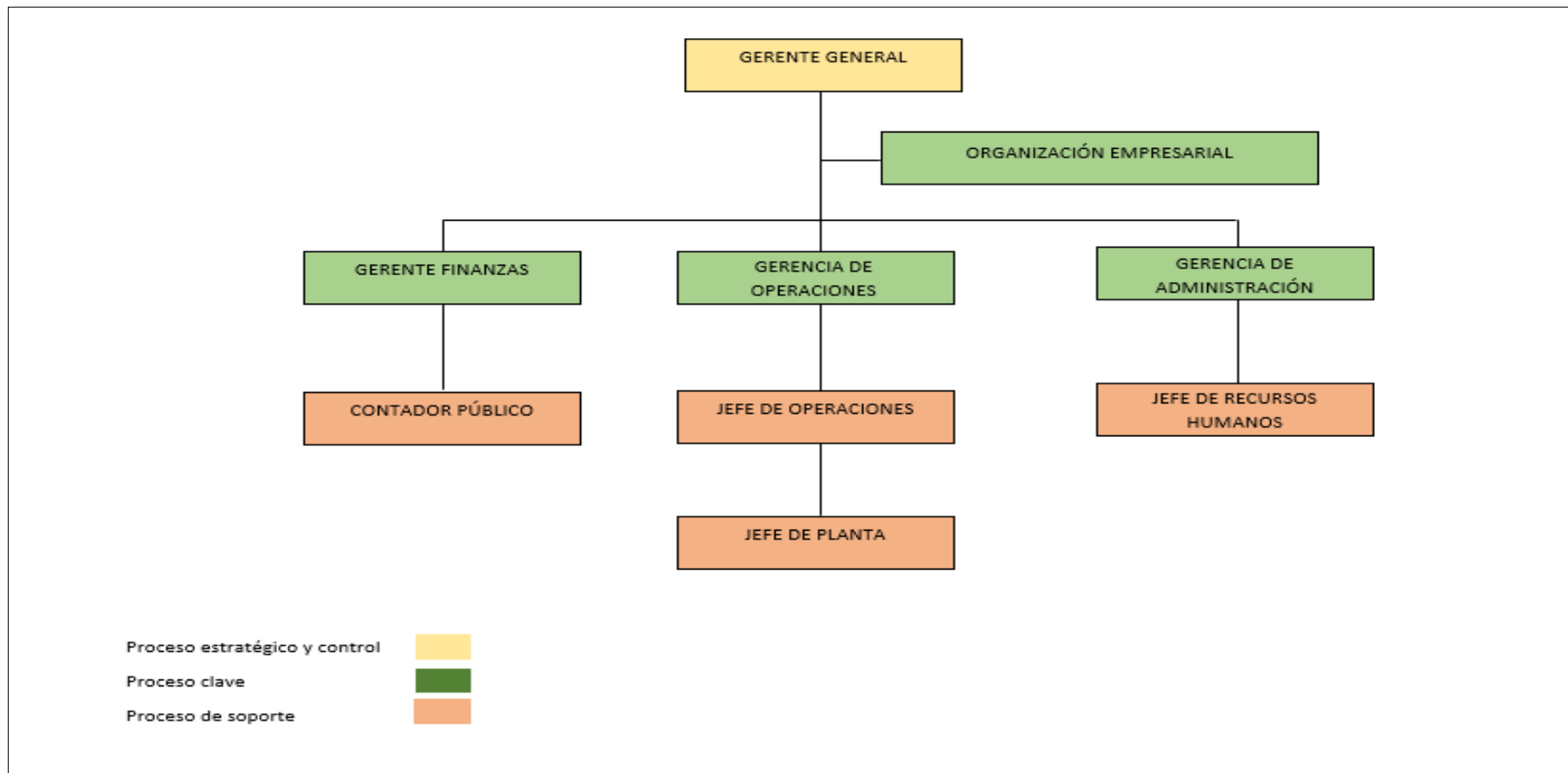


Figura N° 2. Organigrama Elmer Oscar Quintana SRL Cajamarca

Fuente: Elmer Oscar Quintana SRL

Elaboración: Propia

4.1.2 Análisis de la demanda

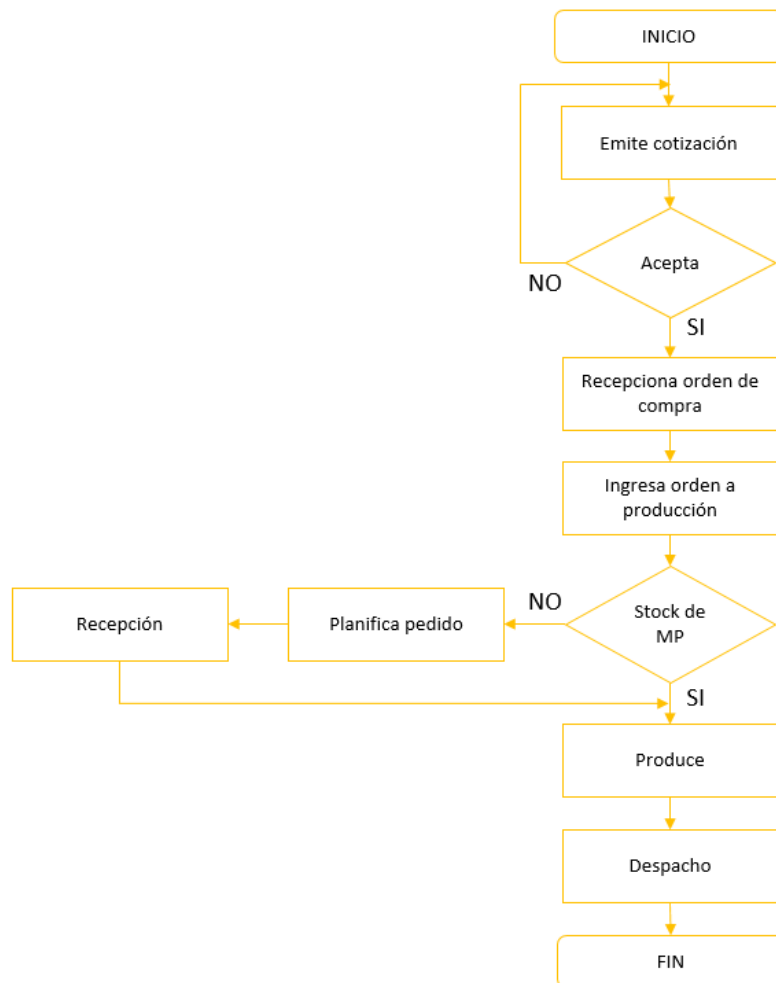
4.1.2.1 Análisis de las ventas

Es de vital importancia conocer los pasos que sigue el área determinada de ventas ya que, una de las características principales de la empresa en cuestión, es su metodología de trabajo en base a las órdenes de compra, proceso en el cual inicia su abastecimiento de materiales, de igual modo, haciendo uso de su registro de ventas podremos identificar las proyecciones en base a la cual se desarrollará el presente estudio.

a) Descripción del proceso de venta

El proceso de venta inicia con el envío de la cotización de acuerdo a la solicitud de cantidades y condiciones brindadas por el cliente, una vez aceptada dicha cotización, se recepciona la correspondiente orden de compra en base a la cual, inicia el proceso de planificación.

Figura N° 03. Diagrama de proceso de venta de concreto premezclado.



Fuente: Elaboración propia.

b) Data histórica de ventas

Es necesario analizar la data histórica de ventas para poder determinar la tendencia que generan estos datos para poder identificar aquellos datos de proyección que nos ayudaran con el proceso de planificación para etapas futuras. Mientras mayor sea el número de datos evaluados, menor será el error de estimación de datos futuros. Para el caso actual se tomarán los datos obtenidos por las ventas correspondiente al periodo comprendido entre febrero de 2014 a mayo de 2017 según cada producto de abastecimiento, como indica la tabla N° 05.

Tabla n°04. Demanda histórica de los tipos de concreto abastecidos en el periodo a evaluación.

MES	F'C 210	F'C 280	F'C 100	F'C 175	F'C 245
feb-14	32	0	0	0	0
mar-14	144	0	0	0	0
abr-14	200	0	0	30	0
may-14	562	0	0	0	0
jun-14	57	0	0	0	0
jul-14	802.25	0	29	14	63
ago-14	449.5	0	79	12	14
sep-14	482.5	160	5	16	34
oct-14	174	381	5	38.5	106
nov-14	2035.6	577	27	80	0
dic-14	1694.5	21	0	58	26
ene-15	38	0	0	0	0
feb-15	101	0	0	0	25
mar-15	86.5	0	0	0	0
abr-15	0	0	0	560	0
may-15	0	0	0	845	0
jun-15	0	0	0	203.5	0
jul-15	256	157	0	0	0
ago-15	75.65	0	0	0	0
sep-15	172	0	0	0	0
oct-15	52	59.5	74.9	0	0
nov-15	273	45.5	39	0	68.5
dic-15	279	96	41	0	111
ene-16	239.5	243	53	0	44
feb-16	19.5	357	68	0	210
mar-16	161	120	0	0	5
abr-16	0	0	33	0	50.5
may-16	49	14	74	98	82
jun-16	0	0	0	36	0
jul-16	570	0	0	180	0
ago-16	470	0	0	0	0
sep-16	483	248	100	0	87
oct-16	386.5	161	0	245	0
nov-16	327	216	0	176	0
dic-16	153	0	0	0	0
ene-17	162.6	0.0	126.0	217.0	0.0
feb-17	238.0	35.9	0.0	0.0	145.0

mar-17	116.6	19.1	320.0	0.0	432.0
abr-17	462.0	0.0	218.0	320.0	132.0
may-17	1240.0	0.0	0.0	0.0	467.0

Elaboración: Propia.

A partir de los datos mostrados en la tabla 04, se elabora el gráfico N° 03 para una mejor visión del comportamiento de las ventas por cada tipo de concreto considerado para la investigación actual.

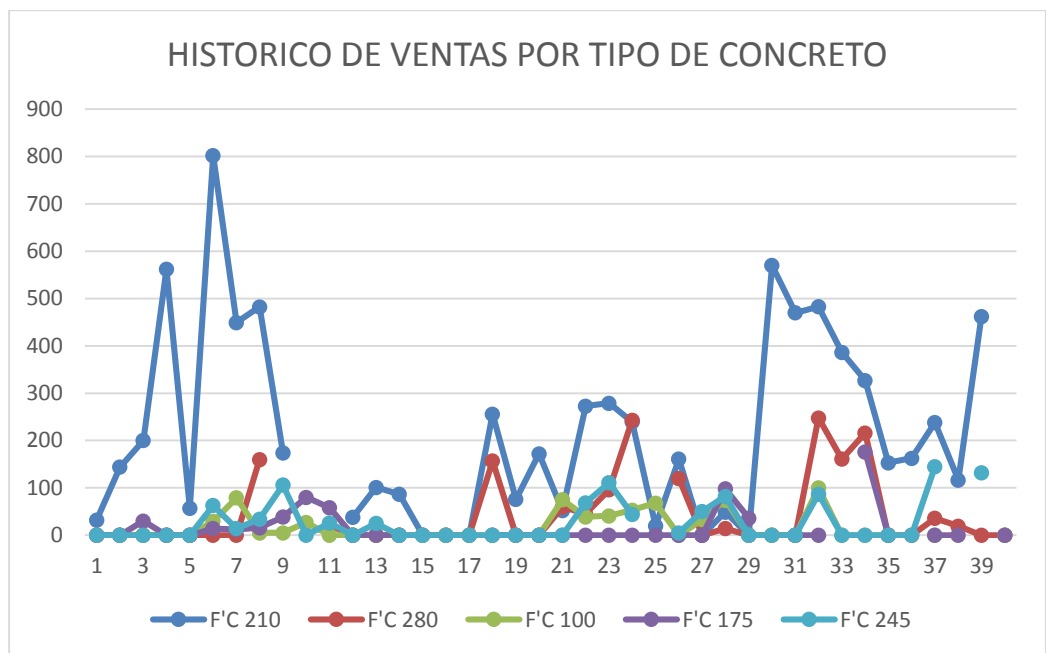


Figura N° 04. Demanda de producción de concreto premezclado en la ciudad de Cajamarca.

Elaboración: Propia.

Se puede identificar la existencia de datos atípicos los cuales son causados por factores excepcionales; de ser considerados para la elaboración de la proyección de ventas generaría un alejamiento de la realidad del comportamiento de las ventas y el pronóstico proyectado tendría un error mayor por lo cual es necesaria la identificación y eliminación de dichos datos atípicos a fin de buscar una mayor exactitud.

c) Eliminación de datos atípicos

Haciendo uso del software estadístico Minitab, procedemos a la introducción de datos y por medio de un gráfico de cajas identificamos aquellos datos atípicos cuya eliminación es necesaria para el correcto análisis de los datos históricos de ventas, obteniendo como resultado lo mostrado en la figura N° 03.

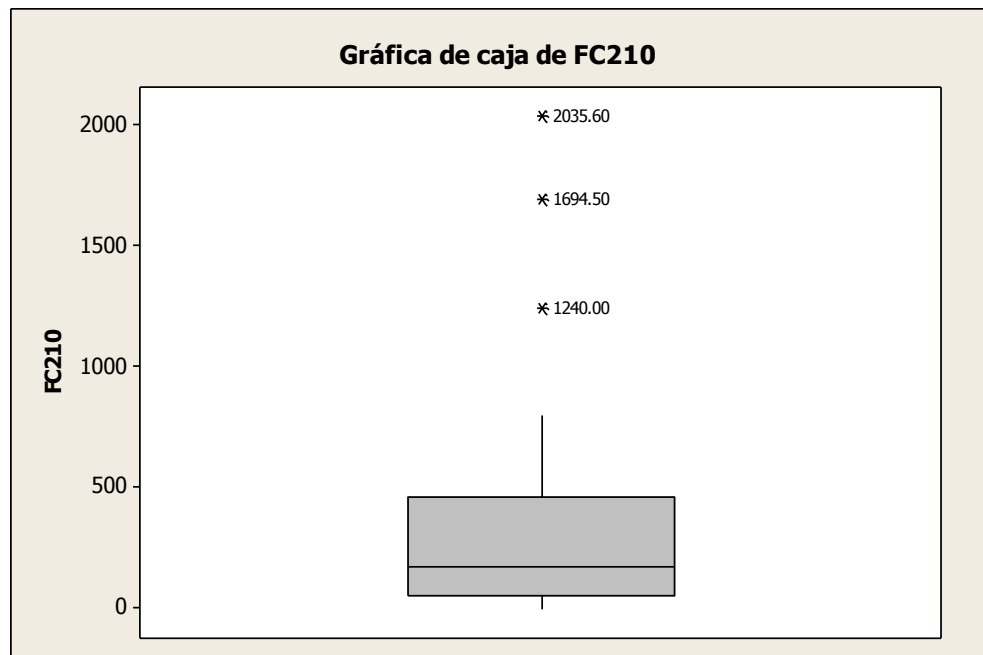


Figura N° 05. Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 210 Kg/cm².

Como en el caso del concreto premezclado tipo F'C 210 kg/cm², se ha identificado la existencia de tres datos atípicos los cuales no deben ser considerados para la evaluación de los datos para la elaboración del pronóstico proyectado.

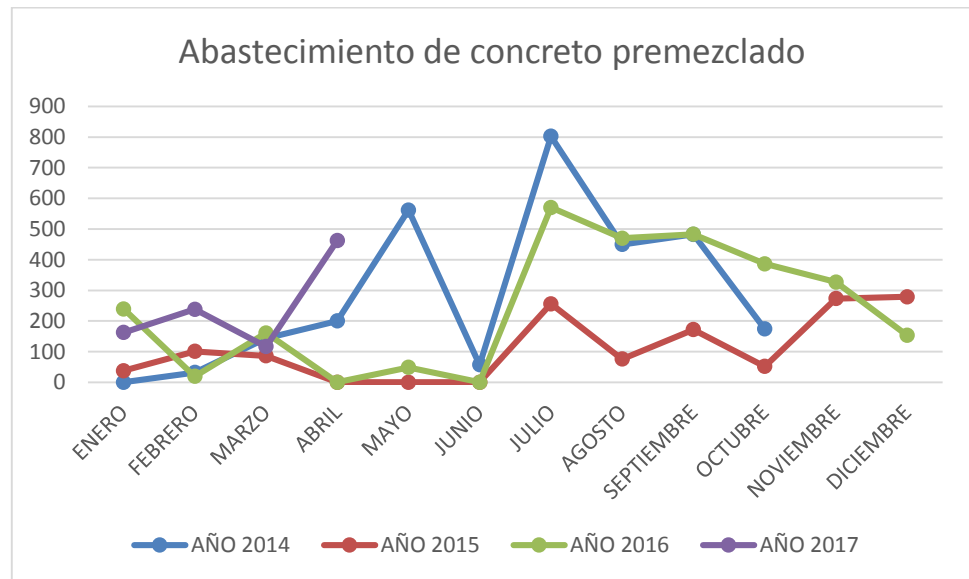


Figura N° 06. Gráfico de ventas de concreto después de eliminación de datos atípicos.

Como se puede apreciar en la figura N°05 las ventas de concreto premezclado presenta cierta estacionalidad en los meses de febrero, mostrando un ligero crecimiento respecto al mes anterior y un decrecimiento para el mes de junio, del mismo modo existe una tendencia creciente en el mes de julio para luego decrecer nuevamente en el mes de agosto, seguido de un nuevo crecimiento para el mes de septiembre.

Considerando lo que se detalla precedentemente, el patrón de la demanda presenta periodos estacionales por lo cual es necesaria la des estacionalización de los datos de ventas.

4.1.2.2. Pronóstico de ventas

Para toda empresa es necesario trabajar en base a pronósticos estimados para la determinación de su sistema de planificación, como en el caso de estudio actual, haciendo uso de un pronóstico de ventas estimado, podremos identificar los niveles de inventario adecuados para el sistema de producción.

Una vez que se analiza la data histórica de ventas, se identifica la presencia de periodos estacionales por lo cual se decide realizar el pronóstico por el método de la descomposición de serie de tiempo ya que dicho método nos permite separar en componentes de estacionalidad y tendencia lineal a la serie, generando una ampliación de datos siguiendo los factores determinados. Se utilizará el esquema del modelo aditivo considerando su principio de independencia con la cual se indica que la variación residual es independiente de los demás componentes.

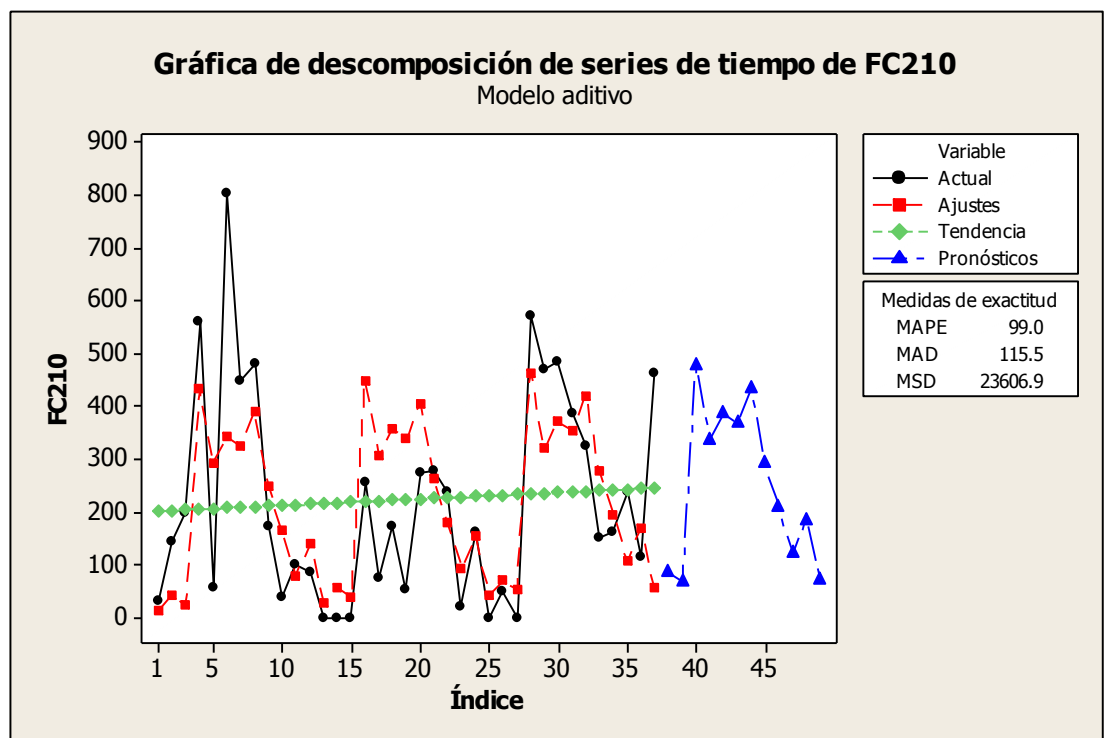


Figura N°07. Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 210 kg/cm².

Como se aprecia en la figura N°06, se desestacionalizan los datos históricos mostrando el ajuste en base al cual, se determina la proyección de un pronóstico para los siguientes 12 meses.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la determinación de pronóstico para cada tipo de concreto con la proyección mencionada.

Tabla N° 05. Pronostico proyectado de ventas por cada tipo de concreto premezclado.

Periodo	210	280	100	175	245
38	86.629	2.112	4.17	42.12	44.5452
39	67.021	7.148	19.0358	10.718	64.196
40	479.077	86.603	40.444	57.562	26.3884
41	334.667	132.22	4.24	28.115	27.9142
42	387.074	89.59	4.49	102.22	26.4191
43	367.907	68.148	4.7692	15.658	42.8407
44	435.229	135.163	10.0567	38.711	46.3769
45	291.339	92.179	47.0609	42.097	80.6006
46	208.804	156.44	38.1234	36.67	61.1264
47	122.747	91.043	24.3234	36.848	96.3605
48	185.509	23.787	31.1692	45.192	52.1571
49	70.937	24.199	41.1609	63.787	45.9329

Elaboración: Propia

4.1.2.3. Consumo de materia Prima

El concreto premezclado es elaborado en base a cemento, arena, gravilla, aditivo y arena los cuales al someterse a un proceso de mezclado de manera directa en el trompo del camión mixer, forman una mezcla espesa que se verterá de manera directa a la zona de destino. Para el caso de aplicación del presente estudio se asume que los materiales utilizados para cada tipo de concreto tienden a tener las mismas características y condiciones; sin embargo, lo que varía entre cada tipo de concreto son las dosificaciones establecidas por metro cúbico de concreto que deben cumplir con la resistencia esperada; dosificaciones que son detalladas en la tabla N° 07.

Tabla N°06. Dosificaciones por tipo de concreto.

Insumo	Unidad	F'c 210 kg/cm2	F'c 280 kg/cm2	F'c 100 kg/cm2	F'c 175 Kg/cm2	F'c 245 Kg/cm2
Cemento	Bolsas	9.2	10.8	5.7	6.24	9.88
Arena	m3	0.4683	0.4467	0.6328	0.6617	0.4245
Gravilla	m3	0.8412	0.5831	0.6419	0.5932	0.6399
Aditivo	Litros	2.25	2.852	0	1.797	2.767
Agua	Litros	153	125.4	156.8	150.7	215.7

Elaboración: Propia.

4.1.2.4. Pronóstico de materia prima

Considerando las dosificaciones indicadas por cada tipo de concreto y la demanda proyectada para los mismos, realizamos el pronóstico de la materia prima multiplicando la cantidad que se requiere por cada metro cúbico de concreto según indica la tabla N° 08 y la cantidad de metros cúbicos establecidos por la demanda proyectada.

Tabla N° 07. Pronóstico de materia prima

	Cemento	Arena	Gravilla	Aditivo	Agua
	<i>Bolsas</i>	<i>M3</i>	<i>M3</i>	<i>Litros</i>	<i>Litros</i>
Enero	1547.000	90.93	130.271	399.88	30128.82
Febrero	1504.000	80.97	120.202	368.07	29597.67
Marzo	6194.000	337.92	530.491	1501.37	104866.99
Abril	4983.000	248.92	395.881	1257.85	78707.29
Mayo	5454.000	302.98	458.271	1383.22	92264.09
Junio	4669.000	234.30	388.984	1168.83	77183.74
Julio	6221.000	315.86	504.024	1562.64	100953.61
Agosto	5004.000	269.46	405.581	1217.08	87242.83
Septiembre	4661.000	242.00	352.205	1151.01	76253.47
Octubre	3434.000	178.83	255.474	868.68	60348.95
Noviembre	2939.000	169.27	250.111	710.76	54313.82
Diciembre	2001.000	131.78	167.435	470.35	39862.37

Elaboración: Propia

4.1.2.5 Modelo de programación lineal para el manejo de inventarios de insumos

A continuación, se presenta un modelo de programación lineal para la gestión de inventarios de insumos para la fabricación de concreto premezclado con la finalidad de obtener un resultado óptimo con el manejo de los mismos tanto en su almacenamiento como en su adquisición.

De manera precedente se han venido realizando la determinación de algunos datos de importancia para la elaboración de este modelo como son las dosificaciones de materiales, recolección de datos fundamentales de los principales proveedores, pronóstico de la

demanda por cada tipo de concreto y las restricciones de abastecimiento que se tiene por parte de proveedores.

a) Definición de las variables de decisión

Las variables de decisión nos ayudarán a determinar aquello que queremos perseguir para lograr nuestra función objetivo planteada para el caso de estudio.

A continuación, se detalla todas las variables que se han considerado para el planteamiento del modelo.

Tabla N° 08. Variables de decisión del modelo de programación lineal.

Variables de decisión	
Pij	Demanda del producto i(1,2,3,4,5) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Ccij	Cemento comprado del proveedor i (1,2) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Cj	Cemento en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Acij	Arena comprada del proveedor i (1,2) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Aj	Arena en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Pcij	Piedra comprada del proveedor i (1,2) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Pij	Piedra en el mes i (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Dcij	Aditivo comprado del proveedor i (1,2) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Dj	Aditivo en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Cpij	Cemento para el producto i (1,2,3,4,5) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Apij	Arena para el producto i (1,2,3,4,5) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Ppij	Piedra para el producto i (1,2,3,4,5) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Dpij	Aditivo para el producto i (1,2,3,4,5) en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Csj	Cemento sobrante en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Asj	Arena sobrante en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Psj	Piedra sobrante en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Dsj	Aditivo sobrante en el mes j (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)

Elaboración: Propia

b) Definición de la función objetivo

La función objetivo del presente caso persigue el maximizar las utilidades obtenidas a lo largo de unos años considerando una producción en base a lo pronosticado y con la suposición de costos planteados.

Tabla N° 09. Factores y Variables de la función objetivo

FACTOR	VARIABLES
+ 850.27	P11,P12,P13,P14,P15,P16,P17,P18,P19,P110,P111,P112
+ 913.91	P21,P22,P23,P24,P25,P26,P27,P28,P29,P210,P211,P212
+ 761.30	P31,3P32,P33,P34,P35,P36,P37,P38,P39,P310,P311,P312
+ 789.65	P41,P42,P43,P44,P45,P46,P47,P48,P49,P410,P411,P412
+ 875.20	P51,P52,P53,P54,P55,P56,P57,P58,P59,P510,P511,P512
- 24.80	CC11,CC12,CC13,CC14,CC15,CC16,CC17,CC18,CC19,CC110,CC111,CC112
- 20.501	CC21,CC22,CC23,CC24,CC25,CC26,CC27,CC28,CC29,CC210,CC211,CC212
- 45.00	AC11,AC12,AC13,AC14,AC15,AC16,AC17,AC18,AC19,AC110,AC111,AC112
- 47.00	AC21,AC22,AC23,AC24,AC25,AC26,AC27,AC28,AC29,AC210,AC211,AC212
- 40.00	PC11,PC12,PC13,PC14,PC15,PC16,PC17,PC18,PC19,PC110,PC111,PC112
- 45.20	PC21,PC22,PC23,PC24,PC25,PC26,PC27,PC28,PC29,PC210,PC211,PC212
- 7.5	DC11,DC12,DC13,DC14,DC15,DC16,DC17,DC18,DC19,DC110,DC111,DC112
- 0.7	CS1,CS2,CS3,CS4,CS5,CS6,CS7,CS8,CS9,CS10,CS11,CS12
- 1.2	AS1,AS2,AS3,AS4,AS5,AS6,AS7,AS8,AS9,AS10,AS11,AS12
- 1.2	PS1,PS2,PS3,PS4,PS5,PS6,PS7,PS8,PS9,PS10,PS11,PS12
- 0.025	DS1,DS2,DS3,DS4,DS5,DS6,DS7,DS8,DS9,DS10,DS11,DS12

Elaboración: Propia

c) Construcción del sistema de restricciones

- Niveles de producción por tipo de concreto

Tabla N° 10. Niveles de producción por tipo de concreto.

F'C 210 Kg/cm2	F'C 280 Kg/cm2	F'C 100 Kg/cm2	F'C 175 Kg/cm2	F'C 245 Kg/cm2
P11=86.62	P21=2	P31=4.16	P41=42.12	P51=44.54
P12=67.02	P22=7.14	P32=19.03	P42=10.71	P52=64.20
P13=479.07	P23=86.6	P33=40.44	P43=57.56	P53=26.39
P14=334.67	P24=132.22	P34=4.24	P44=28.12	P54=27.91
P15=387.07	P25=89.59	P35=4.49	P45=102.22	P55=26.42
P16=367.9	P26=68.15	P36=4.77	P46=15.66	P56=42.84
P17=435.22	P27=135.16	P37=10.05	P47=38.71	P57=46.38
P18=291.33	P28=92.18	P38=47.06	P48=42.09	P58=80.60
P19=208.80	P29=156.44	P39=38.12	P49=36.67	P59=61.12
P110=122.74	P210=91.04	P310=24.32	P410=36.85	P510=96.36
P111=185.50	P211=23.79	P311=31.17	P411=45.19	P511=52.16
P112=70.93	P212=24.19	P312=41.16	P412=63.79	P512=45.93

Elaboración: Propia

- **Gestión de inventarios: ingresos y salidas**

Tabla N° 11. Gestión de inventarios mes 01.

MES 01	
Cemento	CC11+CC21-CP11-CP21-CP31-CP41-CP51-CS1=0
Arena	AC11+AC21-AP11-AP21-AP31-AP41-AP51-AS1=0
Piedra	PC11+PC21-PP11-PP21-PP31-PP41-PP51-PS1=0
Aditivo	DC11- DP11-DP21-DP31-DP41-DP51-DS1=0

Elaboración. Propia

Tabla N° 12. Gestión de inventarios mes 02

MES 02	
Cemento	CS1+CC12+CC22- CP12-CP22-CP32-CP42-CP52-CS2=0
Arena	AS1+AC12+AC22- AP12-AP22-AP32-AP42-AP52-AS2=0
Piedra	PS1+PC12+PC22- PP12-PP22-PP32-PP42-PP52-PS2=0
Aditivo	DS1+DC12- DP12-DP22-DP32-DP42-DP52-DS2=0

Elaboración. Propia

- **Composición de producto final por materiales**

Tabla N° 13. Composición de concreto F'c 210 kg//cm2.

CONCRETO F'C 210 KG/CM2			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	ADITIVO
9.2P11-CP11=0	0.4683P11-AP11=0	0.8412P11-PP11=0	2.25P11-DP11=0
9.2P12-CP12=0	0.4683P12-AP12=0	0.8412P12-PP12=0	2.25P12-DP12=0
9.2P13-CP13=0	0.4683P13-AP13=0	0.8412P13-PP13=0	2.25P13-DP13=0
9.2P14-CP14=0	0.4683P14-AP14=0	0.8412P14-PP14=0	2.25P14-DP14=0
9.2P15-CP15=0	0.4683P15-AP15=0	0.8412P15-PP15=0	2.25P15-DP15=0
9.2P16-CP16=0	0.4683P16-AP16=0	0.8412P16-PP16=0	2.25P16-DP16=0
9.2P17-CP17=0	0.4683P17-AP17=0	0.8412P17-PP17=0	2.25P17-DP17=0
9.2P18-CP18=0	0.4683P18-AP18=0	0.8412P18-PP18=0	2.25P18-DP18=0
9.2P19-CP19=0	0.4683P19-AP19=0	0.8412P19-PP19=0	2.25P19-DP19=0
9.2P110-CP110=0	0.4683P110-AP110=0	0.8412P110-PP110=0	2.25P110-DP110=0
9.2P111-CP111=0	0.4683P111-AP111=0	0.8412P111-PP111=0	2.25P111-DP111=0
9.2P112-CP112=0	0.4683P112-AP112=0	0.8412P112-PP112=0	2.25P112-DP112=0

Elaboración. Propia

- **Limitaciones de abastecimiento**

Tabla N° 14. Limitaciones de abastecimiento

VARIABLES	FACTOR
CC21,CC22,CC23,CC24,CC25,CC26,CC27,CC28,CC29,CC210,CC211,CC212	<8400
AC11,AC12,AC13,AC14,AC15,AC16,AC17,AC18,AC19,AC1100,AC111,AC112	<900
AC21,AC22,AC23,AC24,AC25,AC26,AC27,AC28,AC29,AC210,AC211,AC212	<540
PC11,PC12,PC13,PC14,PC15,PC16,PC17,PC18,PC19,PC110,PC111,PC112	<900
PC21,PC22,PC23,PC24,PC25,PC26,PC27,PC28,PC29,PC210,PC211,PC213	<540
DC11,DC12,DC13,DC14,DC15,DC16,DC17,DC18,DC19,DC110,DC111,DC112	<1600

Elaboración. Propia

- **Desarrollo del modelo de programación lineal**

Una vez formulado el modelo de programación lineal para la optimización de la gestión de inventarios de materia prima en base a pronósticos de venta, se procede en su resolución por medio del software Lingo System, cuya funcionalidad nos facilita la resolución del mismo.

a) Resultados obtenidos

El modelo maximiza la utilidad obtenida (fuera de costos fijos) en un valor de S/. 3,209,059.00 al año considerando las cantidades planteadas en el estudio, con los pedidos óptimos de materia prima y la gestión óptima de los mismos.

```
Global optimal solution found.
Objective value:                3209059.
Infeasibilities:                 0.000000
Total solver iterations:         85
Elapsed runtime seconds:        0.14
```

- **Adquisición de cemento**

Uno de los factores de análisis de factor de decisión para el desarrollo óptimo del modelo es la adquisición de cantidades de cemento a solicitar y el proveedor del cual es más factible realizar la compra. Según el desarrollo del modelo planteado, la solución óptima se refleja

en los valores presentados en la tabla numero 10 realizando comprar únicamente del proveedor 2. Para que resulte rentable realizar adquisiciones al proveedor 1, el coeficiente objetivo de la variable debe mejorar en 4.299.

Tabla N° 15. Resultados de la compra de cemento.

VARIABLE	VALOR	COSTO REDUCIDO
CC11	0	4.299
CC12	0	4.299
CC13	0	4.299
CC14	0	4.299
CC15	0	4.299
CC16	0	4.299
CC17	0	4.299
CC18	0	4.299
CC19	0	4.299
CC110	0	4.299
CC111	0	4.299
CC112	0	4.299
CC21	1546.0	0
CC22	1504.0	0
CC23	6194.0	0
CC24	4983.0	0
CC25	5454.0	0
CC26	4669.0	0
CC27	6221.0	0
CC28	5003.0	0
CC29	4661.0	0
CC210	3434.0	0
CC211	2939.0	0
CC212	2001.0	0

Elaboración: Propia.

- Adquisición de arena

Con respecto a la adquisición de cubo de material Arena, la decisión óptima según lo planteado es la compra de dichos insumos al proveedor 1 según las cantidades indicadas en la tabla numero 11 para cubrir la demanda establecida según pronóstico. Para que resulte

rentable realizar adquisiciones al proveedor 2, el coeficiente objetivo de la variable debe mejorar en 2.00.

Tabla N° 16. Resultados de la compra de arena.

VARIABLE	VALOR	COSTO REDUCIDO
AC11	91	0.00
AC12	81	0.00
AC13	338	0.00
AC14	249	0.00
AC15	303	0.00
AC16	235	0.00
AC17	316	0.00
AC18	270	0.00
AC19	242	0.00
AC110	179	0.00
AC111	170	0.00
AC112	132	0.00
AC21	0.0	2.00
AC22	0.0	2.00
AC23	0.0	2.00
AC24	0.0	2.00
AC25	0.0	2.00
AC26	0.0	2.00
AC27	0.0	2.00
AC28	0.0	2.00
AC29	0.0	2.00
AC210	0.0	2.00
AC211	0.0	2.00
AC212	0.0	2.00

Elaboración: Propia.

- Adquisición de piedra

La adquisición de la piedra, bajo una mirada de optimización, según las cantidades consideradas en el modelo actual formulado, debe ser adquirida en su totalidad del proveedor 1 y en las cantidades detalladas en la tabla numero 12. Para que resulte rentable realizar adquisiciones al proveedor 2, el coeficiente objetivo de la variable debe mejorar en 5.20.

Tabla N° 17. Resultados de la compra de piedra.

VARIABLE	VALOR	COSTO REDUCIDO
PC11	131	0.00
PC12	121	0.00
PC13	531	0.00
PC14	396	0.00
PC15	459	0.00
PC16	389	0.00
PC17	505	0.00
PC18	406	0.00
PC19	353	0.00
PC110	256	0.00
PC111	251	0.00
PC112	168	0.00
PC21	0.0	5.20
PC22	0.0	5.20
PC23	0.0	5.20
PC24	0.0	5.20
PC25	0.0	5.20
PC26	0.0	5.20
PC27	0.0	5.20
PC28	0.0	5.20
PC29	0.0	5.20
PC210	0.0	5.20
PC211	0.0	5.20
PC212	0.0	5.20

Elaboración: Propia.

- **Compra de aditivo**

Bajo la consideración de que en el presente caso de estudio se está considerando únicamente la existencia de un proveedor, se evaluará las cantidades optimas de adquisición del mismo para poder cubrir en su totalidad la demanda estimada de productos finales, valores que son mostrados a continuación en la tabla número 18

Tabla N° 18. Resultados de la compra de cemento.

VARIABLE	VALOR	COSTO REDUCIDO
DC11	400	0.00
DC12	369	0.00
DC13	1502	0.00
DC14	505	0.00
DC15	1384	0.00
DC16	1169	0.00
DC17	1563	0.00
DC18	1218	0.00
DC19	1151	0.00
DC110	869	0.00
DC111	711	0.00
DC112	471	0.00

Elaboración: Propia.

CAPITULO 5

DISCUSIÓN

Discusión

En la presente investigación se buscó principalmente, determinar la aplicación de un algoritmo matemático basado en un modelo de programación lineal que nos permita planificar y programar el abastecimiento de materia prima para la producción de concreto premezclado en la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara con proyección de producción estimada a un año.

Cabe destacar que la empresa analizada no presentaba ningún modelo o método de planeamiento y control establecido para un correcto desempeño del abastecimiento de materiales, por lo cual, la importancia de esta investigación data en la búsqueda de una mejora en la utilidad de la empresa centrándonos en el caso en cuestión.

En la tesis de Sánchez Sánchez Santiago Paúl (2015) se persigue, bajo la aplicación de un modelo lineal, la búsqueda de una solución al problema generado por el manejo inadecuado de inventarios de una empresa dedicada a la elaboración de suelas de poliuretano lo cual tiene como repercusión un incremento de costos operativos.

En primera instancia, se recolectó la información vital para el desarrollo del tema, que viene a ser, registro histórico de ventas a partir de febrero de 2014, dosificación exacta por producto considerando tipo y cantidad de materia prima que compone, costos que incurren en el proceso de almacenamiento y abastecimiento de materia prima e historial de proveedores.

Se desarrolló un pronóstico proyectado mensualmente de los principales productos finales vendidos. Primeramente, se eliminaron los datos atípicos mediante uso del software minitab haciendo aplicación de gráficas de cajas, esto a fin de evitar datos que afecten la proyección buscada. A continuación, bajo la metodología de serie de tiempos por descomposición se obtuvo los datos proyectados en base a los cuales se iniciará el planteamiento del modelo propuesto.

Para el desarrollo del modelo matemático planteado, se inició con la formulación de la función objetivo la cual persigue la maximización de utilidades considerando los costos de importancia que incurren en el proceso. Luego, en base a la demanda, condiciones de abastecimiento de los proveedores, dosificaciones, se realizaron las restricciones del sistema para la evaluación de condiciones reales en las que se aplicaría el modelo y no genere factores y/o valores poco adecuados al entorno de análisis.

Finalmente, mediante el modelo planteado se determinó las cantidades de abastecimiento idóneas para cada insumo requerido para la elaboración de los productos finales, por mes y por proveedor seleccionado de manera que se logre una utilidad de S/. 3,209.059.00 sin consideración de costos fijos de manera anual.

Conclusiones

- Con el modelo matemático planteado, se puede obtener una maximización de utilidades de hasta S/. 3,209,059.00 sin consideración de costos fijos al año, lo cual apoya bajo en aval económico, la toma de decisiones respecto a la gestión de inventarios basada en la demanda pronosticada.
- Mediante la gestión de inventarios y el manejo de pronósticos de demanda, la empresa elimina el riesgo de desabastecimientos por falta de insumos en inventario generando mayor confiabilidad en el abastecimiento del producto final dadas las condiciones especiales de este.
- Con el modelo matemático planteado se puede realizar la toma de decisiones óptima respecto a la adquisición de insumos bajo una escena en donde existe más de un proveedor, considerando sus limitaciones de abastecimiento y costos de afectación de la adquisición.
- El concreto premezclado es un producto cuya naturaleza le impide ser trabajado como producto final almacenable, por lo cual, la manera más adecuada de realizar una gestión de inventarios es centrándonos en los insumos fundamentales de su preparación.

Recomendaciones

- La gestión de inventarios es de vital importancia para el correcto funcionamiento de un sistema productivo por lo cual se recomienda a la empresa implementar el sistema propuesto a fin de comenzar dicho gestionamiento.
- Bajo escenarios de incertidumbre, la simulación mediante los modelos matemáticos considerando data existente, son de gran ayuda para la óptima toma de decisiones a fin de obtener un beneficio mayor hacia con la empresa.
- El modelamiento matemático intenta reflejar una situación de la realidad bajo suposiciones que el modelador considere pertinentes para su correcto desempeño, por lo cual es recomendable utilizar el mismo para futuras toma de decisiones de importancia fundamental para el desempeño de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Adam, E. E., & Ebert, R. J. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. México: Prentice - Hall Hispanoamericana.
- Arbós, L. C. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- B. B., & A. D. (2002). *Ingeniería de software orientado a objetos*. Mexico: Pearson Educación.
- BCRP. (2016). *Cajamarca: Síntesis de Actividad Económica*.
- Beltrá, R. L. (2004). *BIOINFORMÁTICA Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Madrid : Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Burga, S. C. (2013). Propuesta de diseño de una línea de producción para la fabricación de cajas de buzón en la ciudad de Piura para una empresa de prefabricados de concreto. Perú.
- Cabrera, E. P. (2013). Propuesta del programa de producción de la línea de productos líquidos no estériles. Lima, Perú.
- Cacñahuaray, S. A. (2007). *Tesis de grado y metodología de investigación en organizaciones, mercado y sociedad*. Lima: DSG Vargas S.R.L.
- Cesar José Vergara Rodríguez, H. A. (2009). *APLICACIONES DE LA LÓGICA DIFUSA EN LA PLANIFICACIÓN*. Colombia.
- César Peñaranda. (2016). CCL.
- Chase , R. B., Jacobs, R. F., & Aquilano, N. J. (2005). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. Mexico: MC GRaw Hill.
- F. H., & G. L. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. Mexico: The McGraw-Hill.
- Francisco Osoreo Sánchez . (2016). Construcción e Industria. *CAPECO*, 5.
- G. R., M. T., & J. O.-C. (2012). Programación de operaciones para el llenado de tolvas disificadoras en una empresa de concentrados. *Revista Ingeniería Universidad de Medellín*, 165-178.
- Gutierrez, O. P. (2019). *Un enfoque multicriterio para la tomade decisiones de gestión de inventarios* . Bogota .
- Heizer , J., & Barry, R. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- INEI. (2012).
- INEI. (2017). *PRODUCCIÓN NACIONAL*.
- Ipinza, F. D. (2002). *Administración y dirección de la producción* . Colombia : Pearson Educación de Colombia .
- Ipinza, F. D. (2012). *Administración de las Operaciones Productivas* . México : Pearson Educación de México, S.A de C.V .
- Leandro Hernández, A. G. (2008). Mejoramiento de los procesos. *Tecnología en Marcha*, 21(4), 64.
- M. D.-M., D. P., & J. M. (2015). A review of tactical optimization models of integrated production and transport routing planning decisions. *Computers & Industrial Engineering* , 518 - 535.
- Mankiw, N. G. (2012). *Principios de Economía* . Mexico: CENGAGE Learning.
- Nahmias, S. (2006). *Análisis de la Producción y las Operaciones*. México: Compañía Editorial Continental S.A.
- Navarro, M. J. (1999). *Investigación de Operaciones Control de Invetarios y Tería de Colas* . Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia .
- Osorio Soto, G. (2007). El sector de la construcción y los avances en la tecnología del concreto. *INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA*, 189.

- Oswaldo Chamorro Altahona, T. J. (2000). *Gestión de la Producción y Operaciones*. México: Prentice Hall.
- Ramirez, G., Torné, M., & Orejuela-Cabrera, J. (2012). Programación de operaciones para el llenado de tolvas dosificadoras en una empresa de concentrados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 165.
- S. R., & D. D. (1996). *Fundamentos de la administración*. Mexico: Prentice Hall Hispano Americana.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. B. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: The McGraw-Hill.
- Sánchez, S. P. (Abril de 2015). CONTROL DE INVENTARIOS MEDIANTE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA. Ecuador .
- Santos, M. F. (2013). Propuesta de implementación de MRP II Para una planta de confecciones textiles. Lima, Perú.
- Tacuri, H. C. (2010). Propuesta para implementar un modelo de planeación y control de la producción en la empresa de muebles el carrusel CIA LTDA. Cuenca.
- Tejero, J. J. (2007). *Logística integral*. Madrid: ESIC.
- Tejero, J. J. (2007). *Logística Integral: La Gestión Operativa de la empresa*. Madrid: ESIC.
- Toro Díaz, H. H., & Delgado Hidalgo, L. (2010). *Aplicación de un modelo de programación lineal en la optimización de un sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP) de dos escalones con restricciones de capacidad*. Colombia.
- Torres, B. C. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico: Pearson Educación.
- Universidad, C. d.-F.-I.-C. (s.f.). Obtenido de <http://files.rodrigopepe.webnode.es/200000036-3aa243b9c3/C.%20I.doc>
- Vega, M. H., & Meza, M. M. (2004). *Diseño de una metodología para la planeación y programación de la producción de café tostado y molido en la planta de Concafé - Bogotá*. Bogotá.
- Velásquez, A. (2003). Modelo de gestión de operaciones para pymes innovadores. *Revista Escuela de administración de negocios*, 66-87.

ANEXOS

Anexo 1

- Eliminación de datos atípicos

Figura N° 01. Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 210 Kg/cm².

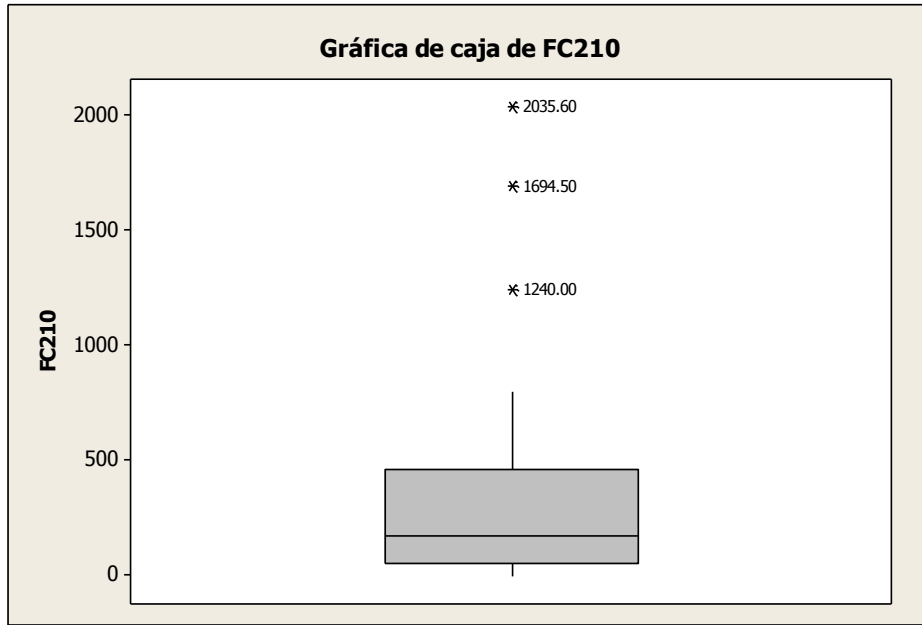


Figura N° 02. Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 280 Kg/cm².

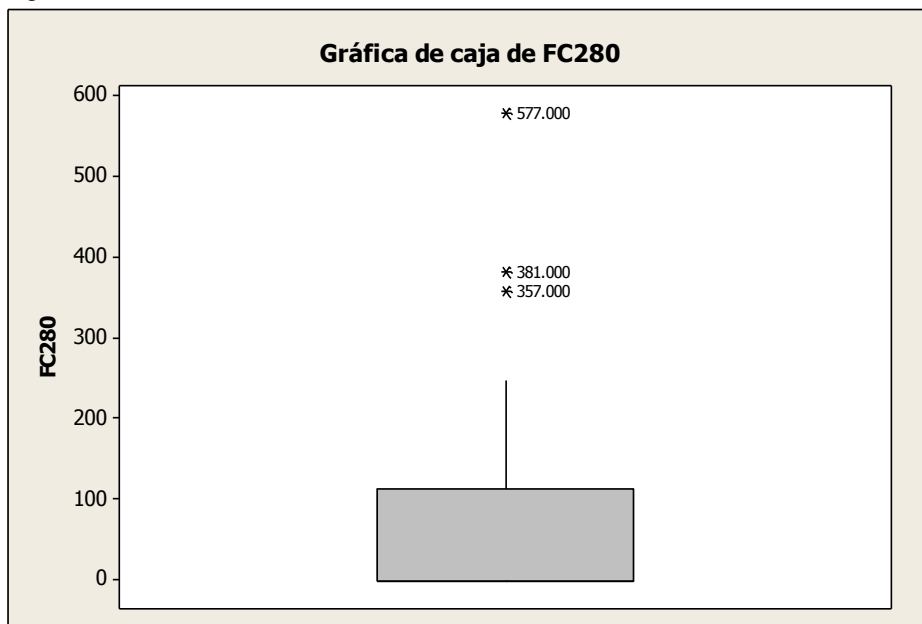


Figura N° 03. Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 100 Kg/cm2.

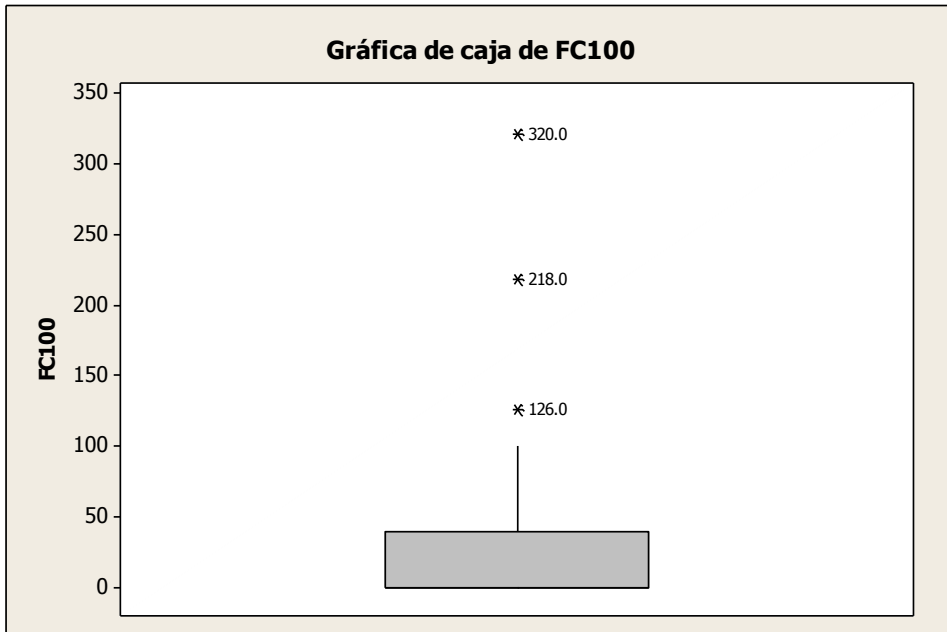


Figura N° 04. Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 175 Kg/cm2.

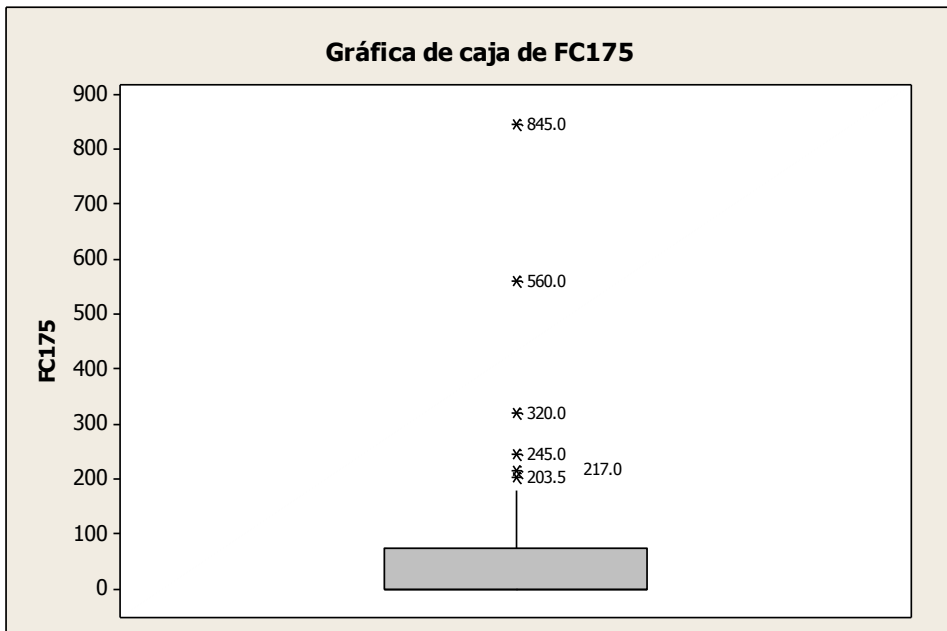
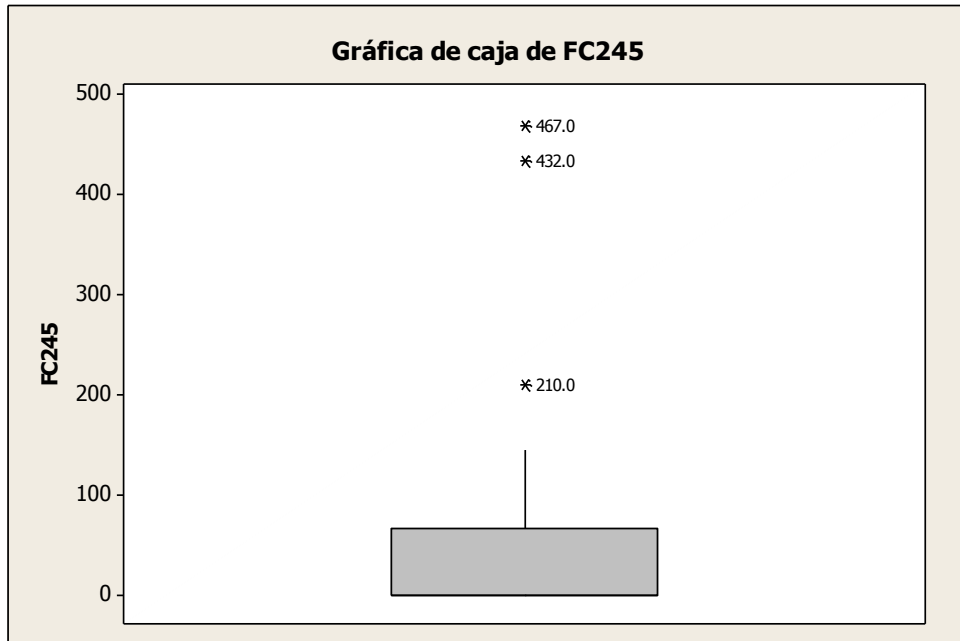


Figura N° 05. Identificación de datos atípicos por medio de gráfica de caja para el concreto F'C 245 Kg/cm².



Anexo 2

- Pronósticos

Figura N°06. Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 210 kg/cm2

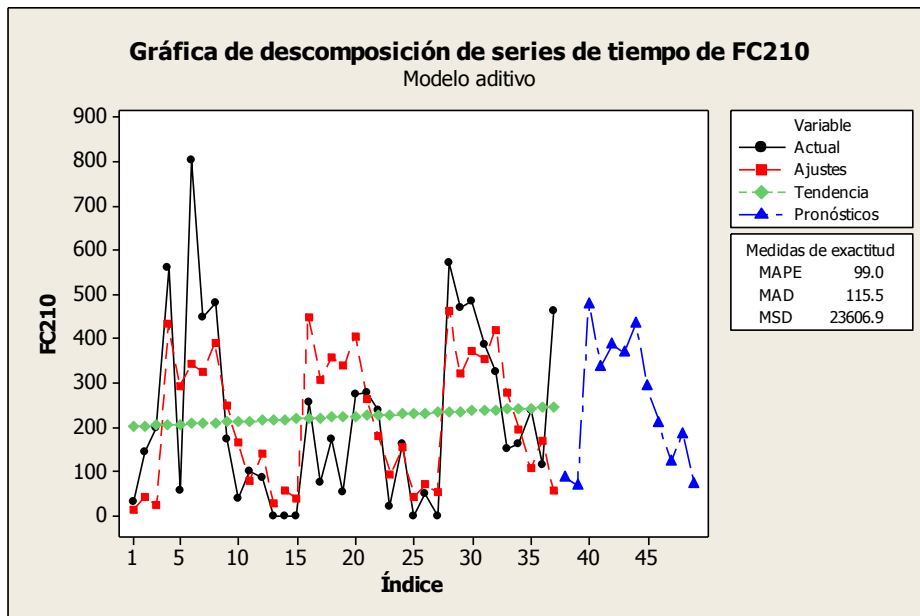


Tabla N° 01. Ecuación de tendencia ajustada

Ecuación de tendencia ajustada	de
	$Y_t = 200.2 + 1.21 * t$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°02. Índices estacionales

Índices estacionales	
Periodo	Índice
1	-188.821
2	-159.769
3	-180.592
4	230.25
5	84.625
6	135.817
7	115.436
8	181.543
9	36.439
10	-47.311
11	-134.582
12	-73.035

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°03. Medidas de exactitud

Medidas de exactitud	
MAPE	99
MAD	115.5
MSD	23606.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°04. Pronóstico F' 210

F'C 210	
PERIODO	PRONOSTICO
38	86.629
39	67.021
40	479.077
41	334.667
42	387.074
43	367.907
44	435.229
45	291.339
46	208.804
47	122.747
48	185.509
49	70.937

Figura N°07. Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 280 kg/cm2

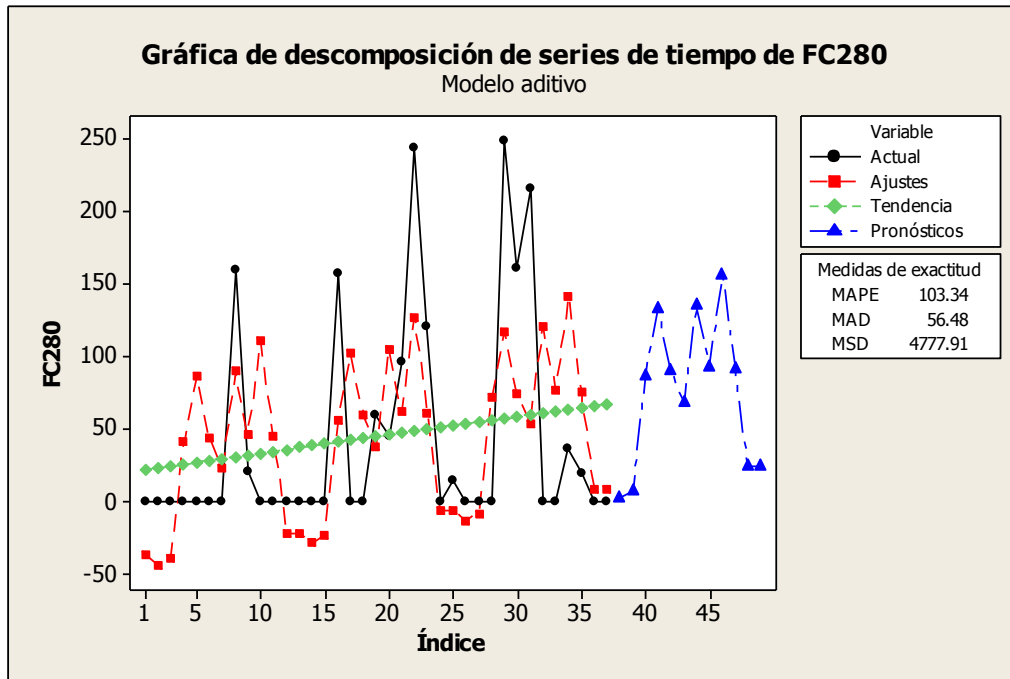


Tabla N° 05. Ecuación de tendencia ajustada

Ecuación de tendencia ajustada	$Y_t = 20.7 + 1.27 * t$
---------------------------------------	-------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°06. Índices estacionales

Índices estacionales	
Periodo	Índice
1	-58.481
2	-
3	66.6477
4	-
5	62.8769
6	15.3121
7	59.6658
8	15.768
9	-6.9394
10	58.8106
11	14.5606
12	77.5606
	10.894
	-
	57.6269

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°07. Medidas de exactitud

Medidas de exactitud	
MAPE	103.34
MAD	56.48
MSD	4777.91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°08. Pronóstico F' 280

F'C 280	
PERIODO	PRONOSTICO
38	2.112
39	7.148
40	86.603
41	132.222
42	89.59
43	68.148
44	135.163
45	92.179
46	156.444
47	91.043
48	23.787
49	24.199

Figura N°08. Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 100 kg/cm2

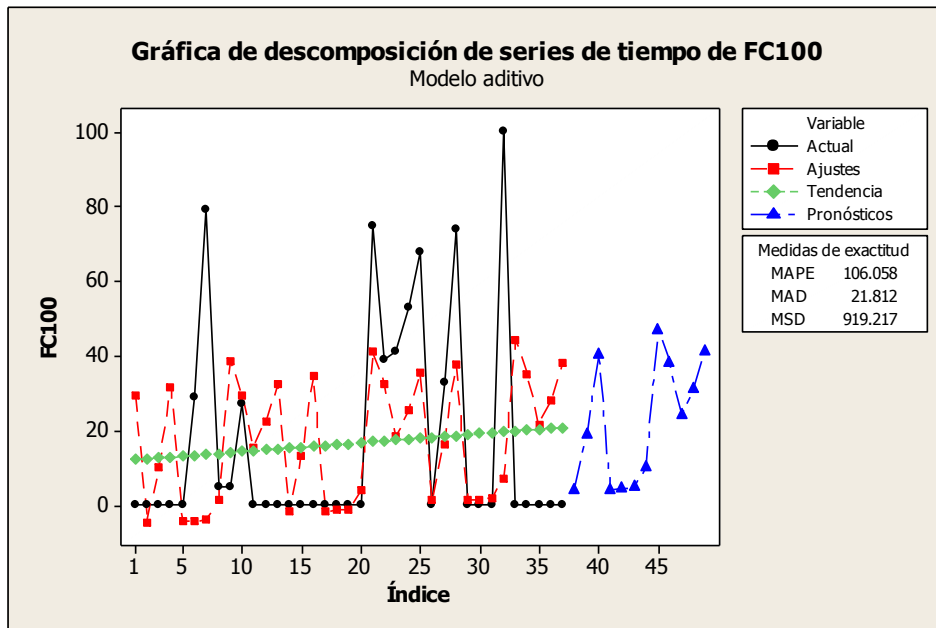


Tabla N° 09. Ecuación de tendencia ajustada

Ecuación de tendencia ajustada	$Y_t = 11.9 + 0.242*t$
--------------------------------	------------------------

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla N°10. Índices estacionales

Índices estacionales	
Periodo	Índice
1	17.4108
2	-16.9226
3	-2.2976
4	18.8691
5	-17.5684
6	-17.5684
7	-17.5309
8	-12.4851
9	24.2774
10	15.0983
11	1.0566
12	7.6608

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla N°11. Medidas de exactitud

Medidas de exactitud	
MAPE	106.058
MAD	21.812
MSD	919.217

Fuente:
Elaboración
propia.

Tabla N°12. Pronóstico F' 100

F'C 100	
PERIODO	PRONOSTICO
38	4.1691
39	19.0358
40	40.4441
41	4.2483
42	4.49
43	4.7692
44	10.0567
45	47.0609
46	38.1234
47	24.3234
48	31.1692
49	41.1609

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°09. Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 175 kg/cm2

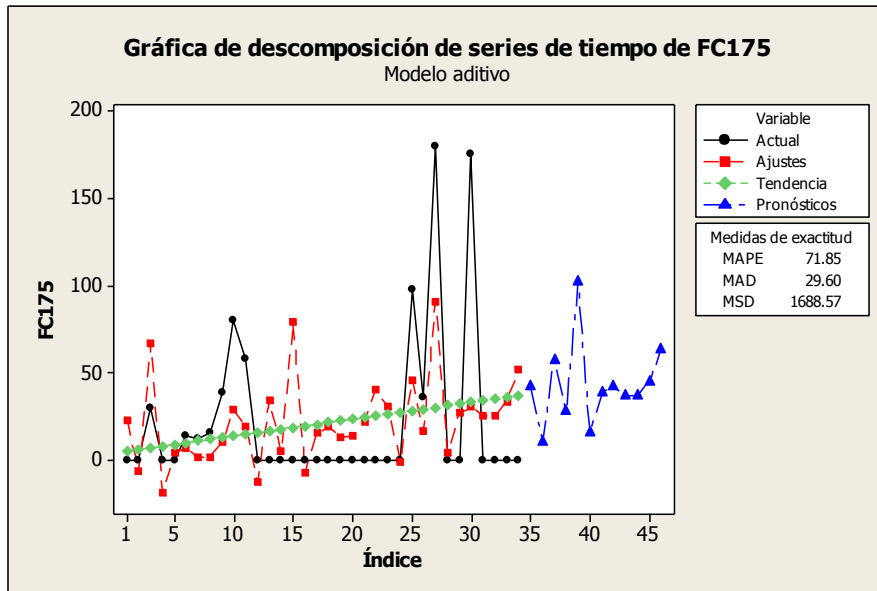


Tabla N° 13. Ecuación de tendencia ajustada

Ecuación de tendencia ajustada	$Y_t = 4.0 + 0.969*t$
---------------------------------------	-----------------------

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla N°14. Índices estacionales

Índices estacionales	
Periodo	Índice
1	17.6467
2	-12.77
3	60.3655
4	-27.1658
5	-5.0825
6	-2.6658
7	-9.0616
8	-9.8533
9	-2.4783
10	15.1467
11	4.1467
12	-28.2283

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla N°15. Medidas de exactitud

Medidas de exactitud	
MAPE	71.85
MAD	29.6
MSD	1688.57

Fuente:
Elaboración
propia.

Tabla N°16. Pronóstico F'c175

F'c 175	
PERIODO	PRONOSTICO
38	42.123
39	10.718
40	57.562
41	28.115
42	102.22
43	15.658
44	38.711
45	42.097
46	36.67
47	36.848
48	45.192
49	63.787

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°10. Gráfica de descomposición de series de tiempo de Fc 245 kg/cm²

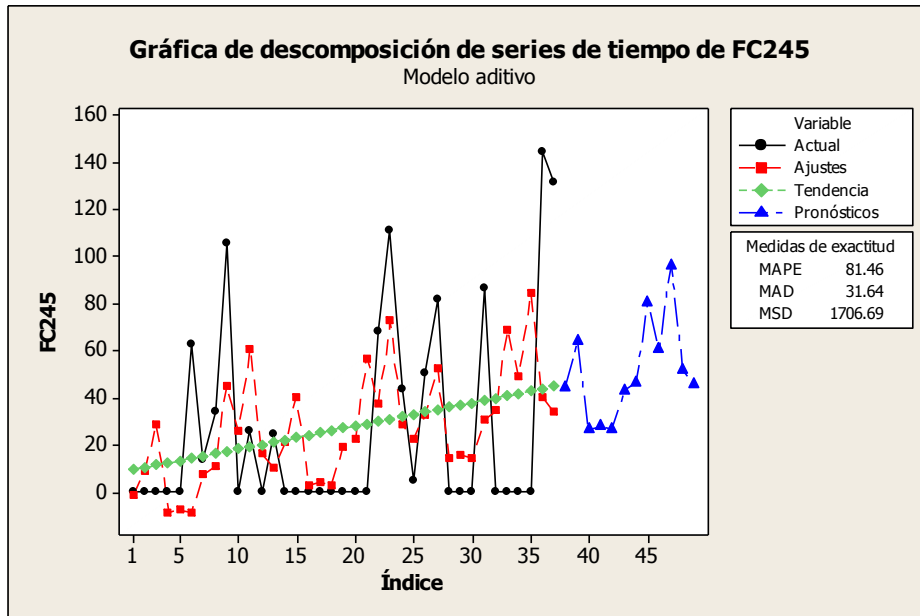


Tabla N° 17. Ecuación de tendencia ajustada

Ecuación de tendencia ajustada	$Y_t = 8.4 + 0.984 * t$
---------------------------------------	-------------------------

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla N°18. Índices estacionales

Índices estacionales	
Periodo	Índice
1	-10.7179
2	-1.2804
3	17.3863
4	-21.4054
5	-20.8637
6	-23.3429
7	-7.9054
8	-5.3533
9	27.8863
10	7.428
11	41.678
12	-3.5095

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla N°19. Medidas de exactitud

Medidas de exactitud	
MAPE	81.46
MAD	31.64
MSD	1706.69

Fuente:
Elaboración
propia.

Tabla N°20. Pronóstico F'c245

F' C 245	
PERIODO	PRONOSTICO
38	44.5452
39	64.196
40	26.3884
41	27.9142
42	26.4191
43	42.8407
44	46.3769
45	80.6006
46	61.1264
47	96.3605
48	52.1571
49	45.9329

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3

- Resultados del modelo

Global optimal solution found.
 Objective value: 3209059.
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 85
 Elapsed runtime seconds: 0.14

Model Class: LP

Total variables: 145
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 0

Total constraints: 121
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 393
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
P11	86.62000	0.000000
P12	67.02000	0.000000
P13	479.0700	0.000000
P14	334.6700	0.000000
P15	387.0700	0.000000
P16	367.9000	0.000000
P17	435.2200	0.000000
P18	291.3300	0.000000
P19	208.8000	0.000000
P110	122.7400	0.000000
P111	185.5000	0.000000
P112	70.93000	0.000000
P21	2.000000	0.000000
P22	7.140000	0.000000
P23	86.60000	0.000000
P24	132.2200	0.000000
P25	89.59000	0.000000
P26	68.15000	0.000000
P27	135.1600	0.000000
P28	92.18000	0.000000
P29	156.4400	0.000000
P210	91.04000	0.000000
P211	23.79000	0.000000
P212	24.19000	0.000000
P31	4.160000	0.000000

P32	19.03000	0.000000
P33	40.44000	0.000000
P34	4.240000	0.000000
P35	4.490000	0.000000
P36	4.770000	0.000000
P37	10.05000	0.000000
P38	47.06000	0.000000
P39	38.12000	0.000000
P310	24.32000	0.000000
P311	31.17000	0.000000
P312	41.16000	0.000000
P41	42.12000	0.000000
P42	10.71000	0.000000
P43	57.56000	0.000000
P44	28.12000	0.000000
P45	102.2200	0.000000
P46	15.66000	0.000000
P47	38.71000	0.000000
P48	42.09000	0.000000
P49	36.67000	0.000000
P410	36.85000	0.000000
P411	45.19000	0.000000
P412	63.79000	0.000000
P51	44.54000	0.000000
P52	64.20000	0.000000
P53	26.39000	0.000000
P54	27.91000	0.000000
P55	26.42000	0.000000
P56	42.84000	0.000000
P57	46.38000	0.000000
P58	80.60000	0.000000
P59	61.12000	0.000000
P510	96.36000	0.000000
P511	52.16000	0.000000
P512	45.93000	0.000000
CC11	0.000000	4.299000
CC12	0.000000	4.299000
CC13	0.000000	4.299000
CC14	0.000000	4.299000
CC15	0.000000	4.299000
CC16	0.000000	4.299000
CC17	0.000000	4.299000
CC18	0.000000	4.299000
CC19	0.000000	4.299000

CC110	0.000000	4.299000
CC111	0.000000	4.299000
CC112	0.000000	4.299000
CC21	1545.100	0.000000
CC22	1503.293	0.000000
CC23	6193.140	0.000000
CC24	4982.328	0.000000
CC25	5453.091	0.000000
CC26	4668.867	0.000000
CC27	6220.822	0.000000
CC28	5002.992	0.000000
CC29	4660.482	0.000000
CC210	3433.045	0.000000
CC211	2938.527	0.000000
CC212	2000.258	0.000000
AC11	90.86803	0.000000
AC12	80.95679	0.000000
AC13	337.9131	0.000000
AC14	248.9265	0.000000
AC15	302.9803	0.000000
AC16	234.2964	0.000000
AC17	315.8519	0.000000
AC18	269.4519	0.000000
AC19	241.9951	0.000000
AC110	178.8249	0.000000
AC111	169.2652	0.000000
AC112	131.7754	0.000000
AC21	0.000000	2.000000
AC22	0.000000	2.000000
AC23	0.000000	2.000000
AC24	0.000000	2.000000
AC25	0.000000	2.000000
AC26	0.000000	2.000000
AC27	0.000000	2.000000
AC28	0.000000	2.000000
AC29	0.000000	2.000000
AC210	0.000000	2.000000
AC211	0.000000	2.000000
AC212	0.000000	2.000000
PC11	130.1880	0.000000
PC12	120.1907	0.000000
PC13	530.4801	0.000000
PC14	395.8839	0.000000
PC15	458.2684	0.000000

PC16	388.9804	0.000000
PC17	504.0113	0.000000
PC18	405.5685	0.000000
PC19	352.1953	0.000000
PC110	255.4655	0.000000
PC111	250.1065	0.000000
PC112	167.4229	0.000000
PC21	0.000000	5.200000
PC22	0.000000	5.200000
PC23	0.000000	5.200000
PC24	0.000000	5.200000
PC25	0.000000	5.200000
PC26	0.000000	5.200000
PC27	0.000000	5.200000
PC28	0.000000	5.200000
PC29	0.000000	5.200000
PC210	0.000000	5.200000
PC211	0.000000	5.200000
PC212	0.000000	5.200000
DC11	399.5308	0.000000
DC12	368.0455	0.000000
DC13	1501.347	0.000000
DC14	504.8500	0.000000
DC15	1383.212	0.000000
DC16	1168.818	0.000000
DC17	1562.617	0.000000
DC18	1217.046	0.000000
DC19	1150.982	0.000000
DC110	868.6586	0.000000
DC111	710.7572	0.000000
DC112	470.3013	0.000000
CS1	0.000000	0.700000
CS2	0.000000	0.700000
CS3	0.000000	0.700000
CS4	0.000000	0.700000
CS5	0.000000	0.700000
CS6	0.000000	0.700000
CS7	0.000000	0.700000
CS8	0.000000	0.700000
CS9	0.000000	0.700000
CS10	0.000000	0.700000
CS11	0.000000	0.700000
CS12	0.000000	21.20100
AS1	0.000000	1.200000

AS2	0.000000	1.200000
AS3	0.000000	1.200000
AS4	0.000000	1.200000
AS5	0.000000	1.200000
AS6	0.000000	1.200000
AS7	0.000000	1.200000
AS8	0.000000	1.200000
AS9	0.000000	1.200000
AS10	0.000000	1.200000
AS11	0.000000	1.200000
AS12	0.000000	46.20000
PS1	0.000000	1.200000
PS2	0.000000	1.200000
PS3	0.000000	1.200000
PS4	0.000000	1.200000
PS5	0.000000	1.200000
PS6	0.000000	1.200000
PS7	0.000000	1.200000
PS8	0.000000	1.200000
PS9	0.000000	1.200000
PS10	0.000000	1.200000
PS11	0.000000	1.200000
PS12	0.000000	41.20000
DS1	0.000000	0.2500000E-01
DS2	0.000000	0.2500000E-01
DS3	0.000000	0.2500000E-01
DS4	0.000000	0.2500000E-01
DS5	0.000000	0.2500000E-01
DS6	0.000000	0.2500000E-01
DS7	0.000000	0.2500000E-01
DS8	0.000000	0.2500000E-01
DS9	0.000000	0.2500000E-01
DS10	0.000000	0.2500000E-01
DS11	0.000000	0.2500000E-01
DS12	0.000000	7.525000
CP11	796.9040	0.000000
CP21	21.60000	0.000000
CP31	23.71200	0.000000
CP41	262.8288	0.000000
CP51	440.0552	0.000000
AP11	40.56415	0.000000
AP21	0.8934000	0.000000
AP31	2.632448	0.000000
AP41	27.87080	0.000000

AP51	18.90723	0.000000
PP11	72.86474	0.000000
PP21	1.166200	0.000000
PP31	2.670304	0.000000
PP41	24.98558	0.000000
PP51	28.50115	0.000000
DP11	194.8950	0.000000
DP21	5.704000	0.000000
DP31	0.000000	7.500000
DP41	75.68964	0.000000
DP51	123.2422	0.000000
CP12	616.5840	0.000000
CP22	77.11200	0.000000
CP32	108.4710	0.000000
CP42	66.83040	0.000000
CP52	634.2960	0.000000
AP12	31.38547	0.000000
AP22	3.189438	0.000000
AP32	12.04218	0.000000
AP42	7.086807	0.000000
AP52	27.25290	0.000000
PP12	56.37722	0.000000
PP22	4.163334	0.000000
PP32	12.21536	0.000000
PP42	6.353172	0.000000
PP52	41.08158	0.000000
DP12	150.7950	0.000000
DP22	20.36328	0.000000
DP32	0.000000	7.500000
DP42	19.24587	0.000000
DP52	177.6414	0.000000
CP13	4407.444	0.000000
CP23	935.2800	0.000000
CP33	230.5080	0.000000
CP43	359.1744	0.000000
CP53	260.7332	0.000000
AP13	224.3485	0.000000
AP23	38.68422	0.000000
AP33	25.59043	0.000000
AP43	38.08745	0.000000
AP53	11.20256	0.000000
PP13	402.9937	0.000000
PP23	50.49646	0.000000
PP33	25.95844	0.000000
PP43	34.14459	0.000000

PP53	16.88696	0.000000
DP13	1077.908	0.000000
DP23	246.9832	0.000000
DP33	0.000000	7.500000
DP43	103.4353	0.000000
DP53	73.02113	0.000000
CP14	3078.964	0.000000
CP24	1427.976	0.000000
CP34	24.16800	0.000000
CP44	175.4688	0.000000
CP54	275.7508	0.000000
AP14	156.7260	0.000000
AP24	59.06267	0.000000
AP34	2.683072	0.000000
AP44	18.60700	0.000000
AP54	11.84779	0.000000
PP14	281.5244	0.000000
PP24	77.09748	0.000000
PP34	2.721656	0.000000
PP44	16.68078	0.000000
PP54	17.85961	0.000000
DP1	0.000000	7.500000
DP24	377.0914	0.000000
DP34	0.000000	7.500000
DP44	50.53164	0.000000
DP54	77.22697	0.000000
CP15	3561.044	0.000000
CP25	967.5720	0.000000
CP35	25.59300	0.000000
CP45	637.8528	0.000000
CP55	261.0296	0.000000
AP15	181.2649	0.000000
AP25	40.01985	0.000000
AP35	2.841272	0.000000
AP45	67.63897	0.000000
AP55	11.21529	0.000000
PP15	325.6033	0.000000
PP25	52.23993	0.000000
PP35	2.882131	0.000000
PP45	60.63690	0.000000
PP55	16.90616	0.000000
DP15	870.9075	0.000000
DP25	255.5107	0.000000
DP35	0.000000	7.500000
DP45	183.6893	0.000000

DP55	73.10414	0.000000
CP16	3384.680	0.000000
CP26	736.0200	0.000000
CP36	27.18900	0.000000
CP46	97.71840	0.000000
CP56	423.2592	0.000000
AP16	172.2876	0.000000
AP26	30.44261	0.000000
AP36	3.018456	0.000000
AP46	10.36222	0.000000
AP56	18.18558	0.000000
PP16	309.4775	0.000000
PP26	39.73826	0.000000
PP36	3.061863	0.000000
PP46	9.289512	0.000000
PP56	27.41332	0.000000
DP16	827.7750	0.000000
DP26	194.3638	0.000000
DP36	0.000000	7.500000
DP46	28.14102	0.000000
DP56	118.5383	0.000000
CP17	4004.024	0.000000
CP27	1459.728	0.000000
CP37	57.28500	0.000000
CP47	241.5504	0.000000
CP57	458.2344	0.000000
AP17	203.8135	0.000000
AP27	60.37597	0.000000
AP37	6.359640	0.000000
AP47	25.61441	0.000000
AP57	19.68831	0.000000
PP17	366.1071	0.000000
PP27	78.81180	0.000000
PP37	6.451095	0.000000
PP47	22.96277	0.000000
PP57	29.67856	0.000000
DP17	979.2450	0.000000
DP27	385.4763	0.000000
DP37	0.000000	7.500000
DP47	69.56187	0.000000
DP57	128.3335	0.000000
CP18	2680.236	0.000000
CP28	995.5440	0.000000
CP38	268.2420	0.000000

CP48	262.6416	0.000000
CP58	796.3280	0.000000
AP18	136.4298	0.000000
AP28	41.17681	0.000000
AP38	29.77957	0.000000
AP48	27.85095	0.000000
AP58	34.21470	0.000000
PP18	245.0668	0.000000
PP28	53.75016	0.000000
PP38	30.20781	0.000000
PP48	24.96779	0.000000
PP58	51.57594	0.000000
DP18	655.4925	0.000000
DP28	262.8974	0.000000
DP38	0.000000	7.500000
DP48	75.63573	0.000000
DP58	223.0202	0.000000
CP19	1920.960	0.000000
CP29	1689.552	0.000000
CP39	217.2840	0.000000
CP49	228.8208	0.000000
CP59	603.8656	0.000000
AP19	97.78104	0.000000
AP29	69.88175	0.000000
AP39	24.12234	0.000000
AP49	24.26454	0.000000
AP59	25.94544	0.000000
PP19	175.6426	0.000000
PP29	91.22016	0.000000
PP39	24.46923	0.000000
PP49	21.75264	0.000000
PP59	39.11069	0.000000
DP19	469.8000	0.000000
DP29	446.1669	0.000000
DP39	0.000000	7.500000
DP49	65.89599	0.000000
DP59	169.1190	0.000000
CP110	1129.208	0.000000
CP210	983.2320	0.000000
CP310	138.6240	0.000000
CP410	229.9440	0.000000
CP510	952.0368	0.000000
AP110	57.47914	0.000000
AP210	40.66757	0.000000

AP310	15.38970	0.000000
AP410	24.38364	0.000000
AP510	40.90482	0.000000
PP110	103.2489	0.000000
PP210	53.08542	0.000000
PP310	15.61101	0.000000
PP410	21.85942	0.000000
PP510	61.66076	0.000000
DP110	276.1650	0.000000
DP210	259.6461	0.000000
DP310	0.000000	7.500000
DP410	66.21945	0.000000
DP510	266.6281	0.000000
CP111	1706.600	0.000000
CP211	256.9320	0.000000
CP311	177.6690	0.000000
CP411	281.9856	0.000000
CP511	515.3408	0.000000
AP111	86.86965	0.000000
AP211	10.62699	0.000000
AP311	19.72438	0.000000
AP411	29.90222	0.000000
AP511	22.14192	0.000000
PP111	156.0426	0.000000
PP211	13.87195	0.000000
PP311	20.00802	0.000000
PP411	26.80671	0.000000
PP511	33.37718	0.000000
DP111	417.3750	0.000000
DP211	67.84908	0.000000
DP311	0.000000	7.500000
DP411	81.20643	0.000000
DP511	144.3267	0.000000
CP112	652.5560	0.000000
CP212	261.2520	0.000000
CP312	234.6120	0.000000
CP412	398.0496	0.000000
CP512	453.7884	0.000000
AP112	33.21652	0.000000
AP212	10.80567	0.000000
AP312	26.04605	0.000000
AP412	42.20984	0.000000
AP512	19.49728	0.000000
PP112	59.66632	0.000000
PP212	14.10519	0.000000

PP312	26.42060	0.000000
PP412	37.84023	0.000000
PP512	29.39061	0.000000
DP112	159.5925	0.000000
DP212	68.98988	0.000000
DP312	0.000000	7.500000
DP412	114.6306	0.000000
DP512	127.0883	0.000000
DP14	753.0075	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	3209059.	1.000000
2	0.000000	590.0643
3	0.000000	590.0643
4	0.000000	590.0643
5	0.000000	606.9393
6	0.000000	590.0643
7	0.000000	590.0643
8	0.000000	590.0643
9	0.000000	590.0643
10	0.000000	590.0643
11	0.000000	590.0643
12	0.000000	590.0643
13	0.000000	590.0643
14	0.000000	627.6837
15	0.000000	627.6837
16	0.000000	627.6837
17	0.000000	627.6837
18	0.000000	627.6837
19	0.000000	627.6837
20	0.000000	627.6837
21	0.000000	627.6837
22	0.000000	627.6837
23	0.000000	627.6837
24	0.000000	627.6837
25	0.000000	627.6837
26	0.000000	590.2923
27	0.000000	590.2923
28	0.000000	590.2923
29	0.000000	590.2923
30	0.000000	590.2923
31	0.000000	590.2923
32	0.000000	590.2923
33	0.000000	590.2923

34	0.000000	590.2923
35	0.000000	590.2923
36	0.000000	590.2923
37	0.000000	590.2923
38	0.000000	594.7418
39	0.000000	594.7418
40	0.000000	594.7418
41	0.000000	594.7418
42	0.000000	594.7418
43	0.000000	594.7418
44	0.000000	594.7418
45	0.000000	594.7418
46	0.000000	594.7418
47	0.000000	594.7418
48	0.000000	594.7418
49	0.000000	594.7418
50	0.000000	607.1991
51	0.000000	607.1991
52	0.000000	607.1991
53	0.000000	607.1991
54	0.000000	607.1991
55	0.000000	607.1991
56	0.000000	607.1991
57	0.000000	607.1991
58	0.000000	607.1991
59	0.000000	607.1991
60	0.000000	607.1991
61	0.000000	607.1991
62	0.000000	-20.50100
63	0.000000	-45.00000
64	0.000000	-40.00000
65	0.000000	-7.500000
66	0.000000	-20.50100
67	0.000000	-45.00000
68	0.000000	-40.00000
69	0.000000	-7.500000
70	0.000000	-20.50100
71	0.000000	-45.00000
72	0.000000	-40.00000
73	0.000000	-7.500000
74	0.000000	-20.50100
75	0.000000	-45.00000
76	0.000000	-40.00000
77	0.000000	-7.500000
78	0.000000	-20.50100

79	0.000000	-45.00000
80	0.000000	-40.00000
81	0.000000	-7.500000
82	0.000000	-20.50100
83	0.000000	-45.00000
84	0.000000	-40.00000
85	0.000000	-7.500000
86	0.000000	-20.50100
87	0.000000	-45.00000
88	0.000000	-40.00000
89	0.000000	-7.500000
90	0.000000	-20.50100
91	0.000000	-45.00000
92	0.000000	-40.00000
93	0.000000	-7.500000
94	0.000000	-20.50100
95	0.000000	-45.00000
96	0.000000	-40.00000
97	0.000000	-7.500000
98	0.000000	-20.50100
99	0.000000	-45.00000
100	0.000000	-40.00000
101	0.000000	-7.500000
102	0.000000	-20.50100
103	0.000000	-45.00000
104	0.000000	-40.00000
105	0.000000	-7.500000
106	0.000000	-20.50100
107	0.000000	-45.00000
108	0.000000	-40.00000
109	0.000000	-7.500000
110	0.000000	20.50100
111	0.000000	20.50100
112	0.000000	20.50100
113	0.000000	20.50100
114	0.000000	20.50100
115	0.000000	20.50100
116	0.000000	20.50100
117	0.000000	20.50100
118	0.000000	20.50100
119	0.000000	20.50100
120	0.000000	20.50100
121	0.000000	20.50100
122	0.000000	45.00000
123	0.000000	45.00000

124	0.000000	45.00000
125	0.000000	45.00000
126	0.000000	45.00000
127	0.000000	45.00000
128	0.000000	45.00000
129	0.000000	45.00000
130	0.000000	45.00000
131	0.000000	45.00000
132	0.000000	45.00000
133	0.000000	45.00000
134	0.000000	40.00000
135	0.000000	40.00000
136	0.000000	40.00000
137	0.000000	40.00000
138	0.000000	40.00000
139	0.000000	40.00000
140	0.000000	40.00000
141	0.000000	40.00000
142	0.000000	40.00000
143	0.000000	40.00000
144	0.000000	40.00000
145	0.000000	40.00000
146	0.000000	7.500000
147	0.000000	7.500000
148	0.000000	7.500000
149	0.000000	0.000000
150	0.000000	7.500000
151	0.000000	7.500000
152	0.000000	7.500000
153	0.000000	7.500000
154	0.000000	7.500000
155	0.000000	7.500000
156	0.000000	7.500000
157	0.000000	7.500000
158	0.000000	20.50100
159	0.000000	20.50100
160	0.000000	20.50100
161	0.000000	20.50100
162	0.000000	20.50100
163	0.000000	20.50100
164	0.000000	20.50100
165	0.000000	20.50100
166	0.000000	20.50100
167	0.000000	20.50100
168	0.000000	20.50100

169	0.000000	20.50100
170	0.000000	20.50100
171	0.000000	20.50100
172	0.000000	20.50100
173	0.000000	20.50100
174	0.000000	20.50100
175	0.000000	20.50100
176	0.000000	20.50100
177	0.000000	20.50100
178	0.000000	20.50100
179	0.000000	20.50100
180	0.000000	20.50100
181	0.000000	20.50100
182	0.000000	20.50100
183	0.000000	20.50100
184	0.000000	20.50100
185	0.000000	20.50100
186	0.000000	20.50100
187	0.000000	20.50100
188	0.000000	20.50100
189	0.000000	20.50100
190	0.000000	20.50100
191	0.000000	20.50100
192	0.000000	20.50100
193	0.000000	20.50100
194	0.000000	20.50100
195	0.000000	20.50100
196	0.000000	20.50100
197	0.000000	20.50100
198	0.000000	20.50100
199	0.000000	20.50100
200	0.000000	20.50100
201	0.000000	20.50100
202	0.000000	20.50100
203	0.000000	20.50100
204	0.000000	20.50100
205	0.000000	20.50100
206	0.000000	45.00000
207	0.000000	45.00000
208	0.000000	45.00000
209	0.000000	45.00000
210	0.000000	45.00000
211	0.000000	45.00000
212	0.000000	45.00000
213	0.000000	45.00000
214	0.000000	45.00000

215	0.000000	45.00000
216	0.000000	45.00000
217	0.000000	45.00000
218	0.000000	45.00000
219	0.000000	45.00000
220	0.000000	45.00000
221	0.000000	45.00000
222	0.000000	45.00000
223	0.000000	45.00000
224	0.000000	45.00000
225	0.000000	45.00000
226	0.000000	45.00000
227	0.000000	45.00000
228	0.000000	45.00000
229	0.000000	45.00000
230	0.000000	45.00000
231	0.000000	45.00000
232	0.000000	45.00000
233	0.000000	45.00000
234	0.000000	45.00000
235	0.000000	45.00000
236	0.000000	45.00000
237	0.000000	45.00000
238	0.000000	45.00000
239	0.000000	45.00000
240	0.000000	45.00000
241	0.000000	45.00000
242	0.000000	45.00000
243	0.000000	45.00000
244	0.000000	45.00000
245	0.000000	45.00000
246	0.000000	45.00000
247	0.000000	45.00000
248	0.000000	45.00000
249	0.000000	45.00000
250	0.000000	45.00000
251	0.000000	45.00000
252	0.000000	45.00000
253	0.000000	45.00000
254	0.000000	40.00000
255	0.000000	40.00000
256	0.000000	40.00000
257	0.000000	40.00000
258	0.000000	40.00000
259	0.000000	40.00000

260	0.000000	40.00000
261	0.000000	40.00000
262	0.000000	40.00000
263	0.000000	40.00000
264	0.000000	40.00000
265	0.000000	40.00000
266	0.000000	40.00000
267	0.000000	40.00000
268	0.000000	40.00000
269	0.000000	40.00000
270	0.000000	40.00000
271	0.000000	40.00000
272	0.000000	40.00000
273	0.000000	40.00000
274	0.000000	40.00000
275	0.000000	40.00000
276	0.000000	40.00000
277	0.000000	40.00000
278	0.000000	40.00000
279	0.000000	40.00000
280	0.000000	40.00000
281	0.000000	40.00000
282	0.000000	40.00000
283	0.000000	40.00000
284	0.000000	40.00000
285	0.000000	40.00000
286	0.000000	40.00000
287	0.000000	40.00000
288	0.000000	40.00000
289	0.000000	40.00000
290	0.000000	40.00000
291	0.000000	40.00000
292	0.000000	40.00000
293	0.000000	40.00000
294	0.000000	40.00000
295	0.000000	40.00000
296	0.000000	40.00000
297	0.000000	40.00000
298	0.000000	40.00000
299	0.000000	40.00000
300	0.000000	40.00000
301	0.000000	40.00000
302	0.000000	7.500000
303	0.000000	7.500000
304	0.000000	7.500000

305	0.000000	7.500000
306	0.000000	7.500000
307	0.000000	7.500000
308	0.000000	7.500000
309	0.000000	7.500000
310	0.000000	7.500000
311	0.000000	7.500000
312	0.000000	7.500000
313	0.000000	7.500000
314	0.000000	7.500000
315	0.000000	7.500000
316	0.000000	7.500000
317	0.000000	7.500000
318	0.000000	7.500000
319	0.000000	7.500000
320	0.000000	7.500000
321	0.000000	7.500000
322	0.000000	7.500000
323	0.000000	7.500000
324	0.000000	7.500000
325	0.000000	7.500000
326	0.000000	7.500000
327	0.000000	7.500000
328	0.000000	7.500000
329	0.000000	7.500000
330	0.000000	7.500000
331	0.000000	7.500000
332	0.000000	7.500000
333	0.000000	7.500000
334	0.000000	7.500000
335	0.000000	7.500000
336	0.000000	7.500000
337	0.000000	7.500000
338	6854.900	0.000000
339	809.1320	0.000000
340	540.0000	0.000000
341	769.8120	0.000000
342	540.0000	0.000000
343	1200.469	0.000000
344	6896.707	0.000000
345	819.0432	0.000000
346	540.0000	0.000000
347	779.8093	0.000000
348	540.0000	0.000000

349	1231.954	0.000000
350	2206.860	0.000000
351	562.0869	0.000000
352	540.0000	0.000000
353	369.5199	0.000000
354	540.0000	0.000000
355	98.65285	0.000000
356	3417.672	0.000000
357	651.0735	0.000000
358	540.0000	0.000000
359	504.1161	0.000000
360	540.0000	0.000000
361	1095.150	0.000000
362	2946.909	0.000000
363	597.0197	0.000000
364	540.0000	0.000000
365	441.7316	0.000000
366	540.0000	0.000000
367	216.7883	0.000000
368	3731.133	0.000000
369	665.7036	0.000000
370	540.0000	0.000000
371	511.0196	0.000000
372	540.0000	0.000000
373	431.1819	0.000000
374	2179.178	0.000000
375	584.1481	0.000000
376	540.0000	0.000000
377	395.9887	0.000000
378	540.0000	0.000000
379	37.38335	0.000000
380	3397.008	0.000000
381	630.5481	0.000000
382	540.0000	0.000000
383	494.4315	0.000000
384	540.0000	0.000000
385	382.9542	0.000000
386	3739.518	0.000000
387	658.0049	0.000000
388	540.0000	0.000000
389	547.8047	0.000000
390	540.0000	0.000000
391	449.0181	0.000000
392	4966.955	0.000000
393	721.1751	0.000000

394	540.0000	0.000000
395	644.5345	0.000000
396	540.0000	0.000000
397	731.3414	0.000000
398	5461.473	0.000000
399	730.7348	0.000000
400	540.0000	0.000000
401	649.8935	0.000000
402	540.0000	0.000000
403	889.2428	0.000000
404	6399.742	0.000000
405	768.2246	0.000000
406	540.0000	0.000000
407	732.5771	0.000000
408	540.0000	0.000000
409	1129.699	0.000000