

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE

AREQUIPA

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y
URBANISMO**



TESIS

**“MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE
LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES
E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES”**

Presentada por el Bachiller:

EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN:
GERENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN**

Asesor de Tesis:

MG. MARIO PEDRO RODRÍGUEZ VÁSQUEZ

**AREQUIPA, PERÚ
2020**

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi Dios (Padre, Hijo y Espíritu Santo), porque de Dios mana la ciencia, sabiduría y la inteligencia. Siempre has estado a mi lado, nunca me has abandonado, me has ayudado cuando más lo necesitaba.

A mis padres por sus sacrificios en mi formación, soy fruto de sus esfuerzos, su apoyo siempre fue con amor y gozo.

A mi hermana Lic. Karina Campos Sánchez gracias por todo el apoyo que me brindaste tu ayuda siempre ha sido incondicional.

A mí amada esposa que es una bendición de mi Dios. Tu amor y paciencia siempre me acompañaron en la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud a mi Dios todo poderoso creador de los cielos y la tierra a él sea la gloria y la honra, tú me has dado el creer, la fe y la confianza, mi tesis es por tu fidelidad y eterna misericordia.

A Don Silverio Richard Cutimbo Quispe propietario y gerente de la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., por permitirme realizar esta investigación en su empresa.

A mi catedrático Dr.(c). MSc. Edgar García Anco, por las enseñanzas brindadas, la metodología usada en el desarrollo de los cursos de investigación, los conocimientos compartidos como investigador y la motivación constante, fue muy importante en el proceso de la tesis.

Al Mg. Mario Pedro Rodríguez Vásquez, por el tiempo brindado, sus sugerencias y aportes en esta tesis.

Al Dr. Javier Flores Arocutipa, por las pautas y consejos brindados en el desarrollo de la tesis.

Al Dr. Mg. Guido Elar Ordoñez Carpio decano de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad José Carlos Mariátegui, por darme todas las facilidades en brindarme las instalaciones y equipos del laboratorio de materiales, concreto y mecánica de suelos de la universidad.

A mis padres por sus consejos y valores sembrados en mí para ser una persona de bien en la sociedad, y a mis hermanos gracias por su amor y bondad.

Y a ti mí amada esposa Ing. Yina Beatriz Valverde Flores, por ser ayuda idónea, sé que tus oraciones constantes permitieron finalizar esta tesis.

INDICE GENERAL

1. DEDICATORIA.....	I
2. AGRADECIMIENTO	II
3. INDICE GENERAL	III
4. ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
5. ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
6. RESUMEN.....	XI
7. ABSTRACT.....	XIII
8. INTRODUCCIÓN	16
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	18
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	18
1.1.1. <i>Formulación del problema</i>	18
1.1.2. <i>Justificación del estudio</i>	22
1.2. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	25
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	26
1.3. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	27
1.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	28
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	29
2.1. ANTECEDENTES Y/O ESTADO DEL ARTE.....	29
2.2. BASES TEÓRICAS	30
2.2.1. <i>Teoría de restricciones</i>	30
2.2.2. <i>Fundamentos del DBR</i>	32
2.2.3. <i>Reglas operativas</i>	33
2.2.4. <i>Reglas financieras</i>	34
2.2.5. <i>Restricción</i>	35
2.2.6. <i>Velocidad de producción</i>	36
2.2.7. <i>Un proceso de producción</i>	37
2.2.8. <i>Producción</i>	37
2.2.9. <i>Empresa concretera</i>	37
2.2.10. <i>El concreto</i>	38
2.2.11. <i>Diseño de mezcla</i>	39
2.2.12. <i>Planificación Operativa</i>	39
2.2.13. <i>Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)</i>	40
2.2.14. <i>Principio de Pareto</i>	41
2.2.15. <i>Trabajo</i>	41
2.3. CONCLUSIONES DEL MARCO TEÓRICO.....	42
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	46
3.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	46
3.1.2. <i>Nivel de investigación</i>	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	46

3.3.	HIPÓTESIS	46
3.3.1.	<i>Hipótesis principal</i>	46
3.3.2.	<i>Sub-hipótesis</i>	46
3.4.	VARIABLES E INDICADORES	48
3.4.1.	<i>Variable independiente</i>	48
3.4.2.	<i>Variable dependiente</i>	48
3.5.	METODOLOGÍA	49
3.5.1.	<i>Revisión bibliográfica</i>	50
3.5.2.	<i>Elaboración de fichas e instrumentos de medición</i>	50
3.5.3.	<i>Validación de instrumentos</i>	51
3.5.4.	<i>Antecedentes de la empresa</i>	51
3.5.5.	<i>Descripción de la situación actual de la empresa</i>	52
3.5.6.	<i>Información general de la Obra</i>	56
3.5.7.	<i>Medición del concreto producido</i>	57
3.5.8.	<i>Medición de las horas hombre</i>	60
3.5.9.	<i>Medición de reglas operativas e indicadores financieros</i>	62
4.	CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	63
4.1.	RESULTADOS	63
4.1.1.	<i>Aplicación de la teoría de restricciones</i>	63
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
4.2.1.	<i>Análisis comparativo de la velocidad de producción</i>	83
4.2.1.1.	Velocidad de producción y productividad en el estado actual.....	83
4.2.1.2.	Velocidad de producción y productividad después de aplicada la teoría de restricciones.	85
4.2.1.3.	Comparación de la velocidad de producción y productividad antes y después de aplicada la teoría de restricciones.....	86
4.2.1.4.	Velocidad de producción y productividad utilizando concreto elaborado en obra. 87	
4.2.1.5.	Velocidad de producción y productividad del entregable utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC.....	90
4.2.1.6.	Comparación la velocidad de producción y productividad utilizando concreto elaborado en obra y concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC.	92
4.2.1.7.	Utilidad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual, al vaciar con concreto premezclado.....	93
4.2.1.8.	Utilidad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, al vaciar con concreto premezclado.	95
4.2.1.9.	Comparación la utilidad antes y después de la aplicación del TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., al vaciar el entregable concreto columnas $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	97
4.3.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	98
4.4.	CONCLUSIONES DE PRESENTACIÓN Y RESULTADOS	102
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1.	CONCLUSIONES.....	103
5.2.	RECOMENDACIONES	105
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	106

7. ANEXOS.....	111
-----------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad y tiempo promedio en la elaboración de concreto premezclado	20
Tabla 2 presentación del EDT.....	41
Tabla 3 Operación de variables.....	49
Tabla 4 Maquinaria de SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.....	52
Tabla 5 Velocidad de producción en su estado actual	63
Tabla 6 Resumen de tiempo de operación por actividad	65
Tabla 7 Especificaciones técnicas de diseño de mezcla	66
Tabla 8 Dosificación de diseño de mezcla.....	66
Tabla 9 Peso unitario del concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	67
Tabla 10 Costo por metro cubico de concreto	68
Tabla 11 Estructura de descomposición de trabajo en columnas.....	69
Tabla 12 Entregables con mayor cantidad de horas hombre (hh).....	70
Tabla 13 Resistencia promedio a la compresión requerida.....	72
Tabla 14 Especificación sistema Big Bag.....	76
Tabla 15 Consideraciones para el diseño de mezcla $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	77
Tabla 16 Asentamiento del concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$)	78
Tabla 17 Resistencia a la compresión del concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$). ..	79
Tabla 18 Dosificación de mezcla de concreto premezclado resistencia $f'c = 280/\text{cm}^2$	80
Tabla 19 Peso unitario del concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$).....	80
Tabla 20 Costo por metro cubico de concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$).....	82
Tabla 21 Velocidad de vaciado con concreto premezclado	82
Tabla 22 Resumen de reglas operativas y financieras del TOC en el estado actual	83
Tabla 23 Resumen de reglas operativas y financieras del TOC después de su aplicación	85

Tabla 24 Costo de materia prima de concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	88
Tabla 25 Gastos operativos de concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	88
Tabla 26 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto elaborado en obra.....	89
Tabla 27 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto elaborado en obra.....	89
Tabla 28 Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto en obra	89
Tabla 29 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	91
Tabla 30 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	91
Tabla 31 Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	91
Tabla 32 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado en su estado actual.....	94
Tabla 33 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	94
Tabla 34 Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	94
Tabla 35 Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	96
Tabla 36 Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	96
Tabla 37 Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado.....	96
Tabla 38 Elección de prueba estadística	99
Tabla 39 Prueba de normalidad de Kolmogorov- Smirnov	100
Tabla 40 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	100
Tabla 41 Estadísticos en la elaboración de concreto premezclado	101
Tabla 42 Prueba estadística Rangos de Wilcoxon	101
Tabla 43 Estadísticos, utilizando concreto premezclado en la etapa de planificación operativa	101
Tabla 44 Prueba estadística T de student	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto elaborado en obra.....	22
Figura 2 Posibles perjuicios por vencimiento de bolsas de cemento.....	22
Figura 3 Empresas peruanas y la productividad	23
Figura 4 Resultados del uso del TOC	24
Figura 5 Porcentaje de trabajo en Sudamérica.....	25
Figura 6 Relación del throughput, inventario y gastos de operación.....	33
Figura 7 Sistema de velocidad de producción	36
Figura 8 Sistema de producción.....	37
Figura 9 Esquema del EDT.....	40
Figura 10 Subordinación del sistema a la actividad restrictiva	43
Figura 11 Elevar la actividad más restrictiva.....	44
Figura 12 Identificar la nueva actividad restrictiva	44
Figura 13 Esquema metodológico	50
Figura 14 Logo de CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES	52
Figura 15 Organigrama.....	54
Figura 16 Símbolo de cartas de procesos.....	54
Figura 17 Circuito de elaboración del concreto premezclado	55
Figura 18 Vista de la planta donde se elabora el concreto premezclado	55
Figura 19 Elaboración de concreto premezclado.....	56
Figura 20 Presupuesto total.....	56
Figura 21 Tolva de planta concretera llena de agregados.....	57
Figura 22 Faja transportando los agregados	58
Figura 23 Descarga de agregados a mixer	58
Figura 24 Almacenamiento de agua potable.....	59

Figura 25 Conducción de agua a través de tuberías.....	59
Figura 26 Carguío de cemento portland al mixer	60
Figura 27 Descarga de cemento portland a mixer	60
Figura 28 Casos de secuencia de ingreso de material para la elaboración de concreto premezclado	64
Figura 29 Representación gráfica del tiempo de operación de cada actividad.....	65
Figura 30 Ensayo del peso unitario del concreto premezclado	67
Figura 31 Representación gráfica del costo de cada material en el diseño de mezcla	68
Figura 32 Costos unitarios del entregable concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	70
Figura 33 Secuencia de fabricación de concreto premezclado	71
Figura 34 Tiempo de fabricación del concreto premezclado utilizando la secuencia establecida.....	72
Figura 35 Subordinación de todas las actividades a la actividad crítica.....	74
Figura 36 Máquina sistema big bag.....	75
Figura 37 Elevación de la restricción	77
Figura 38 Ensayo de asentamiento ASTM C 143 de mezcla relación agua cemento (A/C = 0.61)	78
Figura 39 Ensayo de resistencia a la compresión de mezcla relación agua cemento (A/C = 0.61)	79
Figura 40 Ensayo de Peso unitario del concreto premezclado	81
Figura 41 Gráfica de velocidad de producción y productividad en su estado actual.....	84
Figura 42 Gráfica de velocidad de producción y productividad después de aplicado el TOC	86
Figura 43 Gráfica de comparación entre la velocidad de producción y productividad antes y después de aplicado el TOC.....	87

Figura 44 Grafica de la velocidad de producción y productividad utilizando concreto elaborado en obra.....	89
Figura 45 Grafica de la velocidad de producción y productividad utilizando concreto premezclado.....	92
Figura 46 Grafica de comparación del concreto elaborado en obra y el concreto premezclado	93
Figura 47 Grafica de la utilidad obtenida al vaciar concreto premezclado en su estado actual	95
Figura 48 Grafica de la utilidad obtenida al vaciar concreto premezclado después de aplicado el TOC.....	97
Figura 49 Grafica de comparación de la utilidad neta obtenida antes y después del TOC	98

RESUMEN

Con la información encontrada referente a la producción de algunas empresas antes y después de aplicar el método de teoría de las restricciones (TOC) es que nace esta investigación.

La empresa CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. no cuenta con reportes que midan y controlen las horas hombres y horas maquinas consumidas en la elaboración del concreto premezclado, esto conlleva a que no se pueda medir la velocidad de producción.

El objetivo principal de esta tesis es mejorar la velocidad de producción en la empresa CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. aplicando teoría de restricciones (TOC) y del entregable concreto columnas $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el TOC.

El planteamiento de la tesis se basa en aplicar la teoría de restricciones (TOC) a la empresa CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., y demostrar que con el uso del concreto premezclado después de aplicado el TOC, en el entregable columnas $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ se obtiene una mejor velocidad de producción.

Para ello se tomaran datos iniciales para conocer la situación actual de la velocidad de producción de la empresa, luego se aplicara el método TOC identificando las actividades más restrictivas o cuello de botella, la cual será explotada, aquí es donde se decide cómo superar la restricción, esto atreves de subordinar los procesos anteriores y posteriores haciendo el proceso equilibrado, para luego elevar la capacidad de producción, posteriormente se hará una comparación de la velocidad de producción inicial y después de aplicado el método TOC.

Se espera que al aplicar este método los indicadores de la velocidad de producción sean positivos y favorables para la empresa, lo que reflejaría un aumento en la velocidad de producción.

Palabras claves: Velocidad de Producción, Teoría de Restricciones, Empresa Concretera, Restricción.

ABSTRACT

With the information found concerning the production of some companies before and after applying the method of theory of constraints (TOC) is that this research is born.

The company CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. does not have reports that measure and control the man hours and machine hours consumed in the elaboration of the ready-mixed concrete, this leads to the fact that the production speed cannot be measured.

The main objective of this thesis is to improve the speed of production in the company CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. applying the theory of restrictions (TOC) and of the deliverable concrete columns $f'c=280$ kg/cm² of the construction of the sports center access and open spaces of the San Antonio campus of the University José Carlos Mariátegui, coliseum component, in the stage of operative planning, using ready-mixed concrete of the Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L, after applying TOC.

The approach of the thesis is based on applying the theory of constraints (TOC) to the company CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., and demonstrating that with the use of ready-mixed concrete after applying the TOC, in the deliverable columns $f'c=280$ kg/cm² a better production speed is obtained.

For this, initial data will be taken to know the current situation of the production speed of the company, then the TOC method will be applied identifying the most restrictive activities or bottleneck, which will be exploited, this is where it is decided how to overcome the restriction, this dare to subordinate the previous and subsequent processes making the process balanced, and then raise the production capacity, then a comparison of the initial production speed and after applying the TOC method.

It is expected that by applying this method the indicators of production speed are positive and favorable to the company, which would reflect an increase in production speed.

Keywords: Production Speed, Theory of Constraints, Concrete Company, Constraint.

INTRODUCCIÓN

La velocidad de un sistema de producción es muy importante para obtener mayor productividad en las empresas, si en una empresa variamos su velocidad de producción haciéndola mayor, la productividad aumentara, y para poder hacer mayor la velocidad de producción, debemos primero identificar el cuello de botella o restricción del sistema, quien determina la velocidad de producción. Una teoría muy aplicada a nivel mundial para aumentar la productividad en base a la identificación de la restricción es la teoría de restricciones (TOC).

Para López, Urrea, y Navarro, en el TOC: "El concepto 'restricción' es entendido como el factor que impide a las empresas alcanzar su meta, entendiendo como meta la razón para que el sistema exista. Para empresas con ánimo de lucro, la meta será ganar más dinero ahora y en el futuro" (2006, p. 95).

Para Goldratt, con el TOC: "Podemos identificar la restricción como física, como un cuello de botella, un tipo de recurso que no tiene suficiente capacidad para satisfacer la demanda. En este caso, fortalecer el eslabón más débil significara ayudar al cuello de botella a producir más" (2007, p. 91).

En nuestro trabajo aplicaremos la teoría de las restricciones para mejorar la velocidad de producción de la empresa CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., ubicada en Moquegua, lo que aumentara la productividad de la empresa.

En el desarrollo de la aplicación de la teoría de restricciones se identifica la actividad más restrictiva en la etapa de diseño de mezcla del concreto y en la producción del concreto premezclado, para elevar su restricción explotando los recursos existentes y con mejora tecnología.

Del mismo modo se determinara la mayor productividad y utilidad que se puede obtener en la construcción al emplear concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicada la teoría de restricciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Formulación del problema y justificación del estudio

1.1.1. Formulación del problema

Fuente del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2017) en su Informe técnico N°1 – Julio 2017 Indicador de la Actividad Productiva Departamental, reporta que en el primer de 2017, el departamento de Moquegua registro un crecimiento de 1.4%, siendo una de las consecuencias la construcción que creció en 4.2%. El sector construcción se incrementó como resultado del avance físico de obras en el Gobierno Regional, por el aumento de la inversión en la construcción de edificios no residenciales y la ampliación y mejoramiento del Hospital de Moquegua, con la creación e implementación del centro de tratamiento regional, entre otros.

El mismo INEI (2017) en el informe técnico No2 – Mayo 2017 Demografía empresarial en el Perú I Trimestre 2017 las empresas dadas de baja ascienden a 174 empresas lo que representa el 0.7%, siendo el número de bajas de empresas es menor en relación a la demografía empresarial en el Perú.

Si bien es cierto que debido al crecimiento Regional en el sector construcción, se presenta la oportunidad de crecimiento de las empresas relacionadas a la construcción, esto también implica que las empresas de la Región Moquegua deben estar preparadas para atender la demanda de bienes, insumos y servicios.

Esto conlleva que las empresas relacionadas a la construcción como es el caso de las concreteras las cuales realizan concretos premezclado, puedan abastecer el mercado regional, para lo cual se requiere que tengan una velocidad de producción donde se evidencie su alta capacidad de producción, situación que toda empresa debe presentar para mantenerse en el mercado.

En la ciudad de Moquegua existe la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. productora de concreto, la misma que tiene una producción muy por debajo de lo ofertado a sus clientes, también se ha observado que sus diseños de mezclas que oferta al mercado están sobredimensionados lo que origina que tenga mayores gastos en recursos de materiales integrantes del concreto.

En enero del 2018 la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. tiene un registro de gastos y compras de **S/. 223,963.14**, sin embargo el registro de ventas de concreto premezclado es de S/. 71,295.60 al cliente Municipalidad General Sánchez Cerro, de S/. 22,378.46 al cliente Municipalidad Provincial Mariscal Nieto y de S/. 85,722.32 al cliente Universidad Nacional de Moquegua, haciendo un total por venta de concreto premezclado de S/. 179,396.38, adicionalmente tiene ingresos por alquiler de planta dosificadora, de camión transportador y de bomba de concreto es de S/. 7,279.00 cliente Universidad Nacional de Moquegua, S/. 7,279.00 cliente Universidad Nacional de Moquegua, S/. 4,267.00 cliente Universidad Nacional de Moquegua y S/. 29,424.48 CORPORACIÓN XIANY S.A.C., haciendo un total por alquiler de equipos y maquinaria de S/. 48,249.48, por lo que el total de ingresos de la empresa en el mes de enero 2018 es de **S/. 227,645.86** pero si deducimos los Ingresos con los Gastos el resultado sería de S/. + 3,682.72 adicionalmente a este monto hay que deducirle el pago del personal por lo que podríamos concluir que el reporte de gastos aumentaría y la empresa estaría en déficit.

Según el video reportado en la página web https://www.youtube.com/watch?v=_7jpy-17Ek4 la planta reporta una capacidad para elaborar concreto premezclado de 40 m³/h, lo que representa una velocidad de producción es de 40 m³/h esta velocidad se debe a las características de la planta dosificadora debido a la capacidad de la tolva de 14 m³ y la banda transportadora de 0.75 m de ancho y 12 hp de potencia, pero según la tabla 1 nos muestra un reporte inicial levantado en el mes de diciembre la velocidad de producción fue de 27.61

m³/h, una velocidad muy por debajo de lo ofertado, el valor de la velocidad de producción de 27.61 m³/h se obtuvieron analizando la velocidad de producción individual para el MIXER VOLVO - Z5X-833 de capacidad 7 m³ fue de 15 minutos con 20 segundos, para el INTERNATIONAL - F0D-859 de capacidad 7 m³ fue de 15 minutos con 20 segundos, para el MIXER VOLVO - Z5X-833 de capacidad 7 m³ fue de 15 minutos con 8 segundos y para el MIXER VOLVO – Z3T-713 de capacidad 6.5 m³ fue de 14 minutos.

Tabla 1

Cantidad y tiempo promedio en la elaboración de concreto premezclado

N°	CAMIÓN	CAPACIDAD	UNIDAD	CANTIDAD PRODUCIDA	HORA INICIO	HORA TERMINO	TIEMPO "t" (min)
1	VOLVO / Z5X-833	7	m ³	7	13:33:00	13:48:20	15.33
2	INTERNATIONAL / F0D-859	7	m ³	7	13:57:05	14:14:25	15.33
3	VOLVO / Z5X-833	7	m ³	7	15:49:00	16:04:08	15.13
4	VOLVO / Z3T-713	6.5	m ³	6.5	16:12:00	16:26:00	14.00
			Σ =	27.50		Σ =	59.79
			Cprom	6.88		tprom	14.95

Nota. Esta tabla nos muestra la cantidad producida promedio (Cprom) y el tiempo promedio (tprom) en la elaboración de concreto premezclado.

Por lo que en esta investigación se hablara sobre la baja velocidad de producción de la empresa CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., esto debido a la falta de métodos y herramientas gerenciales que no permiten identificar la baja velocidad de producción, esto sumado a las tecnologías empleadas son las causas fundamentales de la baja velocidad de producción en la empresa, de mantenerse esta situación en la empresa es eminente seguir con la alta inversión en recursos.

Una manera de enfrentar el problema podría basarse en la aplicando de la teoría de restricciones (TOC [Siglas en inglés del sistema Theory of Constraints]) la cual se basa en

métodos de ciencia para interpretar y optimizar sistemas integrados, de tal manera que se pueda mejorar la velocidad de producción.

Motivo por el cual se deberá analizar dentro de la empresa el cómo influye la Teoría de Restricciones (TOC) en la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.

Podemos decir que si aumentamos la velocidad producción del concreto premezclado también podemos aumentar la velocidad de producción de los entregables de concretos de una construcción, actualmente existen muchos retrasos en las obras ejecutadas a nivel nacional y regional, debido a la baja velocidad de producción en el desarrollo de las obras, en las obras de edificaciones los entregables concreto en columnas siempre forma parte de la ruta crítica debido a que no se pueden avanzar los pisos superiores si no se vacían con concreto los entregables columnas, el problema es que los entregables de concreto de las obras en la región se siguen construyendo utilizando trompos como mezcladora, es decir se sigue elaborando en obra el concreto como se representa en la figura 1, y vaciándose de una manera manual, los mismos que tienen una baja velocidad de producción, esto también trae como consecuencia retrasos en los plazos de ejecución de una obra y hasta perjuicios económicos debido a que se compra el cemento para elaborar concreto en obra, y muchas veces estos se malogran debido a que se deja vencer en obra por su largo almacenamiento, ver figura 2, por lo que el concreto elaborado en obra no solo trae baja velocidad de producción sino improductividad en obra.

Figura 1

Concreto elaborado en obra



Nota. Adaptado del saludo por el día del trabajador, facebook institucional del Gobierno Regional Moquegua, 2020., https://web.facebook.com/gob.regionalmoq/posts/659435108172865?_rdc=1&_rdr

Figura 2

Posibles perjuicios por vencimiento de bolsas de cemento



Nota. Adaptado de portada de noticia, Diario Prensa Regional de Moquegua, 2017, https://issuu.com/prensaregional/docs/18.01.2017_m-i

1.1.2. Justificación del estudio

En el Perú unos de los problemas de las empresas en general es el bajo nivel de productividad que generan, esto es manifestado por la junta de gobernadores del Banco Mundial (BM) y del FMI donde indican que las empresas peruanas están muy por debajo del nivel de productividad que pueden alcanzar, como se puede ver en la figura 3.

Figura 3

Empresas peruanas y la productividad



Nota. Adaptado noticia económica, Diario Gestión, 2015, <https://gestion.pe/economia/empresas-peruanas-debajo-productividad-alcanzar-bm-101839-noticia/?ref=gesr>

Y un caso en la Región Moquegua es el de la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., que tiene una velocidad de producción de 27.61 m³/h obtenido de la tabla 1, es está muy por debajo de lo ofertado. Como una respuesta para mitigar el bajo nivel productivo las empresas están implementando métodos y herramientas para aumentar la productividad, uno de ellos es el método teoría de restricciones. La teoría de restricciones es un método gerencial de mejora continua que al aplicarlo en una empresa genera cambios en la producción, su método está basado en levantar la restricción o solucionar el cuello de botella de la producción lo que conlleva al aumento de la velocidad de producción por ende la productividad de la empresa mejorara. Un estudio realizado por Penagos, Acuña y Galvis (2012) muestra los resultados favorables del TOC en un incremento de 22% en ventas y 12% en utilidad, como se muestra en la figura 4.

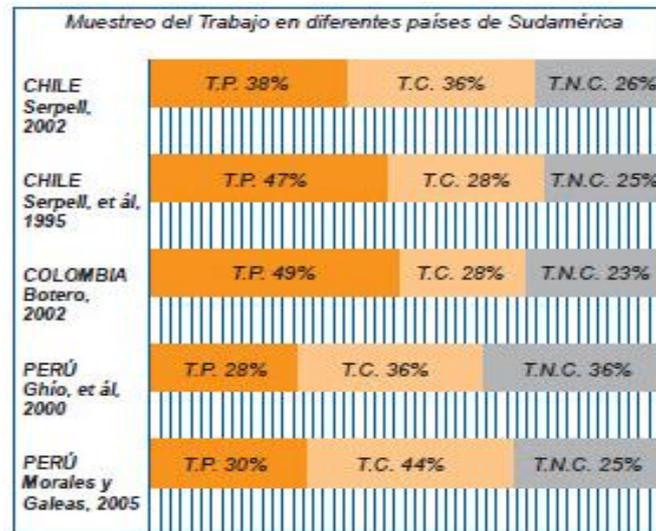
Figura 4*Resultados del uso del TOC*

Diseño, producción y comercialización de insumos para realce de marcas dirigido al sector de confección y similares	
Síntomas	Resultados
Atrasos en la línea de producción	Reducción en los pedidos con atrasos en la línea de producción pasando del 50% al 1% en el primer mes.
Incremento en los costos de operación	<ul style="list-style-type: none"> Logró implementar el <i>throughput</i> (velocidad de retorno de la requisita) en un 15% respecto al año anterior. Se contrataron cinco nuevos empleos directos y se generaron 14 indirectos.
Poco diferenciación de la competencia frente a sus clientes	La compañía incrementó sus ventas en un 22% y la utilidad neta del 12% en el primer trimestre del año 2005 comparado con el mismo trimestre del año anterior.
Confusa percepción de la rentabilidad de sus líneas	La compañía logró construir un sistema eficiente de medición de la rentabilidad por línea.
Poco conocimiento en la manera en que se deben direccionar los esfuerzos comerciales	La construcción de una oferta no rechazable basada en la entrega como: bueno, completo y a tiempo a sus clientes, mejorando su situación competitiva y anticiparse a los deseos de los clientes presentando colecciones anticipadas.
Desconocimiento de las restricciones de la compañía	Fashion Label's ha experimentado un cambio de pensamiento, una nueva forma de hacer gerencia, conociendo sus restricciones y anticipando las soluciones adecuadamente.

Fuente: Información tomada de Piénsalo Colombia Ltda. <http://www.piensalo.com/>. Contratista de Goldratt Group, y principal del Goldratt Schools para Latinoamérica

Nota. Adaptado Síntomas y resultados de Fashion Label's, INGENIARE, 2012, file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Dialnet-TeoriaDeRestriccionesAplicadaAEmpresasManufacturer-6579705.pdf

En lo que se refiere a la productividad en la construcción en el Perú en el año 2000 fue de 28% y en el 2005 de 30% tal como se muestra en la siguiente figura 5, eso nos indica que la productividad en la construcción es baja, si queremos aumentar la velocidad de producción del entregable concreto, debemos mejorar con la elaboración de concreto más tecnificado que permita una mayor velocidad de producción, esto se puede lograr con el uso de concreto premezclado, esto nos permitirá obtener mayor productividad y mayor utilidad.

Figura 5*Porcentaje de trabajo en Sudamérica*

Nota. Adaptado de Construcción Integral edición 12, ACEROS AREQUIPA, Pablo Orihuela, <https://www.acerosarequipa.com/constructoras/boletin-construccion-integral/edicion-12/calidad.html>

1.2. Objetivo general y objetivos específicos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo principal de esta investigación es Mejorar la velocidad de producción para la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., aplicando teoría de restricciones (TOC) y del entregable concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el TOC, 2017. El procedimiento consistirá en tomar mediciones de la velocidad de producción antes y después de aplicado el método TOC, luego se hará una comparación de estas velocidades de producción y se demostrara que con la aplicación del método TOC se mejoró la velocidad de producción.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la velocidad de producción en su estado situacional actual de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.
- Determinar la productividad en su estado actual de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.
- Determinar la velocidad de producción después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.
- Determinar la productividad después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.
- Comparar velocidad de producción antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.
- Comparar la productividad antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2017.
- Determinar la velocidad de producción en la etapa de planificación operativa, en la ejecución del entregable de concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la obra denominada construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto elaborado en obra, 2017.
- Determinar la velocidad de producción del entregable de concreto de columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente

coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.

- Comparar la velocidad de producción del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm², de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto elaborado en obra y concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.
- Determinar la utilidad en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017.
- Determinar la utilidad después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017.
- Comparar la utilidad antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017.

1.3. Delimitación del estudio

Esta investigación permite mejorar la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., con la aplicación de la Teoría de las restricciones.

Toda la recopilación de la información en la etapa de elaboración de concreto premezclado se realizara dentro de la empresa concretera, y en la colocación del concreto premezclado en los distintos vaciados de entregables columnas que se realicen, utilizando la técnica de observación como instrumentos de recolección de datos, toda la información será registrada en las fichas de registros de observación para su posterior análisis. Se registrara la velocidad de producción de la mano de obra, de los equipos y maquinarias que trabajan en la producción del concreto premezclado, también se registraran los inventarios y los gastos operacionales.

La ubicación de la empresa objeto de estudio es Fundo el Gramadal S/N Malecon Ribereño a 200 metros del Poder Judicial – Moquegua, en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, Región Moquegua.

1.4. Limitaciones del estudio

Las limitaciones de la investigación es la de información operativa para realizar los cálculos financieros, debido a que la empresa es muy reservada para entregar información confidencial.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes y/o estado del arte

En el ámbito mundial existen muchas investigaciones de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) las cuales han concluido en el aumento de la productividad, El director (Alvarez Flores, 2017) de estrategia focalizada empresa dedicada a las consultorías y capacitación del TOC en su guía introducción a la teoría de restricciones (TOC) una mirada a sus fundamentos y aplicaciones, indica que un estudio realizado por (Mabin & Balderstone, 2000) la implementación del TOC a nivel mundial da como resultados que los tiempos de entrega se reduzcan en 69%, el cumplimiento de entregas mejoran en un 60%, los niveles de inventario se reducen en un 50% y los ingresos aumentan en un 68%, esto acredita la efectividad del TOC para su aplicación.

Estudios realizados por (Marín Marín & Gutiérrez Gutiérrez, 2013) describen el aumento de la productividad de un empresa del sector revestimientos cerámicos en Colombia, la metodología seguida para la aplicación del TOC fue la identificación de la restricción del proceso de producción, potencialización de la restricción de la cadena de suministros, subordinación de la cadena de suministros a la restricción, desarrollo de la heurística para la programación de la producción y la aplicación de la herramienta contable. También (Pilco Salazar, 2016) en su investigación hace mejorar la productividad de la microempresa industrias metálicas vilema, por lo que teniendo al TOC como una herramienta para mejora se obtuvo un incremento en los ingresos de la empresa.

La búsqueda de la mejora de la productiva nos lleva a mejorar los tiempos de producción que están directamente relacionados con la velocidad de producción, por lo que mejorar la velocidad de producción es muy relevante para mejorar la productividad, con la teoría de restricciones se mejora también la velocidad de producción, a través de superar la restricción, esto se describe en la investigación realizada por (Gómez Posada & Jiménez

Villalobos, 2009) donde con la aplicación del TOC se mejoraron los tiempos en el proceso de realización de los proyectos realizados por empresa de estudio.

En las empresas concretaras vinculadas a la construcción, como es el caso de nuestro estudio, la causa que evita el aumento de la productividad, es justamente la restricción existente en el sistema de elaboración del producto, esto limita la velocidad de producción, existen evidencias que con la aplicación del TOC en una empresa concretara se ha aumentado la productividad, debido a que también se han realizado estudios para mejorar la productividad en una empresa concretera, uno de ellos lo encontramos en la investigación denominada plan de mejora de la productividad en la planta de hormigón premezclado mediante el uso de la teoría de las restricciones (Checa Ramírez, 2018) con la propuesta de mejora, se incrementó el rendimiento y el ingreso.

Con el aumento de la velocidad de producción en la empresa de concreto premezclado, se aumentaría también la velocidad de producción en los entregables de concreto en la construcción de las obras, por lo que el TOC también se puede aplicar en la construcción, en la conferencia realizada por (Rodríguez Castillejos, 2008) en el Global Congress PMI Sao Paulo 2008 en su exposición concluye que la teoría de restricciones, nos ayuda a resolver una problema antiquísimo en la planificación y programación de obras.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teoría de restricciones

Checa Ramírez (2018) manifiesta que fue desarrollada por el Israelí Dr. Eliyahu Goldratt, denominada también TOC (Theory of constraints), tiene como fundamento identificar la (s) restricción (es) existentes en un sistema de producción, para la identificación de estas restricciones se utiliza la lógica secuencial del sistema en estudio, convirtiéndose en un sistema de administración que busca el aumento de la productividad a través de generar mejoras en el sistema de producción.

La teoría de restricciones es una filosofía gerencial que permite realizar mejoras en la productividad de una manera lógica y práctica, esta teoría genera que el gerente desarrolle sus propias mejoras a través de la identificación de la actividad restrictiva o cuello de botella presente en todo sistema de producción siguiendo los pasos siguientes a la identificación que son explotar, subordinar, elevar y una vez superada la restricción volver al paso de identificar nuevamente una nueva restricción, por lo que esta filosofía se convierte en un proceso de mejora continua. Adicionalmente toda empresa nunca podrá tener una mayor productiva si no tiene una meta o desconoce su meta. Para esta ciencia organizacional de las teorías de las restricciones que la meta de toda empresa es generar dinero y este es medible mediante el "Throughput" que es la generación de dinero, por lo que toda empresa para generar la mayor productividad debe controlar los costos y proteger el Throughput debido a que la utilidad neta y el rendimiento sobre el capital invertido está en función de este.

En resumen para la teoría de restricciones la mejora de la productividad consiste en identificar y fortalecer el eslabón más débil por lo que todo el esfuerzo de la empresa es hacerlo lo más resistente posible y aumentar el Throughput disminuyendo los inventarios o stock y gastos de operación.

(Gonzalez Gómez, Ortégón Mosquera, & Rivera Cadavid, 2003) indica que "enseña de una forma ordenada y de sentido común cómo lograr un mejoramiento continuo y visible en términos de utilidades, administrando el recurso más débil (la restricción) que exista en cualquier organización para convertirlo en una ventaja" (p. 29).

Para, Ortíz (2013) TOC sigue una metodología que sigue una serie de pasos que primeramente conducen a la identificación de la restricción o cuello de botella, primeramente se requiere:

- IDENTIFICAR las restricciones del sistema.

Luego pasamos al segundo paso, que sería:

- EXPLOTAR las restricciones del sistema.

El tercer paso consiste en:

- SUBORDINAR todo.

Como cuarto paso debemos:

- ELEVAR las restricciones del sistema.

Por ultimo si se elimina la restricción volver al primer paso:

- Regresar al paso 1 de nuevo, evitar la inercia.

2.2.2. Fundamentos del DBR

Flávio (2016) unos de los fundamentos conocidos para gestionar las restricciones se dieron a conocer en la Meta de Eliyahu Goldratt, esta es una metodología llamada DBR (Drum, Buffer, Rope), es ideal para procesos lineales de producción debido a que una etapa depende de la anterior, la capacidad de producción disminuye si el inventario es insuficiente. El primer fundamento, el **Tambor (DRUM)**, nos permite ejecutar la programación de entrada y salida del inventario nos da el ritmo del proceso siendo este el cuello de botella, lo que nos obliga a que todos los demás procesos trabajen para mantener abastecida la restricción y la capacidad de producción no disminuya. El **Amortiguamiento (BUFFER)** o amortiguamiento nos permite tener recursos como las materias primas que utiliza el sistema en los puntos críticos de tal manera que se tenga una holgura de material dentro del sistema de producción, no cuenta el material acumulado que esta fuera del proceso de producción debido a que esto podría generar que el dinero invertido este estático. Por lo que el amortiguamiento cuida que la capacidad de producción siempre este abastecida con el recurso de mayor incidencia o más restrictivo. El último fundamento, conocido como **La cuerda (ROPE)**: permite jalar al sistema liberando el recurso más restrictivo, el amortiguamiento y el tiempo de elaboración del producto en el proceso anterior a la restricción, determina el tamaño de la cuerda

("longitud de la soga"), el tiempo de la cuerda para todo el proceso anterior al Drum debe ser elaborado conjuntamente con el Buffer (Goldratt, 2014).

2.2.3. Reglas operativas

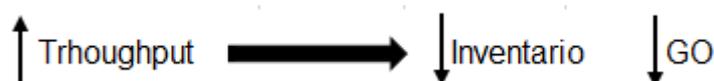
Noreen, Smith y Mackey (1995) en el TOC los beneficios se miden restando al throughput los gastos operativos, todos los controles se concentran en el throughput, TOC apunta a los problemas por exceso de inventario, por lo que si se quiere reducir los gastos se debe controlar los gastos por materia prima, esto hará que el throughput aumente.

Morales (2016) el Throughput, Stock y los Gasto de operación son tres reglas operativas o indicadores de desempeño para manejar una planta. El **Throughput**, es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas, un producto genera dinero cuando ya es vendido, no se considera throughput a la masa de productos almacenados, simplemente esto sería stock. Para determinarlo no se debe considerar los gastos de operación, por lo que su relación quedaría establecida como:

$$\text{Throughput (T)} = \text{Precio de Venta} - \text{Costo de materia prima}$$

Figura 6

Relación del throughput, inventario y gastos de operación



Nota. Cuando disminuye los gastos de operación aumenta el Throughput.

El Stock, es todo dinero que se invierte en lo que se pretende vender, también se define como inventario, son las inversiones por la compra de materia prima (costos de materia prima) no incluye el valor adicionado de mano de obra y gastos variados de elaboración del producto. Cualquier inversión que se pueda generar dinero es stock.

$$\text{Stock} = \text{Inventario}$$

Gasto de operación, está dado por todo el dinero que el sistema gasta en convertir el stock en throughput, esto todo gasto que el sistema ha consumido para generar un producto aquí se incluye la mano de obra, insumos de máquinas, electrificación, gastos administrativos y técnicos.

$$\text{Gastos Operación} = \text{GO}$$

2.2.4. Reglas financieras

En las reglas operativas del TOC encontramos el retorno de la inversión, utilidad neta y productividad.

Morales (2016) el **Retorno sobre la inversión** (ROI) relaciona la utilidad que es el dinero ganado con la inversión que representa al dinero invertido, para su cálculo relacionamos la utilidad neta y la Inversión.

$$\text{ROI} = \text{UN} / \text{Inversión} = (\text{T}-\text{GO}) / \text{Inversión}$$

La **Utilidad neta**, es la sumatoria de todo lo ganado a través del throughput con la deducción de todos los gastos operativos, y se representaría como la utilidad neta al throughput obtenido menos los gastos de operación.

$$\text{Utilidad Neta (UN)} = \text{Throughput} - \text{Gastos de Operación} = \text{T} - \text{GO}$$

La Productividad, Para Pinkas (2006) "La productividad puede ser calculada en términos monetarios pero generalmente se le presenta como índice" (p. 69).

La teoría de restricciones relaciona al Throughput con los Gastos Operacionales para obtener la productividad lo que se traduce en ganar más dinero siendo esta la meta de toda empresa, por lo que la productividad está formulada de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \text{Throughput} / \text{Gastos Operacionales} = \text{T} / \text{GO}$$

La mayor productividad se obtiene en los siguientes casos: Primero aumentado la velocidad de producción y manteniendo los recursos, Segundo manteniendo la velocidad de producción y reduciendo los recursos y Tercero aumentando la velocidad de producción y

reduciendo los recursos siendo este el estado ideal que toda empresa tiende a buscar. La definición más aceptada es la relación entre las ventas y la inversión.

Según Robbins y Coulter (2005) "Para las organizaciones individuales, el aumento de la productividad les proporciona una estructura de costos más competitiva y la capacidad de ofrecer precios más competitivos" (p. 491).

2.2.5. Restricción

Goldratt (2014) narra que "los cuellos de botella son los que dictan el tiempo consumido. Lo que, a su vez, significa que los cuellos de botella dictan, también, los niveles de stock y cuánto dinero se genera, es decir, el throughput" (p. 191).

Es lo que limita la producción de un sistema es conocido también como cuello de botella, es el eslabón más débil de una cadena de producción por lo que merece la mayor atención si se quiere lograr la meta de generar dinero, la falta de identificación en una empresa hace que se desperdicien tiempo y recursos.

Toda empresa tiene un cuello de botella que retarda la elaboración del producto la TOC en su desarrollo establece como punto de partida la identificación de la restricción para desarrollar el método de mejora de la productividad, muchas veces la (s) restricción (es) hacen que no se tenga la suficiente capacidad para satisfacer la demanda.

Para identificar la restricción debemos de verificar mediante instrumentos de medición cual es la actividad o recurso que determina la capacidad de producción del sistema.

Las principales restricciones son Físicas: Maquinaria, Material, Mano de obra y Proveedor una de ellas determina la velocidad de producción; pero también podemos encontrar restricciones de mercado (condiciones externas) y del tipo político como prácticas contrarias a la productividad.

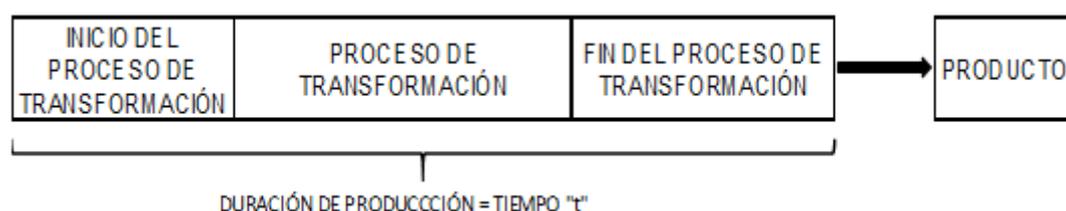
Rodríguez y Valdez (2008) señala que "en construcción, la actividad más restrictiva corresponde a la actividad que requiere mayor trabajo (expresado en Horas-Hombres, HH o hh)" (p. 31).

2.2.6. *Velocidad de producción*

Buleje (2012) La producción de un sistema puede ser representada en términos de velocidad, esto sería la cantidad de productos producidos que pueden ser medibles durante un periodo de tiempo, pueden tener cualquier unidad pero siempre relacionada con el tiempo. Ejemplo: und/h, m³/h, m²/h, etc., entonces la velocidad de producción es el tiempo que tarda el producto en ser elaborado, como se representa en la figura 5, el comienzo de la medición inicia en el proceso de transformación y termina con la obtención del producto. Cada empresa tiene un sistema de operaciones que crea valor al transformar los insumos en producción, para iniciar el proceso de producción se debe contar con inventarios y gastos operativos, dentro de los inventarios tenemos a los materiales, siendo los gastos operativos todo lo necesario para comenzar a transformar los materiales aquí encontramos al personal técnico y obrero, maquinaria, equipo, información tecnológica y gastos indirectos. Cada empresa produce algo, en resumen se necesita inventario y gastos operativos para iniciar el proceso de transformación, este proceso termina con la obtención del producto que debe cumplir con los estándares de calidad requerido por los clientes o consumidores del producto (Robbins & Coulter, 2005).

Figura 7

Sistema de velocidad de producción



Nota. Un producto es único tiene un tiempo de inicio y uno de fin.

2.2.7. *Un proceso de producción*

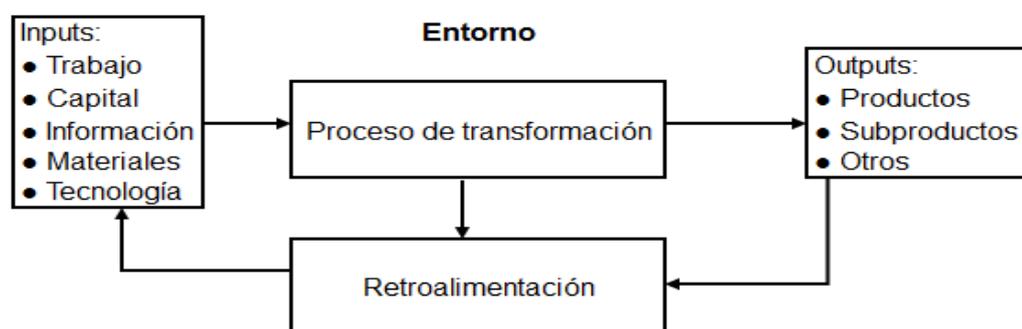
Para Chase, Jacobs, y Aquilano (2005) un proceso de producción tiene el objetivo de: Identificar las demoras, las distancias del transporte, los procesos y los requerimientos de tiempo del procesamiento para simplificar toda la operación. La filosofía implícita consiste en eliminar cualquier paso en el proceso que no le añada un valor al producto. (p. 145)

2.2.8. *Producción*

La función de la producción la podemos caracterizar como un sistema que no es cerrado más bien es un sistema abierto, por este motivo es necesario el estudio del proceso de producción, el uso del término sistema productivo es de uso frecuente, un sistema ya representa al todo organizado, formado por las partes interrelacionadas y delimitado una frontera identificable de su entorno, con el que interactúa de forma permanente intercambiando información y productos para lograr una misión determinada. La figura 6 nos muestra un sistema de producción (Fernández Sánchez et ál., 2006).

Figura 8

Sistema de producción



Nota. Adaptado de Sistema de Producción (p. 2), por Fernández Sánchez E. & Avella Camarero L. & Fernández Barcala M., 2006, Estrategia de Producción. Segunda Edición.

2.2.9. *Empresa concretera*

Es la empresa encargada de producir, distribuir y a su vez comercializar concreto premezclado, teniendo como clientes a las empresas constructoras de obras civiles, entidades

públicas que realizan construcciones publicas bajo la administración presupuestaria directa y personas naturales que realizan autoconstrucciones.

Las empresas concreteras realizan la elaboración del concreto en planta mediante sistemas automatizados y transportan el concreto en unidades móviles denominadas camión mixer.

Las materias primas que se utilizan para la elaboración del concreto premezclado son: cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos los cuales se mezclan para formar el producto denominado concreto premezclado.

2.2.10. El concreto

El concreto es una mezcla de materiales previamente dosificada en proporciones, de cemento, agua, agregado fino y grueso, hay diversos tipos de aditivos que de acuerdo a sus características pueden adicionarse al concreto, con el fin de mejorar sus propiedades, una de ellas puede ser el incremento de la durabilidad a bajas temperaturas (Rivva López, 2014).

Para aceptar su uso y tener confiabilidad de los materiales se deben realizar ensayos que cumplan con los estándares mínimos que exigen la norma técnica peruana (NTP) y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM).

Si alguno de los materiales no cumple con los estándares de las normas, esto podría traer consecuencias en el concreto, pudiendo afectar su resistencia, durabilidad y colocación. A continuación se describen los materiales integrantes del concreto:

Cemento portland: "Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contienen generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda" (Comités Técnicos de Normalización, 2013, p.5).

Agregado fino: proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas es el pasante de la malla 3/8" debe de cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037 o

ASTM C 33, debe estar limpio de impurezas, las partículas deben ser duras y resistentes, y de perfil angular (Rivva López, 2014).

Agregado grueso: es el material retenido en la malla 4.75 mm (N° 4) y que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, de textura rugosa, libre de impurezas orgánicas e inorgánicas, el perfil será angular o semiangular, duros y resistentes (Rivva López, 2014).

Agua: el agua es el componente del concreto que hidrata al cemento para que desarrollen sus propiedades aglutinantes, y produce la pasta cementicia, como consecuencia del fraguado parte del agua se evapora y hace que la pasta se endurezca, alguna parte del agua permanece en la estructura rígida de la pasta (Sánchez, 2001).

Aire: Cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, queda atrapado aire dentro de la masa, en el momento de la colocación del concreto el aire es liberado, sin embargo siempre queda aire atrapado dentro del concreto endurecido, por otra parte cuando se requiere que un concreto sea durable se incorpora pequeñísimas burbujas de aire a la mezcla de manera intencional (Sánchez, 2001).

Aditivos: Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla, que modifican el proceso de hidratación interna del concreto (Pasquel Carbajal , 1993).

2.2.11. Diseño de mezcla

Las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica del concreto, es conocida usualmente como diseño de mezcla, los ingredientes estarán constituidos por la selección más conveniente, en función de resistencia y economía, la mezcla no endurecida tiene que ser trabajable y cumplir con la consistencia y requisitos establecidos en los planos y/o especificaciones técnicas (Rivva López, 2014).

2.2.12. Planificación Operativa

Según Rodríguez y Valdez (2008) es la planificación realizada por el gerente del proyecto su duración se limita al plazo establecido en el contrato, en esta etapa se desarrollan

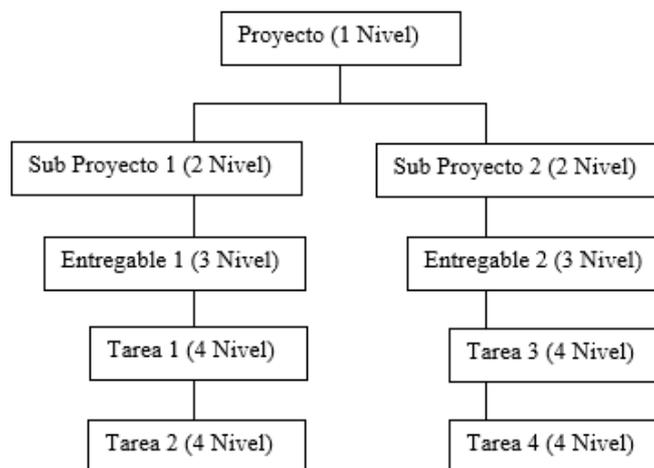
todas las técnicas operativas para lograr una mayor productividad, para su realización en la construcción se necesita el presupuesto, el plazo, las especificaciones técnicas, los planos a detalles.

2.2.13. Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)

Existen dos tipos de códigos utilizados para la estructura de descomposición del trabajo (EDT) los numéricos y caracteres, esto nos ayuda a desglosar e identificar los niveles del proyecto (ver figura 20), los niveles se dividen en proyecto, subproyectos, entregables, tareas y subtareas. Los entregables son los únicos que se valorizan en una construcción estos son sub productos terminados que forman parte del producto terminado que es el proyecto culminado de ejecutar. En la planificación operativa se debe poner todo el énfasis en aumentar la productividad de los entregables debido a que su ejecución influye en los costos y plazos del proyecto (Rodríguez & Valdez, 2008).

Figura 9

Esquema del EDT



Nota. Desglose de niveles.

Tabla 2*presentación del EDT*

EDT (CARACTERES)	EDT (NUMÉRICO)	DESCRIPCIÓN
P	1	Proyecto
S.SP1	1.1	Sub Proyecto 1
S.SP1.E1	1.1.1	Entregable 1
S.SP1.E1.T1	1.1.1.1	Tarea 1
S.SP1.E1.T2	1.1.1.2	Tarea 2
S.SP1.E2	1.1.2	Entregable 2
S.SP1.E2.T3	1.1.2.1	Tarea 3
S.SP1.E2.T4	1.1.2.2	Tarea 4
P.SP2	1.2	Sub Proyecto 2
P.SP2.E3	1.2.1	Entregable 3
P.SP2.E3.T5	1.2.1.1	Tarea 5
P.SP2.E3.T6	1.2.1.2	Tarea 6
P.SP2.E4	1.2.2	Entregable 4
P.SP2.E4.T7	1.2.2.1	Tarea 7
S.SP.2.E4.T8	1.2.2.2	Tarea 8

Nota. La presentación del EDT puede ser numérico o con caracteres.

2.2.14. Principio de Pareto

Candama et ál. (2020) definen que el principio de Pareto es una herramienta que nos dice que el 80% de los problemas son originados por un 20% de las causas, por lo que toda nuestra atención debe estar en localizar y suprimir las pocas causas que generan los problemas.

2.2.15. Trabajo

Para, Rodríguez y Valdez (2008) en todo proyecto de construcción las actividades a realizar requieren trabajo, y en la planificación operativa la duración se analiza en días, por lo que en la planificación resulta de suma importancia conocer la duración. Podemos encontrar el trabajo en función en los recursos utilizados en una jornada de trabajo por la duración, también el trabajo puede ser expresado en horas hombres (hh) en función de la cantidad de metrado que requiere un entregable y el rendimiento. Lo podemos representar como; Trabajo (Tr) = Cantidad x Rendimiento = C x R, donde:

Rendimiento (R): El rendimiento es la inversa de la productividad está en función de los recursos empleados y la producción, cada actividad en la construcción está formada por cuadrillas que es el número de hombres que se requieren para realizar una actividad estos multiplicados por las horas de trabajo en una jornada laboral nos determinan los recursos empleados. Se representa como; $\text{Rendimiento (R)} = \text{Recursos empleados} / \text{Producción}$.

Producción diaria de cuadrilla: Es la producción que realiza una cuadrilla en cada jornada de trabajo, las jornadas de trabajo en construcción civil están establecidas en ocho horas diarias de trabajo haciendo un total de cuarenta y ocho horas semanales, la producción diaria de todo proyecto de construcción la encontramos en los costos unitarios del presupuesto, también se puede trabajar con la producción diaria establecida por el gerente del proyecto en base a data personal de su experiencia de proyectos de construcción ejecutados, y: $\text{Producción diaria de cuadrilla} = \text{RU}$.

2.3. Conclusiones del Marco Teórico

Realizada la revisión bibliográfica se concluye lo siguiente:

- El TOC tiene como objetivo principal identificar la actividad más limitante o más restrictiva es increíble que gastemos todos nuestro esfuerzo en mejorar todo el sistema invirtiendo tiempo y recursos cuando toda la atención debería estar en la actividad o proceso más restrictivo que es el que al final determina la velocidad del sistema y el mayor gasto en recursos, por lo que podemos concluir diciendo que la productividad de todo el sistema está determinada por la actividad más limitante, cuello de botella o restricción.
- Los siguientes pasos para poder realizar el TOC son los que se describen a continuación:

Primer paso: Identificar la (s) restricción (es) del sistema, consiste en encontrar cuál es el recurso que no tiene la suficiente velocidad o el recurso que restringe la

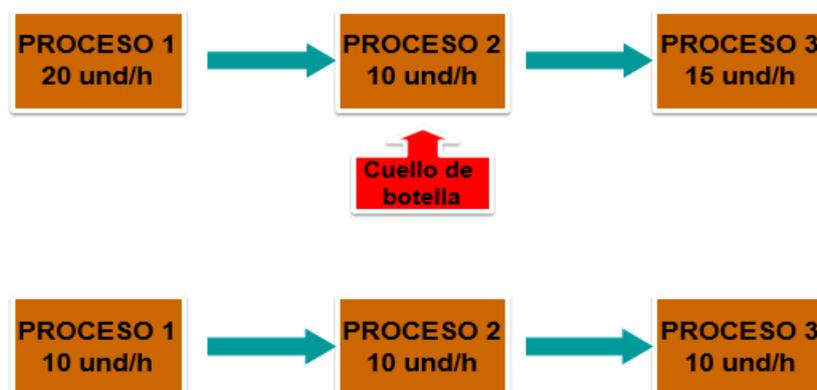
velocidad de producción del sistema. Podemos decir que la velocidad del sistema de producción depende del eslabón más débil de la cadena.

Segundo paso: Explotar la (s) Restricción (es) del sistema, exprimir al máximo la capacidad que ya tenemos, debemos de procurar que en ningún instante el sistema deje de funcionar o producir por lo que se deberá evitar las paralizaciones del flujo productivo, por lo que se debe tener un buffer o amortiguamiento que evite que el sistema se descontinue, en una restricción física el inventario es el que actúa como amortiguador, por lo que siempre se debe tener la materia prima o recurso restrictivo en stock.

Tercer paso: Subordinar todo lo demás a la decisión tomada, esto nos llama a realizarnos la siguiente pregunta ¿A qué velocidad deben caminar los otros recursos?, el recurso más restrictivo determina la velocidad del sistema a este se le denomina cuello de botella, todo sistema producción tiene un proceso inicial y un proceso final, en este paso pueden presentar problemas de sobreinventario por lo que la solución es que todos los procesos del sistema deben subordinarse al cuello de botella o actividad restrictiva para evitar el sobre costo.

Figura 10

Subordinación del sistema a la actividad restrictiva



Nota. Adaptada de Teoría de restricciones, el proceso 2 representa la actividad más restrictiva del sistema, Rodríguez Castillejos, 2008, conferencia en el Global Congress PMI Sao Paulo 2008.

Cuarto paso: Elevar la (s) restricción (es) del sistema, esto puede significar comprar más maquinaria con innovación tecnológica o contratar más personal, por lo que si necesito aumentar la capacidad de producción y la velocidad de producción debo optar por una opción que me genere mayor rentabilidad, lo que implica que analicemos el retorno del capital invertido relacionando la utilidad neta con la inversión.

Figura 11

Elevar la actividad más restrictiva



Nota. Adaptada de Teoría de restricciones, Mejora la velocidad de producción del sistema, Rodríguez Castillejos, 2008, conferencia en el Global Congress PMI Sao Paulo 2008.

Quinto paso: Al elevar la restricción esta puede trasladarse a otro proceso por lo que debemos volver analizar el sistema y elevar la restricción de este otro proceso, esto lo convierte al TOC en un sistema de mejora continua, la recomendación de este sistema gerencial es evitar la inercia.

Figura 12

Identificar la nueva actividad restrictiva



Nota. Adaptada de Teoría de restricciones, Nuevo proceso restrictivo, Rodríguez Castillejos, 2008, conferencia en el Global Congress PMI Sao Paulo 2008.

- También podemos decir que la meta del TOC al final se traduce en generar más dinero y esta se logra como consecuencia de la velocidad del sistema de generar dinero.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es básica o pura, cuasi experimental, prospectivo, longitudinal, analítico.

3.1.2. Nivel de investigación

Es de nivel aplicativo, comparativo, cuantitativo.

3.2. Población y muestra

La población, está constituida por treinta y tres (33) registros de la elaboración del concreto premezclado, y seis (6) registros de vaciados de entregables columnas con concreto premezclado.

3.3. Hipótesis

3.3.1. Hipótesis principal

La aplicación de la teoría de restricciones mejora la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., y del entregable concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, 2017.

3.3.2. Sub-hipótesis

- La velocidad de producción en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, es baja.
- La productividad en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, es baja.

- La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la velocidad de producción de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017.
- La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la productividad de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017.
- La velocidad de producción de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) difiere significativamente.
- La productividad de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) difiere significativamente.
- La velocidad de producción en su etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f_c=280$ kg/cm² de la obra denominada construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, utilizando concreto elaborado en obra, 2017, es baja.
- La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la velocidad de producción en su etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f_c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.
- La velocidad de producción en la etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f_c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC contratistas generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017, difiere significativamente.

- La utilidad en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, es baja.
- La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la utilidad de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo.
- La utilidad de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC), difiere significativamente.

3.4. Variables e indicadores

En la tabla 3 se realiza la operación de variables.

3.4.1. Variable independiente

Aplicación de la teoría de restricciones (TOC).

3.4.2. Variable dependiente

Mejora de la Velocidad de Producción.

Tabla 3*Operación de variables*

La aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) mejorará la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., y del entregable concreto columnas $f_c=280$ kg/cm ² de la construcción accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTA GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, 2017.	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	
	INDEPENDIENTE	Teoría de las restricciones	IDENTIFICAR: PROCESO MÁS RESTRICTIVO	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN
			REGLAS OPERATIVAS	INVENTARIO (I) GASTOS OPERACIONALES (GO) THROUGHPUT (T)
			FINANCIEROS	UTILIDAD NETA (UN) RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN (ROI) PRODUCTIVIDAD (P)
	DEPENDIENTE	Velocidad de producción	ELEVAR: PROCESO MÁS RESTRICTIVO	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN
			REGLAS OPERATIVAS	INVENTARIO (I) GASTOS OPERACIONALES (GO) THROUGHPUT (T)
FINANCIEROS			UTILIDAD NETA (UN) RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN (ROI) PRODUCTIVIDAD (P)	

Nota. Esta tabla nos muestra las variables e indicadores que vamos a desarrollar.

3.5. Metodología

La investigación va a tener cuatro fases, comenzando con la revisión bibliográfica hasta llegar a las conclusiones y recomendaciones que esta la etapa final de la investigación, y se va realizar siguiente la metodología representada en la figura 13 esquema metodológico.

Figura 13*Esquema metodológico*

Nota. El esquema metodológico muestra las fases realizadas durante la investigación.

3.5.1. *Revisión bibliográfica*

Se revisaron las dos grandes obras la cadena crítica y la meta, del autor (Goldratt) de la teoría de las restricciones (TOC), así como la literatura relacionada con el método de aplicación TOC, con la revisión se obtuvo toda la base teórica, reglas operativas y financieras del método. Se revisó también la labor de las empresas concreteras, los materiales integrantes del producto concreto premezclado, el método del diseño de mezcla propuesta, y la planificación operativa en la construcción.

Con esta revisión bibliográfica se puede tener una base sólida para cumplir con el objetivo general y objetivos específicos propuesta.

3.5.2. *Elaboración de fichas e instrumentos de medición*

Se elaboran todas las fichas técnicas e instrumentos desarrollados, se hace una revisión minuciosa con asesoramiento de la información que se necesita levantar, este trabajo

consta de veinte ocho fichas e instrumentos de medición los formatos se encuentran en los anexos.

3.5.3. Validación de instrumentos

La validación de los instrumentos de medición fue validada por el asesor de tesis y por profesional con experiencia en instrumentos de medición, todo este trabajo es realizado en gabinete.

3.5.4. Antecedentes de la empresa

El 20 de enero del 2010 fue constituida la empresa SRC SERVICIOS GENERALES E.I.R.L. en la ciudad de Moquegua, tiene como ficha RUC 20532487138 de fecha de inscripción 03 de febrero del 2010. Inicia sus actividades comerciales el 10 de mayo del 2010 siendo su actividad comercial construcciones de edificios completos el tipo de empresa es individual de responsabilidad limitada, su dirección legal está ubicada en Villa del Sol eterno Mza. F Lote 07 P.J. Chen Chen (Cruce Toquepala – 5ta Cuadra), Distrito Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Región Moquegua. Siendo su creador y propietario Cutimbo Quispe Silverio Richard.

Su experiencia en la ejecución de obras civiles se inicia en la Región Moquegua donde ha construido distintas edificaciones del ámbito público y privado.

Posteriormente en el año 2012 incursiona en la venta de concreto premezclado donde se desarrolla actualmente siendo esta su actividad principal, la planta está ubicada en el Fundo el Gramadal S/N Malecon Ribereño a 200 metros del Poder Judicial de Moquegua, en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, Región Moquegua, cuenta con maquinaria propia para proveer el producto de concreto premezclado, ver relación de maquinaria en la tabla 4, la empresa se distingue por sus iniciales SRC ver figura 14.

Tabla 4*Maquinaria de SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.*

Nº	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	CAMIÓN VOLQUETE	MERCEDES BENZ	1k-2638/40	1
2	MINI CARGADOR	CATERPILLAR	246b	1
3	BOMBA HORMIGONERA TELESCÓPICA SEBHA	INTERNATIONAL	56001	1
4	BOMBA HORMIGONERA TELESCÓPICA PUTZMEISTER	DONGFENG	DF1140B	1
5	CAMIÓN HORMIGONERO	VOLVO	FM12	1
6	CAMIÓN HORMIGONERO	SCANIA	G420 A6X4	1
7	CAMIÓN HORMIGONERO	INTERNATIONAL	56001	1

Nota. Relación y cantidades de maquinarias de SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

Adicionalmente cuenta con vehículos para traslado de personal técnico.

En la Región Moquegua en el mes diciembre del 2017 tiene como clientes compradores de concreto premezclado al Gobierno Regional Moquegua, Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, Municipalidad Provincial General Sánchez Cerro, Universidad Nacional de Moquegua y viviendas privadas de la Región.

Figura 14*Logo de CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES*

Nota. Adaptado de Logo de CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., 2010, empresa CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

3.5.5. Descripción de la situación actual de la empresa

Organización. La empresa se rige por un alto mando jerárquico que es el gerente general y dueño de la empresa, carece de un organigrama formalizado, y sus trabajadores desempeñan sus actividades sin tener funciones establecidas documentariamente, cada uno ejerce una función conforme a su capacidad y no por una exigencia o meta establecida.

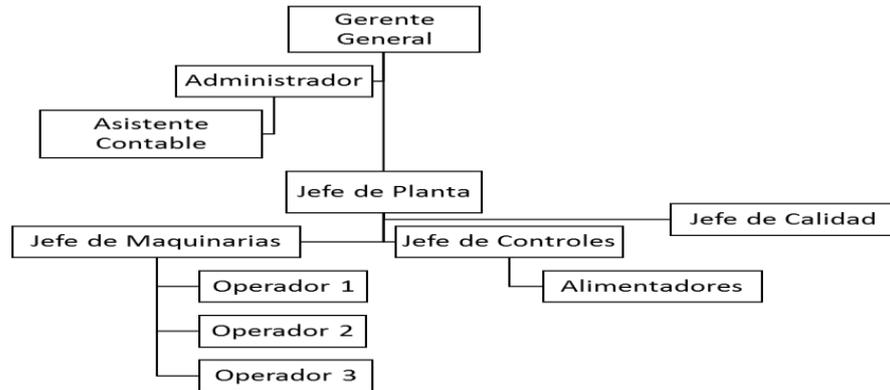
La empresa cuenta con personal empleado distribuido de la siguiente manera:

- Un Jefe de planta, encargado de realizar los distintos diseños de mezclas de concreto premezclado, realiza los requerimientos de los materiales de producción como el cemento, agregados y aditivos, es el encargado de ordenar el inicio de la producción del concreto, ofrece el producto al mercado y realiza también los documentos de cotizaciones y valorizaciones por cobrar.
- Un Administrador, encargado de la parte contable reporta los egresos e ingresos monetarios mensuales, realiza las compras y hace todo trámite ante la SUNAT.
- Asistente contable, se encarga de asistir al administrador en todo lo que este le designe.
- Jefe de Calidad, encargado de realizar los ensayos normalizados del concreto en su estado fresco, reporta y administra los resultados de roturas del concreto, ayuda en las labores que le encomiende el jefe de planta y gerente general.
- Jefe de maquinarias, quien se encarga de ordenar que las maquinas estén operativas, las abastece de combustible y reporta cualquier desperfecto.
- Jefe de controles, encargado de manejar la planta dosificadora, controla la dosificación del cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos.
- Operador de minicargador, quien abastece de agregado fino y grueso en la tolva de la planta dosificadora.
- Alimentadores de cemento, que se encargan de cargar el cemento a la faja transportadora y de vaciar el cemento.
- Operadores de camiones mixer, que se encargan de repartir el concreto.
- Operadores de bombas telescópicas de concreto, encargados de operar las bombas y colocar el concreto en su ubicación final.

Con la distribución de personal en su estado actual se construye el siguiente organigrama, de la figura 15.

Figura 15

Organigrama



Nota. Organigrama del funcionamiento actual de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

Proceso de producción. Para representar el proceso de producción actual se grafica con cartas de procesos ver la figura 16 y figura 17, según la distribución también podemos ver la planta donde se elabora el concreto premezclado figura 18 y figura 19.

Figura 16

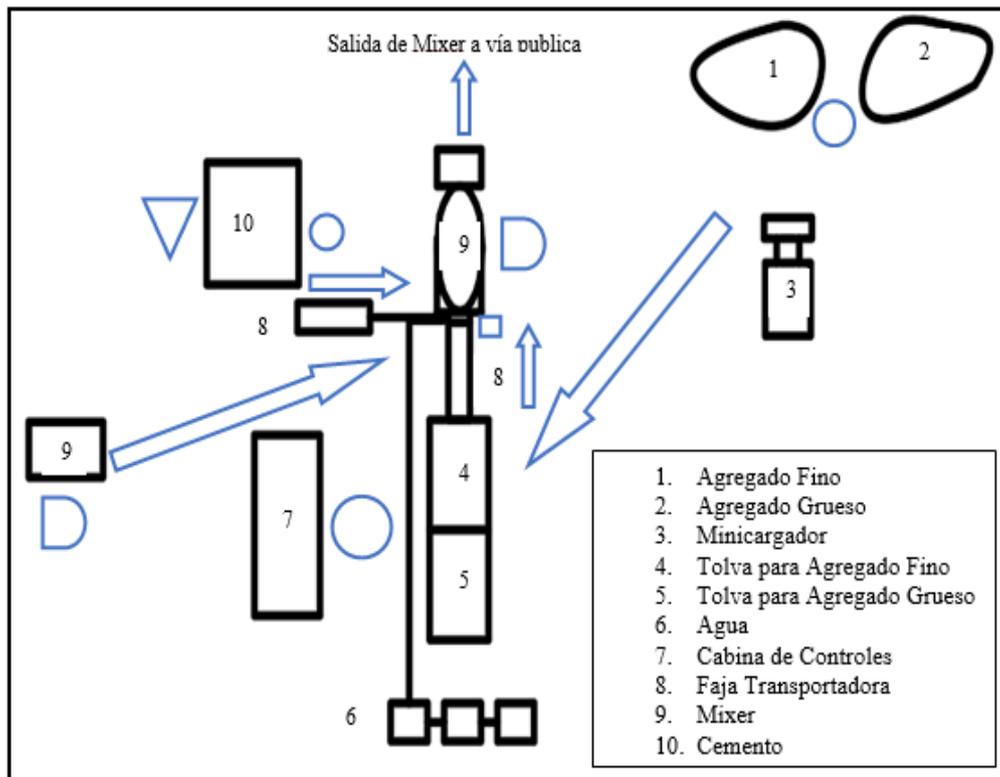
Símbolo de cartas de procesos

ACTIVIDAD	SÍMBOLO
Operación	○
Transporte	➔
Almacenamiento	▽
Demora o almacenamiento temporal	Ⓧ
Inspección	□

Nota. Actividades y simbología.

Figura 17

Circuito de elaboración del concreto premezclado



Nota. Distribución en planta de la elaboración de concreto premezclado en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES.

Figura 18

Vista de la planta donde se elabora el concreto premezclado



Nota. Vista de tolvas de agregado, faja transportadora de agregado, tornillo cementero y mixer.

Figura 19*Elaboración de concreto premezclado*

Nota. Vista de planta en proceso de elaboración de concreto premezclado.

3.5.6. Información general de la Obra

Obra: "Construcción del Polideportivo, Accesos y Espacios Abiertos del Campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui".

Componente: Coliseo.

Ubicación: Av. San Antonio Oeste s/n, Centro Poblado de San Antonio, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua.

Presupuesto:

En la figura 20 podemos ver el componente coliseo que se va desarrollar.

Figura 20*Presupuesto total*

<i>COMPONENTES</i>	<i>PPTO TOTAL</i>	<i>AREA OCUPADA</i>	
<i>ALAMEDA PEATONAL</i>	<i>S/. 1,343,726.45</i>	<i>3043.30</i>	<i>m²</i>
<i>INGRESO VEHICULAR</i>	<i>S/. 661,000.75</i>	<i>4028.97</i>	<i>m²</i>
<i>COLISEO</i>	<i>S/. 4,355,048.09</i>	<i>1526.80</i>	<i>m²</i>
<i>GIMNASIOY HALL</i>	<i>S/. 2,106,913.21</i>	<i>710.20</i>	<i>m²</i>
<i>CANCHA DE FULBITO</i>	<i>S/. 1,080,721.53</i>	<i>918.01</i>	<i>m²</i>
<i>CAFETERIA</i>	<i>S/. 454,217.40</i>	<i>92.64</i>	<i>m²</i>
<i>PISCINA</i>	<i>S/. 2,239,149.33</i>	<i>804.00</i>	<i>m²</i>
<i>TOTAL</i>	<i>S/. 12,240,776.76</i>	<i>4051.65</i>	<i>m²</i>

Nota. El mayor presupuesto lo representa el componente coliseo.

Plazo de ejecución: 365 días calendarios.

Plazo de ejecución del componente coliseo: 360 días calendarios.

3.5.7. Medición del concreto producido

Vamos a desarrollar el TOC sin tener en consideración el tiempo de traslado de material agregado fino y grueso que realiza el minicargador hacia la tolva, debido a que siguiendo la teoría de restricciones este trabajo lo vamos a considerar como un amortiguamiento o buffer para asegurar que el Drum (tambor) nunca se quede sin material, quiere decir que antes de iniciar con el proceso de elaboración del concreto premezclado las tolvas deben estar siempre llenas de material agregados como los muestra la figura 21.

Figura 21

Tolva de planta concretera llena de agregados



Nota. A la izquierda de la tolva agregado grueso a la derecha agregado fino.

Identificación de las restricciones. Para la elaboración del concreto premezclado se han definido cuatro actividades:

Primero, traslado de agregados a tolva de mixer, esta actividad consiste en hacer llegar mediante faja transportadora el agregado fino y grueso al mixer, ver figuras 22 y 23.

Figura 22

Faja transportando los agregados



Nota. Agregados con dirección al mixer estacionado.

Figura 23

Descarga de agregados a mixer



Nota. Agregados ingresando al mixer.

Segundo, llenado de agua en mixer, es la acción de verter el agua almacenada de la red pública al mixer, ver figura 24 y 25.

Figura 24

Almacenamiento de agua potable



Nota. Agua almacenada en la parte baja lado izquierdo.

Figura 25

Conducción de agua a través de tuberías



Nota. Vista de tuberías que conducen el agua.

Tercero, en la figura 26 y 27 nos muestra el traslado de cemento mixer, este trabajo consiste en trasladar el cemento mediante una faja transportadora y un tubo tornillo de impulsión de cemento al mixer.

Figura 26*Carguío de cemento portland al mixer*

Nota. Vista de trabajadores colocando el cemento portland.

Figura 27*Descarga de cemento portland a mixer*

Nota. Cemento Portland ingresando al mixer.

Cuarto, colocación de aditivo en mixer, desde el almacenamiento de aditivo se traslada de manera manual hasta el mixer.

3.5.8. *Medición de las horas hombre*

En la etapa de planificación operativa para identificar la actividad más restrictiva seguimos cuatro pasos:

Primer paso, elaborar la estructura de descomposición de trabajo (EDT) o work breakdown structure (WBS).

Segundo paso, convertir los días calendarios a días útiles, estableciendo un factor de conversión. Para el cálculo se establece que cada mes tiene 30 días calendarios y 25 días útiles, siendo el factor de conversión la relación de los días calendarios y días útiles igual 1.20.

Tercer paso, determinación del buffer o amortiguamiento fijándolo en un rango porcentual. Establecemos este porcentaje en un 20% por ser una edificación en este caso un coliseo.

Cuarto paso, identificar la actividad más restrictiva, la actividad más restrictiva será la que requiera mayor trabajo (T), el trabajo se encontrara en función del rendimiento (R), y el rendimiento se hallara en función de la producción diaria de cuadrilla (RU) esta y la cuadrilla unitaria la encontramos en los costos unitarios; se establece las horas diarias de trabajo para la jornada laboral, para la programación en la construcción del coliseo se establece una jornada laboral de ocho horas y de cuarenta y ocho semanales.

Velocidad de producción. Para el cálculo de la velocidad de producción se utilizara la media aritmética, el proceso consiste en registrar el tiempo de inicio desde que comienza a operar la planta dosificadora de concreto premezclado y concluye con el ultimo material que ingresa al camión mixer.

$$V_p = \text{Velocidad de Producción} = \sum (C / t)$$

$$C = \text{Cantidad producida (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{Tiempo (minutos)}$$

Cantidad de recursos empleados. Los recurso utilizados del producto concreto premezclado están determinados por las proporciones del diseño de mezclas, sabiendo esta cantidad de recursos empleados en cada diseño y los empleados para su elaboración se podrá calcular el Throughput (T).

3.5.9. Medición de reglas operativas e indicadores financieros

Los indicadores financieros como utilidad neta (UN), retorno sobre la inversión (ROI) y productividad (P) son los desarrollados en la teoría de restricciones los mismos que dependen de las reglas operativas: inventario (I), gastos operacionales (GO) y throughput (T).

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Aplicación de la teoría de restricciones

Identificación de la restricción en la etapa de producción.

Habiendo identificado las actividades para la producción de concreto premezclado, procedemos en este primer paso a identificar la actividad más restrictiva, esta se identificara en base a la cantidad de tiempo que demanda cada actividad, siendo la actividad más restrictiva la que mayor tiempo en la producción demanda, debido a que esta influye directamente en la velocidad de producción del concreto premezclado.

Se realizaron treinta y tres (33) registros, registrados en el Anexo C instrumento N°04, de elaboración de concreto premezclado para obtener la velocidad de producción, adicionalmente para cada uno de los registros de producción se analizó individualmente los tiempos que demanda cada actividad, en la tabla 5 podemos ver el resumen de las medias del concreto premezclado producido, el tiempo promedio y la velocidad de producción actual.

Tabla 5

Velocidad de producción en su estado actual

RESÚMENES DE CASOS				
		PRODUCCIÓN	TIEMPO	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL
	N	33	33	33
Total	Suma	244,50	595,00	860,69
	Media	7,41	18,03	26,08

Nota. N representa los números de registros de elaboración de concreto premezclado.

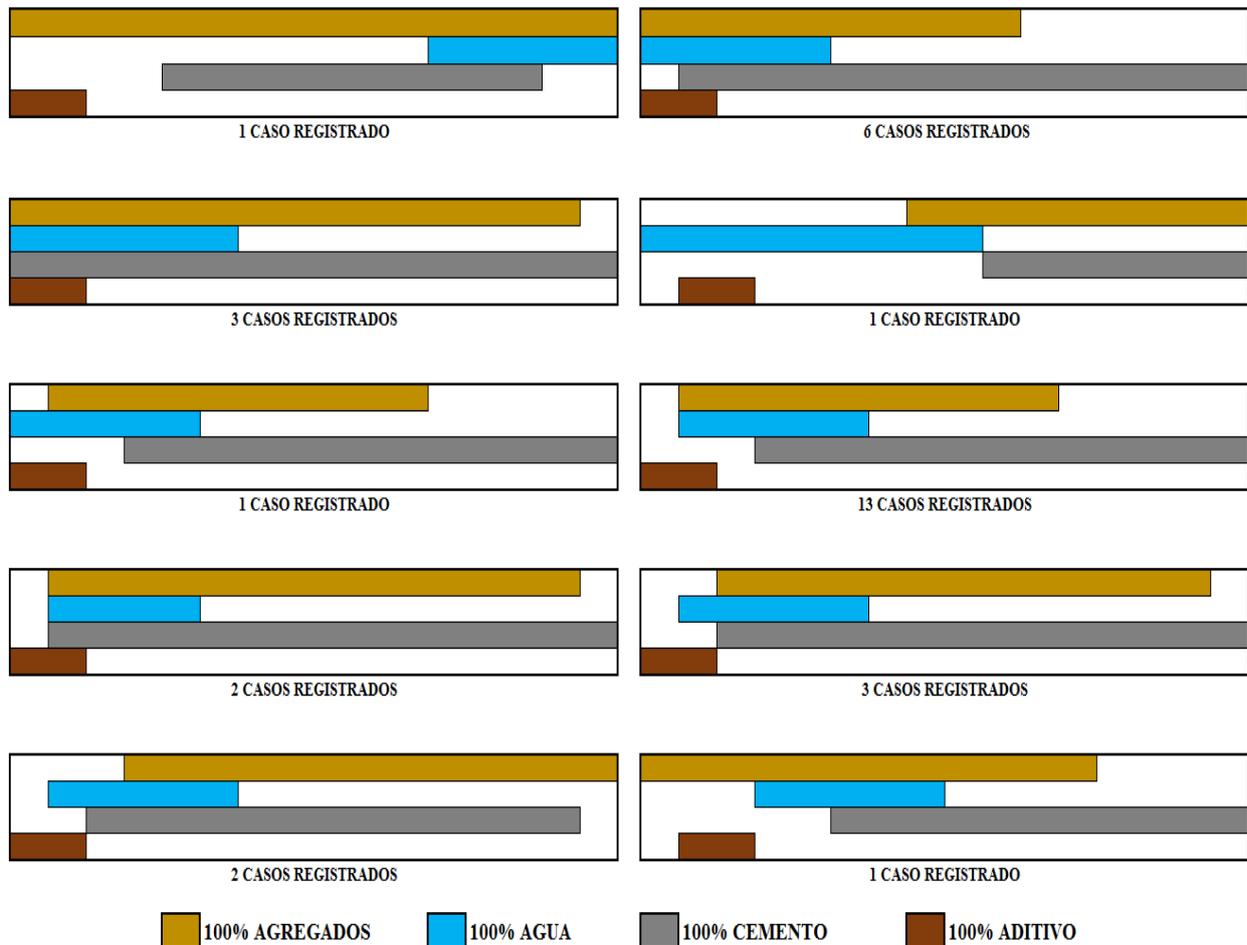
Por lo que la velocidad de producción en su estado situacional actual de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., es de $V_p = 26.08 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para la elaboración del concreto la empresa no cuenta con una secuencia de ingreso de cada material al mixer, de los 33 registros realizados las secuencias de actividades reportan

10 casos distintos de ingresos de materiales, secuenciados en la figura 28, cada uno de los materiales reportan su ingreso de izquierda a derecha y una vez que ingresa un material se concluye con el 100% colocado:

Figura 28

Casos de secuencia de ingreso de material para la elaboración de concreto premezclado



Nota. Los ingresos de los materiales para la elaboración de concreto premezclado se realizan de izquierda a derecha.

De las mediciones de tiempos de cada una de las actividades para los distintos casos encontrados se obtiene de la tabla 6 el siguiente resumen:

Tabla 6*Resumen de tiempo de operación por actividad*

N°	ACTIVIDAD	Σ TIEMPO t (min)	NUMERO DE REGISTROS	t (min)
1	TRASLADO DE AGREGADOS DE TOLVA A MIXER	354	33	10.73
2	LLENADO DE AGUA EN MIXER	132	33	4.00
3	TRASLADO DE CEMENTO A MIXER	407	33	12.33
4	COLOCACIÓN DE ADITIVO EN MIXER	34	33	0.97

Nota. Con este resumen calculamos los tiempos y encontramos la actividad más restrictiva.

Figura 29*Representación gráfica del tiempo de operación de cada actividad*

Nota. De la gráfica la actividad traslado de cemento a mixer es la actividad más restrictiva.

De donde figura 29 se puede observar que la actividad de producción del concreto premezclado más restrictiva es el traslado de cemento al mixer, de 33 registros se reporta un promedio de tiempo de 12.33 minutos.

Identificar la restricción en la etapa de diseño de mezcla.

En esta etapa procedemos analizar el diseño de mezcla proporcionado por la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., el diseño de mezcla proporcionado es de una

dosificación de mezcla de concreto 280 Kg/cm², con las características de la tabla 7 y tabla 8.

Tabla 7

Especificaciones técnicas de diseño de mezcla

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tipo de cemento:	Portland Tipo IP
Tamaño máximo nominal de agregado:	3/4"
Slump:	4" @ 6"
Diseño utilizado:	Método de Walker

Nota. Especificaciones técnicas del diseño de mezcla de la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

Tabla 8

Dosificación de diseño de mezcla

MATERIALES	VOLUMEN APARENTE	PESO
AGUA	0.224 m ³	223.559 lt
CEMENTO	0.335 m ³	502.326 kg
AGREGADO GRUESO	0.460 m ³	723.207 kg
AGREGADO FINO	0.505 m ³	814.148 kg
Factor cemento: 11.82 bolsas/m ³		

Nota 8. Resultados de materiales del diseño de mezcla de la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., para un metro cubico de concreto.

Corrigiendo esta dosificación por la reducción del agua que nos indica el diseño de mezcla en un 25% y aumentando el peso del aditivo Sikament 290N la suma de los materiales por m³ de concreto es 2210.66 kg/m³, esto nos permite obtener el rendimiento de la mezcla al relacionar 2210.66 kg/m³ por el peso unitario del concreto premezclado de la tabla 9, por lo que el rendimiento de la mezcla de la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. es de 93.13% es decir rinde 0.9313 m³. La figura 30 muestra el desarrollo del ensayo del peso unitario del concreto premezclado.

Tabla 9

*Peso unitario del concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS
GENERALES E.I.R.L.*

N°	DESCRIPCIÓN	Peso de placa de vidrio (gr)	Peso del molde (gr)	Peso de vidrio + Peso del molde + Peso del Agua (gr)	T°	Densidad del agua (gr/cm ³)
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.61)	1918.200	2443.700	11433.600	20 °C	0.9983975
		Peso del Agua (gr)	Volumen del molde (cm³)	Peso del molde + Peso del concreto (gr)	Peso Unitario (kg/m³)	
		7071.700	7083.051	19256.700	2373.690	

Nota. Calculo del Peso Unitario del concreto premezclado de la mezcla de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., norma ASTM C 138.

Figura 30

Ensayo del peso unitario del concreto premezclado



Nota. Ensayo realizado a la mezcla de concreto de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

En este caso la restricción se aplica en función del costo de los materiales por metro cubico de concreto, siendo la materia prima más restrictiva la que demande mayor gasto en la adquisición, en la tabla 10 resalta el material más restrictivo, graficado en la figura 31.

Tabla 10

Costo por metro cubico de concreto

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	PARCIAL (S/)
1	AGUA	m ³	0.224	5.00	1.12
2	CEMENTO PORTLAND (42.5 kg)	bol	11.819	20.30	239.93
3	AGREGADO GRUESO	m ³	0.460	43.00	19.78
4	AGREGADO FINO	m ³	0.505	43.00	21.72
5	SIKA 290N	lt	2.760	10.38	28.65
∑ Parcial					311.20

Nota. Calculo del material más restrictivo en función al costo unitario, calculado en base al diseño de mezcla de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

Figura 31

Representación gráfica del costo de cada material en el diseño de mezcla



Nota. De la gráfica el material cemento portland (42.5 kg) es el más restrictivo.

Identificar la restricción en la etapa de planificación operativa en la construcción.

En esta etapa vamos planificar una construcción usando teoría de las restricciones y se demostrara que empleando el método tradicional para elaborar el concreto en obra con mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp), winche eléctrico 3.6 hp de dos baldes, andamio metálico y personal de obra, tal como consta en el costo unitario del expediente técnico de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus de San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, su productividad es menor que al emplear concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de haberse aplicado teoría de las restricciones.

En las obras de edificación existen muchas actividades y del total de todas ellas existen actividades restrictivas que influyen en el plazo de la ejecución.

Para el analisis se ha escogido una actividad la cual es un entregable de obra, este entregable es el concreto columnas $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$, se ha escogido este entregable debido a la experiencia en construcción, en el proceso constructivo de una edificación las columnas son actividades restrictivas, como se demuestra en el Anexo C instrumento N°17.

En la tabla 11 representa un extracto de la estructura de descomposición de trabajo (EDT), para la actividad concreto columnas $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ el EDT es del tercer nivel y corresponde a un entregable.

Tabla 11

Estructura de descomposición de trabajo en columnas

EDT	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (C)
4.6	COLUMNAS		
4.6.1	CONCRETO COLUMNAS $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m^3	51.50
4.6.2	CONCRETO COLUMNAS $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	m^3	24.03
4.6.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m^2	870.36
4.6.4	ACERO CORRUGADO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	16,420.62

Nota. EDT del entregable concreto columnas $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$

El desarrollo del EDT los encontramos en el Anexo C instrumento N°17, a continuación en la tabla 12 vamos a ver un extracto de los entregables con mayor cantidad de horas hombres que representan las actividades más restrictivas, en nuestro caso vamos a analizar la partida restrictiva numero 36 concreto en columnas.

Tabla 12

Entregables con mayor cantidad de horas hombre (hh)

Nº Orden	Nº Partida	Descripción	Unidad	hh
34	79	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO	m ²	581.84
35	8	EXCAVACION DE TERRENO PARA ZAPATAS	m ³	550.50
36	44	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	508.05
37	36	CONCRETO COLUMNAS f'c=280 kg/cm ²	m ³	437.35
38	95	COBERTURA DE PLANCHA DE ACERO ZINCADO CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTER E=0.55mm	m ²	429.19
39	171	CONDUCTOR ELECTRICO DE 6.00mm ² , THW	m	428.26
40	172	CONDUCTOR ELECTRICO DE 6.00mm ² , NLT	m	428.26

Nota. Calculo de las actividades más restrictivas, calculado en base a la ley (80/20) de Pareto.

Para el cuarto paso encontramos el metrado de 24.03 m³ cantidad ubicada en el anexo 9, vamos a los costos unitarios del expediente técnico, la figura 32 muestra el costos unitario del entregable concreto columnas f'c=280 kg/cm², en el cual buscamos la Producción diaria.

Figura 32

Costos unitarios del entregable concreto columnas f'c=280 kg/cm²

Partida	02.03.06.02	CONCRETO COLUMNAS f'c=280 kg/cm ²		Costo unitario directo por : m ³				559.09
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2000	19.19	3.84		
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	2.0000	17.27	34.54		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	14.65	14.65		
0101010005	PEON	hh	10.0000	10.0000	13.49	134.90		
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	2.0000	17.27	34.54		
222.47								
Materiales								
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m ³		0.9000	62.00	55.80		
02070200010002	ARENA GRUESA	m ³		0.4000	45.00	18.00		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1800	9.00	1.62		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	17.37	217.13		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0833	3.80	0.32		
292.87								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	222.47	6.67		
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	1.0000	15.00	15.00		
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	5.48	5.48		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	1.0000	15.60	15.60		
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	1.0000	0.1250	8.00	1.00		
43.75								

Nota. Adaptado de Costo unitario de concreto columnas f'c=280 kg/cm², del expediente técnico construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus de san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, 2017.

De este costo unitario obtenemos la cuadrilla unitaria = 18.20 h y la producción diaria RU = 8 m³/día. Recordemos que la jornada laboral es de 8 h.

El Rendimiento (R) = Recursos empleados / Producción = (18.20 h * 8 h / día) / (8 m³/día) = 18.20 hh / m³.

El Trabajo (Tr) = Cantidad x Rendimiento = C x R = 24.03 m³ * 18.20 hh / m³ = 437.35 hh.

La velocidad de producción (V) = (8 m³ / 8 h) = 1 m³/h, lo que significa que utilizando concreto elaborado en obra para el entregable concreto columnas f'c=280 kg/cm² mi velocidad de producción es de un metro cubico cada hora.

Explotar la restricción en la etapa de producción.

Sabiendo que no hay una secuencia de ingresos de materiales en el mixer, se establece una secuencia, representada en la figura 33, la cual debe ser controlada para garantizar la calidad del producto final "Concreto Premezclado".

El primer material en ingresar al mixer es el agua en un 20% de la cantidad total del agua, luego se adicionara el 100% de agregados (agregado grueso y fino) y del cemento, y finalmente el 80% del agua faltante y el 100% del aditivo.

Figura 33

Secuencia de fabricación de concreto premezclado

AGREGADOS		100%	
AGUA	20%		80%
CEMENTO		100%	
ADITIVO			100%

Nota. Los ingresos de los materiales para la elaboración de concreto premezclado se realizan de izquierda a derecha.

Si de nuestro análisis todos los treinta y tres (33) registros hubieran seguido la secuencia de fabricación de la figura 33, nuestro tiempo de producción se establecería en

16.33 minutos, contabilizados de la figura 34, si procedemos a relacionarlo con la cantidad producida de 7.41 metros cúbicos de concreto premezclado, la nueva velocidad de producción es de 27.23 m³/h.

Figura 34

Tiempo de fabricación del concreto premezclado utilizando la secuencia establecida

AGREGADOS		10.73 min.	
AGUA	0.8 min.		3.2 min.
CEMENTO		12.33 min.	
ADITIVO			1.03 min.

Nota. Se utiliza la Secuencia establecida.

Explotar la restricción en la etapa de diseño de mezcla.

Se observa que la dosificación de mezcla de concreto $f'_c=280$ kg/cm² de la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., para establecer la relación agua cemento se ha determinado utilizando la tabla 13, para obtener la resistencia promedio requerida.

Tabla 13

Resistencia promedio a la compresión requerida

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,5$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,1 f'_c + 5,0$

Nota. Adaptado de resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra, norma técnica de edificación E.060 Concreto Armado, 2009, https://www.controlmixexpress.com/docs/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

El método WALKER empleado para el diseño de mezclas ha utilizado un cálculo conservador para obtener la resistencia promedio "f'cr", lo que implica que su factor cemento sea de 11.82 bolsas por metro cubico de concreto.

Para explotar al máximo la dosificación del concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ se debería haber determinado la resistencia promedio con lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones norma E.060.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 S$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 S - 3.5$$

f'_{cr} = Resistencia promedio requerida del concreto

f'_c = Resistencia especificada de diseño

S = Desviación estándar

Sin embargo no se ha podido hallar la resistencia promedio utilizando la desviación estándar, porque no se obtuvieron las roturas de las probetas ensayadas a los 28 días, esta información es confidencial de la empresa.

Pero con este dato de la desviación estándar en 28 días se hubiera podido optimizar el consumo del material cemento portland IP que demanda la elaboración del concreto premezclado.

Explotar la restricción en la etapa de planificación operativa en la construcción.

En las edificaciones el concreto en columnas es una actividad restrictiva como se ha determinado y también por proceso constructivo debido a que no se podría vaciar las vigas si antes no se vacían las columnas, además en la etapa de planificación operativa en la construcción del componente coliseo, se ha identificado el vaciado de concreto en columnas como una actividad restrictiva por la cantidad de horas hombres que demanda.

En esta etapa se podría reducir el personal, y con la menor cantidad de personal explotar sus esfuerzos al máximo para mantener la misma producción diaria, esto me permitiría obtener una mejor productividad, pero velocidad de producción diaria se mantendría, debemos tener en cuenta que en la ejecución de una obra estamos limitados a un plazo, y el avance en la producción diaria de cada actividad restrictiva es la que nos rige el

plazo de ejecución, para nuestro caso debemos aumentar la producción diaria del vaciado del entregable concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a una velocidad de producción que me permita obtener a la vez una mayor productividad.

Subordinar.

Sabiendo que la actividad más restrictiva es el traslado del cemento al mixer es lógico decir que la velocidad del sistema de producción del concreto premezclado debe caminar en torno a esta actividad.

Realizando la secuencia mediante un diagrama de barras como en la figura 35 podemos decir que todas las actividades anteriores y las posteriores deben actuar cuidando los tiempos que demanda el traslado del cemento al mixer.

Figura 35

Subordinación de todas las actividades a la actividad crítica

ACTIVIDAD	DIAGRAMA DE BARRAS
TRASLADO DE AGREGADOS DE TOLVA A MIXER	
LLENADO DE AGUA EN MIXER	
TRASLADO DE CEMENTO A MIXER	
COLOCACIÓN DE ADITIVO EN MIXER	

Nota. Todas las actividades se subordinan al traslado de cemento a mixer.

Para el caso de la etapa de diseño de mezcla, todos los materiales utilizados deben subordinarse al material cemento, esto implica que la calidad de los materiales deben cumplir la calidad estandarizada en las normas nacionales NTP e internacionales ASTM, para evitar el mayor consumo del material crítico cemento portland tipo IP.

En la etapa de planificación operativa en la construcción del componente coliseo se deben subordinar todas las duraciones programadas de todas las tareas a la duración programada más restrictiva, para este análisis se ha identificado como una actividad restrictiva el concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ por lo que las actividades no restrictivas se deben subordinar a este entregable.

Elevar la restricción en la etapa de producción.

En este paso tenemos dos alternativas para elevar la restricción de la actividad más restrictiva traslado del cemento al mixer que se ha definido en la figura 35, una alternativa sería contratar más personal para abastecer de cemento y otra realizar una mejora tecnológica y trabajar con una máquina que aumente la velocidad para abastecer de cemento al mixer.

Al contratar más personal para abastecer la faja transportadora de cemento no sería la solución porque al aumentar personal se estorbarían en la colocación del cemento en la faja transportadora debido a que su capacidad restringe aumentar personal, ver figura 26.

La siguiente alternativa es utilizar una mejora tecnológica, que me aumente la velocidad de abastecimiento de cemento y que me limite el uso del personal, para mitigar costos de operación.

Por lo que se opta por la alternativa de incorporar una nueva máquina, denominada máquina de sistema big bag, como se muestra en la figura 36, las especificaciones de este sistema con relación a la velocidad de producción se detallan en la tabla 14.

Figura 36

Maquina sistema big bag



Nota. Adaptado de Big Bag System sistema de descarga de supersacos, Telschig, <https://www.telschig.com/en/products/big-bag-system.html>

Tabla 14*Especificación sistema Big Bag*

ESPECIFICACIONES
Los sistemas de Big Bag de Telschig se utilizan en todo el mundo.
Nuestra tecnología especial garantiza un vaciado completo en 1-3 minutos por Big Bag.
No se requiere soporte manual con nuestro equipo de manipulación de supersacos.
Ejecución móvil o estacionaria.
El funcionamiento robusto y automático distingue nuestra tecnología.
La apertura de un Super Sacks de un viaje ocurre automáticamente a través de una cuchilla circular estacionaria sin motor en la parte inferior.
Las bolsas a granel de viaje múltiple vienen con válvulas de vaciado que deben abrirse manualmente.
Al desmontar la navaja circular, la parte inferior del Big Bag permanece intacta.
Durante el vaciado rápido de Big Bags de un viaje a través de una abertura con un diámetro de 650 mm, la capacidad máxima de vaciado es de alrededor de 25 Big Bags por hora.
El resultado efectivo depende de la infraestructura local y la logística en el sitio.
Aplicación exitosa para todos los diseños y materiales de Bulk Bag hasta un contenido de 2 m3.

Nota. Adaptado de Big Bag System sistema de descarga de supersacos, Telschig, <https://www.telschig.com/en/products/big-bag-system.html>

Si a la capacidad de promedio de 7.4091 m³ la multiplicamos por el factor cemento de 11.819 bol/m³ nos da la cantidad de bolsas de cemento la cual es de 87.57 bolsas, la figura 34 nos indica el tiempo que se necesita para el traslado de las bolsas de cemento al mixer, esto es 12.33 minutos, por lo tanto la capacidad explotada del sistema es de 7.10 bolsas por minuto.

La máquina sistema de big bag es la alternativa a utilizar, por lo que una mejora tecnología es viable por la capacidad de 25 big bag por hora que equivale a 882.35 bolsas por hora, esto va permitir trasladar el cemento portland al mixer en 14.71 bolsas por minuto, por ende se aumentara la velocidad de producción del sistema actual.

La capacidad actual del traslado de las bolsas de cemento al mixer es de 12.33 minutos, con este mismo tiempo usando la máquina sistema de big bag propuesta la capacidad de traslado medido en bolsas sería de 181.32 bolsas, lo que representa un aumento de 25.54% de la capacidad de traslado de las bolsas de cemento al mixer.

La figura 37 nos indica que con el uso de la máquina de sistema big bag, el tiempo que necesitaríamos para 87.57 bolsas sería de 5.95 minutos, lo que me permite disminuir el tiempo promedio de producción a 14.73 minutos y aumentar la velocidad de producción a 30.18 m³/h.

Figura 37

Elevación de la restricción

AGREGADOS		10.73 min.	
AGUA	0.8 min.		3.2 min.
CEMENTO		5.95 min.	
ADITIVO			1.03 min.

Nota. Disminución del tiempo en el traslado de cemento a mixer.

Elevar la restricción en la etapa de diseño de mezcla.

Se realizan tres diseños de mezclas con igual consistencia pero para diferentes relaciones agua cemento, ver tabla 15, para la dosificación del diseño de mezcla se empleando el método del Agregado Global, ver Anexo C instrumento N° 13, para obtener un diseño ideal que permita utilizar la menor cantidad de cemento por metro cúbico de concreto.

Tabla 15

Consideraciones para el diseño de mezcla $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

N°	CONSISTENCIA	RELACION AGUA CEMENTO	MATERIALES	T.M.N. AGREGADO
1	Slump 4" @ 6"	0.75	Cemento: Portland IP Aditivo: Sikament 290N Agregados: Fino y grueso	3/4"
2	Slump 4" @ 6"	0.69	Cemento: Portland IP Aditivo: Sikament 290N Agregados: Fino y grueso	3/4"
3	Slump 4" @ 6"	0.61	Cemento: Portland IP Aditivo: Sikament 290N Agregados: Fino y grueso	3/4"

Nota. Consideraciones para el diseño de mezcla tres casos con relación agua cemento diferentes.

Los resultados de los ensayos del concreto en su estado fresco y endurecido, fueron obtenidos en el laboratorio de materiales, concreto y mecánica de suelos de la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua.

Verificando la consistencia de los tres casos de estudio se establece que todos estuvieron dentro de los parámetros Slump de 4" a 6", en la tabla 16 y figura 38 se muestra el asentamiento para una relación cemento ($A/C = 0.61$) todo los asentamientos reportan en el Anexo C instrumento N°15. En la resistencia, la muestra que utilizo la relación agua cemento ($A/C = 0.61$) es la que cumplió con la resistencia solicitada de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, tabla 17 y figura 39, todos los resultados se muestran en el Anexo C instrumento N°16.

Tabla 16

Asentamiento del concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$)

N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO $f'c$ (kg/cm^2)	FECHA DE ENSAYO	Slump
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento ($A/C = 0.61$)	280	10/05/2018	4 1/2"

Nota. Resultado del ensayo de asentamiento norma ASTM C 143.

Figura 38

Ensayo de asentamiento ASTM C 143 de mezcla relación agua cemento ($A/C = 0.61$)



Nota. Medición del slump ensayo de Asentamiento – ASTM C 143.

Tabla 17

Resistencia a la compresión del concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$)

N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO f c (kg/cm ²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	Edad (días)	RESISTENCIA f c (kg/cm ²)
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento ($A/C = 0.61$)	280	10/05/2018	13/05/2018	3	195.50
				17/05/2018	7	220.40
				07/06/2018	28	283.20

Nota. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión norma ASTM C-39.

Figura 39

Ensayo de resistencia a la compresión de mezcla relación agua cemento ($A/C = 0.61$)



Nota. Resistencia a la compresión a los siete (7) y veintiocho (28) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.61$).

Encontrándose en la tabla 18 la dosificación ideal con la relación agua cemento ($A/C = 0.61$), que nos garantiza la resistencia del concreto y nos permite disminuir el uso del material cemento portland IP.

Relacionando el peso unitario de la tabla 19, realizado en el laboratorio figura 40, el rendimiento del concreto con esta dosificación es de 95.73% es decir rinde 0.9573 m^3 por cada metro cubico elaborado, siendo superior al rendimiento del método WALKER $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, utilizado por la empresa SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., y la tabla 20 nos muestra los nuevos costos por metro cubico.

Tabla 18

Dosificación de mezcla de concreto premezclado resistencia $f'c = 280/\text{cm}^2$

N°	DESCRIPCIÓN	PESO (kg)	VOLUMEN APARENTE (m^3)	CARACTERÍSTICAS	ORIGEN O MARCA
1	AGUA	175.530	0.207	AGUA POTABLE	EPS MOQUEGUA
2	CEMENTO PORTLAND	345.010	-	TIPO IP	YURA
3	AGREGADO GRUESO	833.450	0.606	ZARANDEADO	CANTERA MARON
4	AGREGADO FINO	869.530	0.521	ARENA GRUESA	CANTERA MARON
5	ADITIVO 1	3.500	-	ADITIVO POLIFUNCIONAL SIKA 290N	SIKA

Nota. Dosificación en peso de mezcla $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 19

Peso unitario del concreto de relación agua cemento ($A/C = 0.61$)

N°	DESCRIPCIÓN	Peso de placa de vidrio (gr)	Peso del molde (gr)	Peso de vidrio + Peso del molde + Peso del Agua (gr)	T°	Densidad del agua (gr/cm^3)
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento ($A/C = 0.61$)	1918.200	2443.700	11433.600	19 °C	0.9983975
		Peso del Agua (gr)	Volumen del molde (cm^3)	Peso del molde + Peso del concreto (gr)	Peso Unitario (kg/m^3)	
		7071.700	7083.051	18921.100	2326.310	

Nota. Calculo del Peso Unitario del concreto, norma ASTM C 138

Figura 40

Ensayo de Peso unitario del concreto premezclado



Nota: Desarrollo del ensayo del Peso Unitario del concreto premezclado en el laboratorio.

Tabla 20

Costo por metro cubico de concreto de relación agua cemento (A/C = 0.61)

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Costo Unitario (S/)	Parcial (S/)
1	AGUA	m ³	0.176	5.00	0.88
2	CEMENTO PORTLAND (42.5 kg)	bol	8.118	20.30	164.79
3	AGREGADO GRUESO	m ³	0.606	43.00	26.06
4	AGREGADO FINO	m ³	0.521	43.00	22.40
5	SIKA 290N	lt	3.500	10.38	36.33
∑ Parcial					250.47

Nota. Costo del concreto por cubico utilizando el método de diseño de mezcla del agregado global.

Elevar la restricción en la etapa de planificación operativa en la construcción.

Para elevar la restricción en la planificación operativa del entregable concreto en columnas en la construcción del componente coliseo se utiliza una mejora tecnológica, empleando para el vaciado concreto premezclado bombeable de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

Para encontrar los tiempos del vaciado de concreto premezclado en columnas se realizaron mediciones con registros, Anexo C instrumento N°18, de los vaciados que realizo la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., de los cuales se obtuvo la velocidad de vaciado como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21

Velocidad de vaciado con concreto premezclado

		RESÚMENES DE CASOS		
		CANTIDAD VACIADA	TIEMPO VACIADO	VELOCIDAD DE VACIADO
	N	6	6	6
Total	Suma	32,00	162,00	69,19
	Media	5,33	27,00	11,53

Nota. Esta tabla es el resumen de los cálculos realizados a vaciar concreto premezclado en entregable concreto columnas.

Del análisis encontramos la velocidad de vaciado en el entregable concreto en columnas $V_v = 11.53 \text{ m}^3/\text{h}$, lo que significa que utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. después de aplicado el TOC, aumentaría la velocidad de producción del entregable concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Volver a identificar la nueva restricción.

En la figura 37 podemos ver que la nueva actividad más restrictiva es el traslado de agregados de tolva a mixer, por lo que se puede volver aplicar el método buscando elevar la velocidad de producción de esta actividad, y se comprueba que el método de la teoría de restricciones es un método gerencial de mejora continua que nos permite seguir aumentando la velocidad de producción y productividad de la empresa.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Análisis comparativo de la velocidad de producción

4.2.1.1. Velocidad de producción y productividad en el estado actual.

Se tuvieron treinta tres (33) registros, con los cuales se determinó la Velocidad de Producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., siendo la velocidad de producción en su estado actual de $V = 26.08 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para determinar la productividad de la empresa en su estado actual es necesario primero hallar el Throughput (T) y los gastos de operación (GO), la relación de ambos nos da la productividad, los cálculos de las financieras del TOC se desarrolla en el Anexo C instrumento N°7 y N°8, en la tabla 22 encontramos el resumen de estos cálculos.

Tabla 22

Resumen de reglas operativas y financieras del TOC en el estado actual

N°	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)	UTILIDAD NETA (UN)
1	27147.55	22331.27	4816.28

Nota. Resumen de los 33 registros, Throughput (T) y Gasto de Operación (GO) reglas operativas; y Utilidad Neta (CMP) regla financiera.

De la sumatoria del Throughput y los Gastos de Operación obtenemos la Productividad (P) = (T) / (GO) = 27,147.55 / 22,331.27 = 1.22

A continuación en la figura 41 se grafica la velocidad de producción y la productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTA GENERALES E.I.R.L., en su estado actual.

Figura 41

Grafica de velocidad de producción y productividad en su estado actual



Nota. Calculo del Throughput (T) y los gastos de operación (GO).

De la relación de la utilidad neta y la inversión obtenemos el retorno del capital invertido.

$$\text{ROI} = \text{UN} / \text{INVERSIÓN} = (\text{T}-\text{GO}) / (\text{C}*\text{CMP}+\text{GO}) = (27,147.55 - 22,331.27) / (76,088.90 + 22,331.27) = 0.0489 = 4.89\%$$

4.2.1.2. Velocidad de producción y productividad después de aplicada la teoría de restricciones.

La velocidad de producción después de aplicada la teoría de restricciones es de 30.18 m³/h, también se desarrolla en el Anexo C instrumento N°9.

Para obtener la productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. después de aplicado el TOC, es necesario primero hallar el Throughput (T) y los gastos de operación (GO). Igualmente la relación de ambos nos da la productividad, los cálculos de las financieras del TOC se desarrolla en los instrumentos N°10 y N°11, en la tabla 23 encontramos el resumen de estos cálculos, para 244.50 m³ de concreto premezclado.

Tabla 23

Resumen de reglas operativas y financieras del TOC después de su aplicación

N°	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)	UTILIDAD NETA (UN)
1	41997.43	20557.54	21439.89

Nota. Resumen de los 33 registros, Throughput (T) y Gasto de Operación (GO) reglas operativas; y Utilidad Neta (UN) regla financiera.

La productividad de la empresa después de aplicada la teoría de restricciones es de:

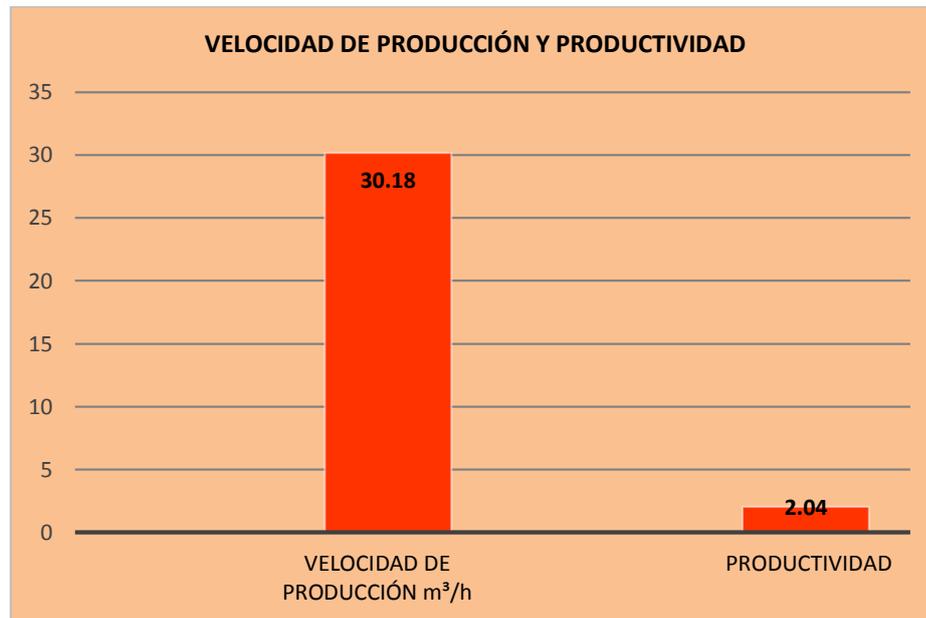
$$\text{Productividad (P)} = (T) / (GO) = 41,997.43 / 20,557.54 = 2.04$$

El retorno de la inversión lo obtenemos conociendo de la utilidad neta y la inversión.

A continuación en la figura 42 se grafica la velocidad de producción y la productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTA GENERALES E.I.R.L., después de aplicada la teoría de restricciones.

Figura 42

Gráfica de velocidad de producción y productividad después de aplicado el TOC



Nota. Calculo del Throughput (T) y los gastos de operación (GO).

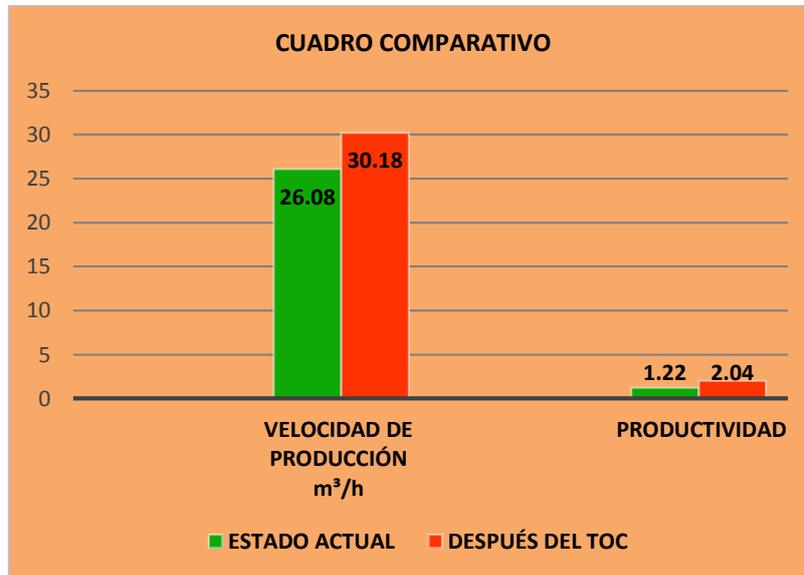
$$\text{ROI} = \text{UN} / \text{INVERSIÓN} = (\text{T}-\text{GO}) / (\text{C} \cdot \text{CMP} + \text{GO}) = (41,997.43 - 20,557.54) / (61,239.03 + 20,557.54) = 0.2621 = 26.21\%$$

4.2.1.3. Comparación de la velocidad de producción y productividad antes y después de aplicada la teoría de restricciones.

La Velocidad de Producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual es de $V = 26.08 \text{ m}^3/\text{h}$, después de aplicar la teoría de restricciones la velocidad de producción aumenta a $V = 30.18 \text{ m}^3/\text{h}$, de la misma manera la Productividad de 1.22 aumento después de la aplicación del TOC a 2.04, ver figura 43.

Figura 43

Grafica de comparación entre la velocidad de producción y productividad antes y después de aplicado el TOC



Nota. De la gráfica podemos ver que la aplicación del TOC aumenta la velocidad de producción y la productividad.

4.2.1.4. Velocidad de producción y productividad utilizando concreto elaborado en obra.

La velocidad de producción en la etapa de planificación operativa del entregable de concreto columnas $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ del componente coliseo de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui es de $V_p = 1 \text{ m}^3/\text{h}$.

Igualmente para encontrar la productividad es necesario conocer el costo de materia prima tabla 24, los gastos de operación (GO) tabla 25 y la cantidad de metrado del entregable concreto columnas $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 24

Costo de materia prima de concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	Parcial (S/)
1	PRIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	0.900	45.00	40.50
2	ARENA GRUESA	m3	0.400	45.00	18.00
3	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.180	9.00	1.62
4	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	12.500	17.37	217.13
$\Sigma =$					277.25

Nota. Las cantidades y los costos corresponden a los costos unitarios del expediente técnico.

Tabla 25

Gastos operativos de concreto columnas $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (S/)	PARCIAL (S/)
1	INSUMOS				
1.1	MADERA TORNILLO	p2	0.0833	3.80	0.32
2	EQUIPOS MAQUINARIA				
2.1	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.000	15.00	15.00
2.2	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.000	5.48	5.48
2.3	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P ³ (23 HP)	hm	1.000	15.60	15.60
2.4	ANDAMIO METALICO	día	0.125	8.00	1.00
3	MANO DE OBRA				
3.1	CAPATAZ	hh	0.200	19.19	3.84
3.2	OPERARIO	hh	4.000	17.27	69.08
3.3	OFICIAL	hh	1.000	14.65	14.65
3.4	PEON	hh	11.000	13.49	148.39
3.5	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.000	17.27	34.54
4	HERRAMIENTAS				
4.1	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo	0.030	222.47	6.67
Σ PARCIAL					314.57

Nota. Las cantidades y los costos corresponden a los costos unitarios del expediente técnico y a la planificación operativa.

Para hallar la productividad en la tabla 26 se desarrolla la aplicación del TOC, en la tabla 27 encontramos los indicadores operativos el Throughput (T) y los gastos de operación (GO) totales, la tabla 28 podemos ver la utilidad neta, el ROI y la productividad que son los indicadores financieros obtenidos al utilizar concreto elaborado en obra, en la etapa de planificación operativa.

Tabla 26

Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto elaborado en obra

N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	659.73	15853.31	277.25	6662.20
							6662.20

Nota. Empleando las reglas operativas del TOC en la etapa de planificación operativa.

Tabla 27

Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto elaborado en obra

N°	ENTREGABLE	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	9191.11	7559.08
		9191.11	7559.08

Nota. Calculo del Throughput (T) y los gastos de operación (GO).

Tabla 28

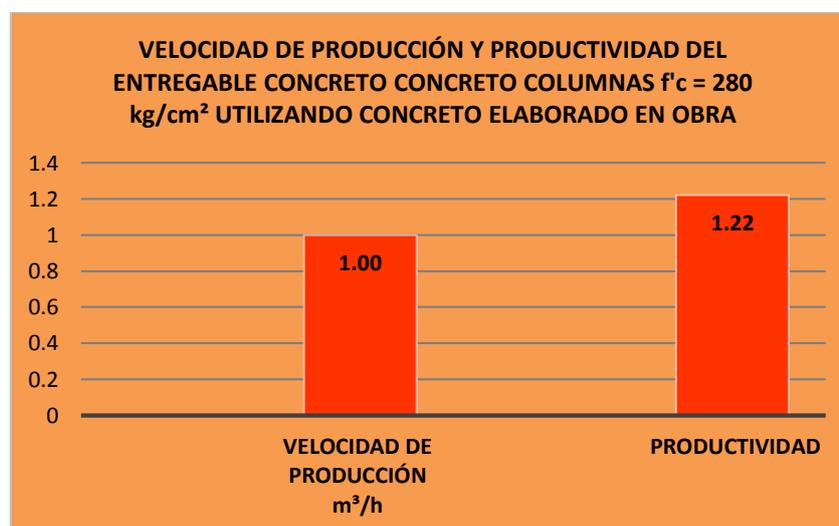
Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto en obra

N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	1632.03	0.11	1.22
				1632.03		

Nota. Calculo de los indicadores financieros del TOC en la etapa de planificación operativa.

Figura 44

Grafica de la velocidad de producción y productividad utilizando concreto elaborado en obra



Nota. De la gráfica podemos ver la baja velocidad de producción y la productividad.

La figura 44 grafica la velocidad de producción y la productividad de la utilizando concreto elaborado en obra con mezcladora tipo trompo.

4.2.1.5. Velocidad de producción y productividad del entregable utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC.

En el entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² la velocidad de producción utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, es de 11.53 m³/h.

Para obtener la productividad en la ejecución del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. después de aplicado el TOC, es necesario primero realizar las correcciones de costo de materia prima y gasto de operación, el gasto de materia prima y gasto de operación es de S/ 334.55, y debido a que el costo de venta de la empresa concretera es de S/ 422.235, la diferencia representa la utilidad de la empresa por metro cubico, esta diferencia representa el 26.21% del costo de elaboración del concreto premezclado, por lo que este sería el porcentaje a corregir en el costo de la materia prima y gastos de operación. Realizando los cálculos tabla 29 que nos ayudaran a encontrar los indicadores operativos el Throughput (T) y los gastos de operación (GO) tabla 30, por último en la tabla 31 encontramos los indicadores financieros utilidad neta, ROI y productividad.

Tabla 29*Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado*

N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	659.73	15853.31	316.117	7596.28
							7596.28

Nota. Empleando las reglas operativas del TOC.

Tabla 30*Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado*

N°	ENTREGABLE	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	8257.03	2550.023
		8257.03	2550.023

Nota. Calculo del Throughput (T) y los gastos de operación (GO) después de aplicado el TOC.

Tabla 31*Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado*

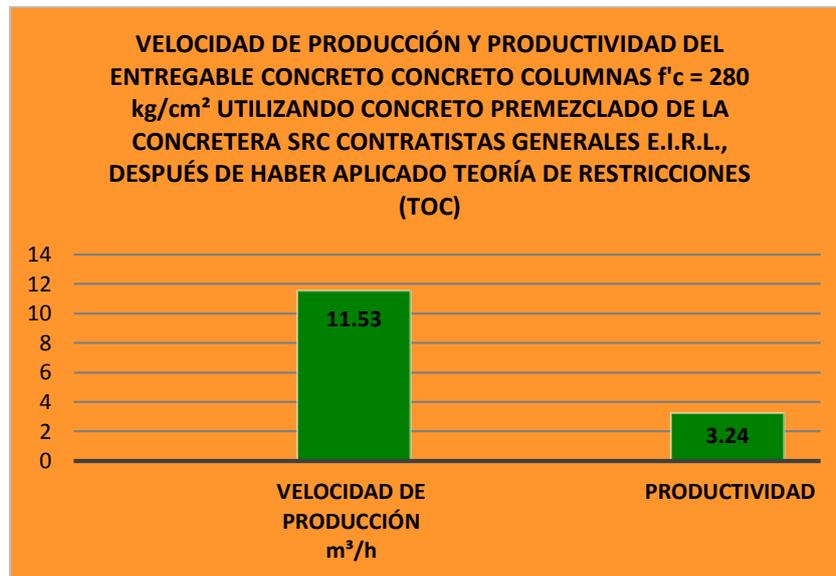
N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	5707.00	0.56	3.24
		24.03		5707.00		

Nota. Calculo de los indicadores financieros del TOC después de aplicado el TOC.

La figura 45 grafica la velocidad de producción y la productividad de la utilizando concreto premezclado de CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC.

Figura 45

Grafica de la velocidad de producción y productividad utilizando concreto premezclado



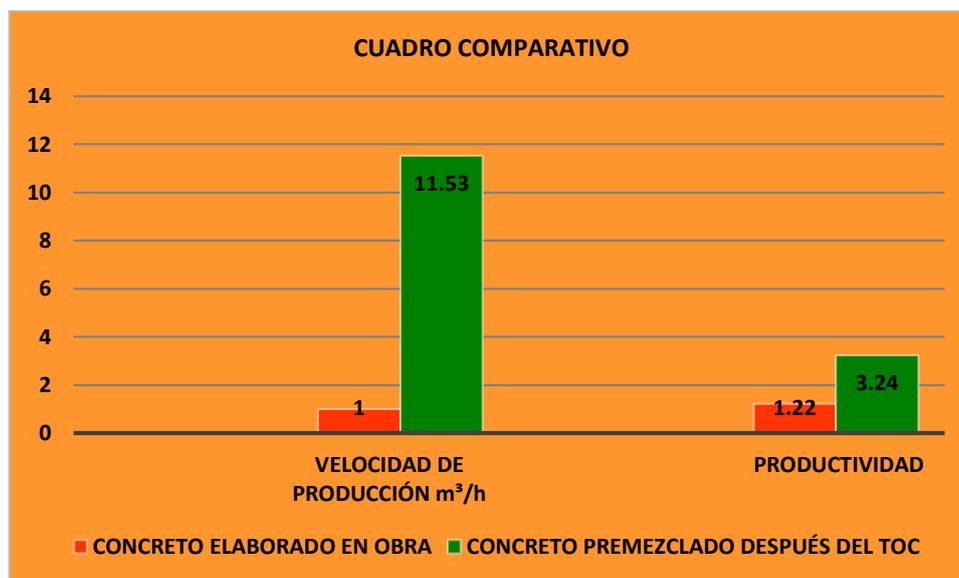
Nota. De la gráfica podemos ver el aumento de la velocidad de producción la productividad.

4.2.1.6. Comparación la velocidad de producción y productividad utilizando concreto elaborado en obra y concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC.

La velocidad de producción en el vaciado del entregable concreto columnas $f'_c=280$ kg/cm² al utilizar concreto elaborado en obra es de 1.00 m³/h, al usar concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, la velocidad de producción aumenta a 11.53 m³/h, de la misma manera la Productividad que se obtiene al usar concreto elaborado en obra es de 1.22, y al usar concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, aumenta a 3.24, figura 46.

Figura 46

Gráfica de comparación del concreto elaborado en obra y el concreto premezclado



Nota. De la gráfica podemos ver el aumento muy considerable de la velocidad de producción y la productividad.

4.2.1.7. Utilidad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES

E.I.R.L., en su estado actual, al vaciar con concreto premezclado.

Al utilizar concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual, en el vaciado del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm², la velocidad de producción es de 26.08 m³/h., y la velocidad de vaciado es de 11.53 m³/h.

Para obtener la productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual, al vaciar el entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., realizamos las reglas operativas y financieras del TOC para obtener el Throughput (T), los gastos de operación (GO) tabla 32, tabla 33, y la utilidad neta, tabla 34.

Tabla 32*Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado en su estado actual*

N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	422.235	10146.31	311.20	7478.19
							7478.19

Nota. De la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., al vaciar el entregable concreto en columnas f_c=280 kg/cm².

Tabla 33*Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado*

N°	ENTREGABLE	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	2668.12	2194.77
		2668.12	2194.77

Nota. Calculo del Throughput (T) y los gastos de operación (GO) en su estado actual.

Tabla 34*Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado*

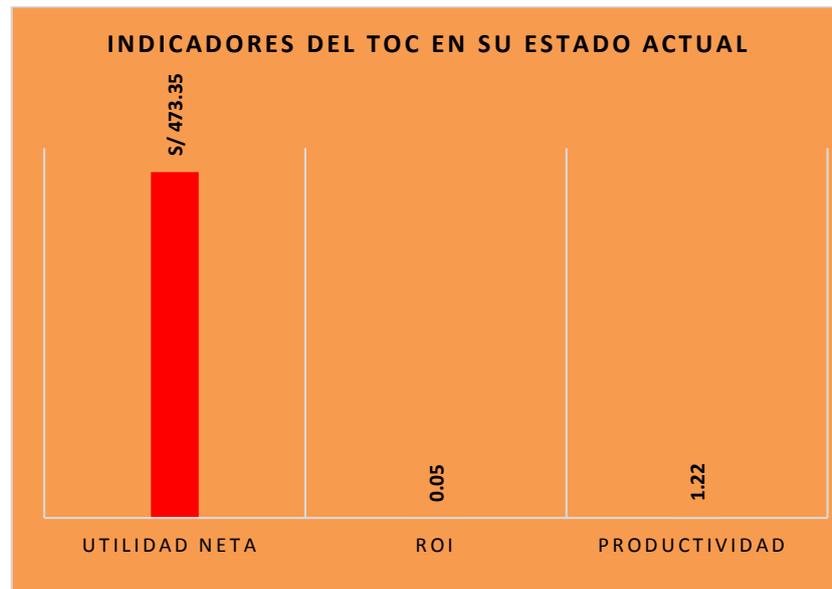
N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	473.35	0.05	1.22
		24.03		473.35		

Nota. Calculo de los indicadores financieros del TOC en su estado actual.

En la figura 47 podemos ver los indicadores obtenidos de utilidad neta, ROI y productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual, al vaciar el entregable concreto columnas f_c=280 kg/cm².

Figura 47

Grafica de la utilidad obtenida al vaciar concreto premezclado en su estado actual



Nota. Utilidad Neta, ROI y productividad obtenida por la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual, al vaciar el entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm².

4.2.1.8. Utilidad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, al vaciar con concreto premezclado.

Después de aplicada la teoría de restricciones TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., al vaciar el entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm², la velocidad de producción es de 30.18 m³/h., y la velocidad de vaciado es de 11.53 m³/h.

Procedemos a calcular la productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., al vaciar el entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., realizamos las reglas

operativas y financieras del TOC para obtener el Throughput (T), los gastos de operación (GO) tabla 35, tabla 36, y la utilidad neta, tabla 37.

Tabla 35

Reglas operativas del TOC en la utilización de concreto premezclado

N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	422.235	10146.31	250.47	6018.71
							6018.71

Nota. Reglas operativas después de aplicada la teoría de las restricciones en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., al vaciar el entregable concreto en columnas f_c=280 kg/cm².

Tabla 36

Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado

N°	ENTREGABLE	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	4127.60	2020.44
		4127.60	2020.44

Nota. Calculo de los indicadores financieros del TOC después de aplicada la teoría de las restricciones en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

Tabla 37

Indicadores financieros del TOC en la utilización de concreto premezclado

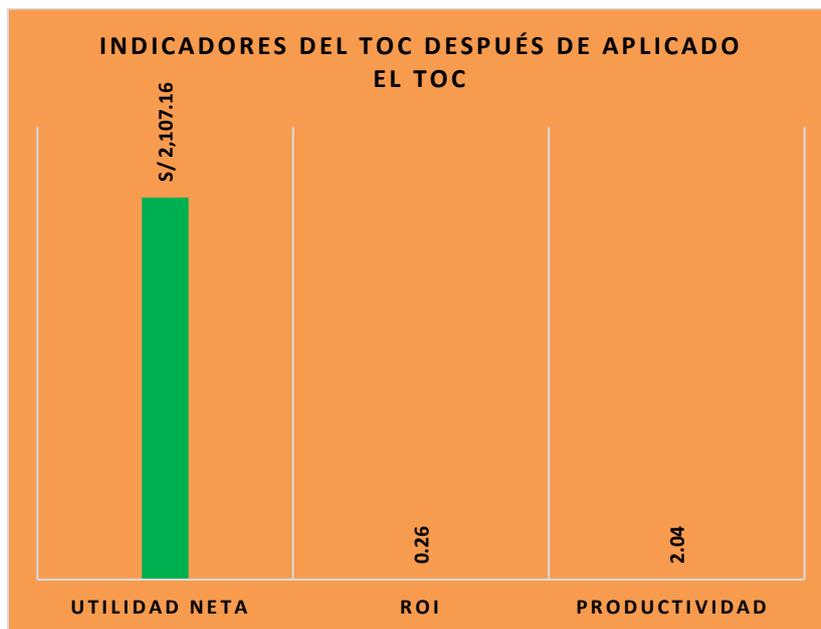
N°	ENTREGABLE	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	24.03	m ³	2107.16	0.26	2.04
		24.03		2107.16		

Nota. Calculo de los indicadores financieros del TOC después de aplicada la teoría de las restricciones en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

En la figura 48 podemos ver los indicadores obtenidos de utilidad neta, ROI y productividad de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, al vaciar el entregable concreto columnas f_c=280 kg/cm².

Figura 48

Grafica de la utilidad obtenida al vaciar concreto premezclado después de aplicado el TOC



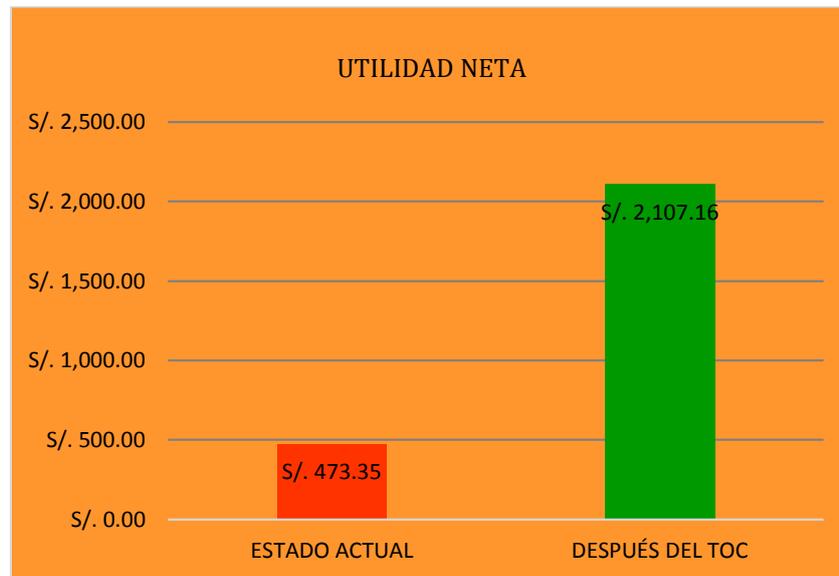
Nota. Utilidad Neta, ROI y productividad obtenida por la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, al vaciar el entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm².

4.2.1.9. Comparación la utilidad antes y después de la aplicación del TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., al vaciar el entregable concreto columnas $f'c = 280$ kg/cm².

La utilidad obtenida al vaciar los 24.03 m³ concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual, es de S/ 473.35, y la utilidad obtenida vaciando después de la aplicación del TOC es de S/ 2,107.16, en la figura 49 se grafica la utilidad neta obtenida en su estado actual y la utilidad obtenida después de aplicado el TOC, se aprecia que la aplicación del TOC mejora la utilidad en la empresa.

Figura 49

Grafica de comparación de la utilidad neta obtenida antes y después del TOC



Nota. Comparación de la Utilidad Neta obtenida al vaciar el entregable concreto columnas $f_c=280$ kg/cm² en su estado actual es decir antes del TOC y después de aplicado el TOC.

4.3. Comprobación de hipótesis

Realizamos un contraste de hipótesis que consiste en un procedimiento para rechazar o validar la hipótesis. La hipótesis a contrastar será la hipótesis nula H_0 que es la hipótesis en la que se basa el procedimiento de contraste, y la que denominamos hipótesis alterna H_1 es la hipótesis que se acepta cuando se rechaza la nula y viceversa (Flores Arocutipá, Lujan Minaya, Ramos Rojas, Tovar Chambilla, & Colana Juárez, 2018).

Para, Supo (2011) los pasos para la prueba de hipótesis son los siguientes:

- Planteamiento de hipótesis; H_0 : hipótesis nula, H_1 : hipótesis alterna
- Nivel de significancia; se denota con la letra alfa (α) que es la máxima cantidad de error a aceptar que sería 5% o 0.05.
- Prueba estadística; se tiene seis criterios primero: el tipo de estudio, segundo: el nivel de investigación, tercero: el diseño de la investigación, cuarto: el objetivo del estudio, quinto: la naturaleza de las variables, la naturaleza de la variable aleatoria es la que

tiene que ver con la prueba estadística, un criterio es compara los grupos variable, variable fija y variable aleatoria, sexto: comportamiento de los datos.

- Cálculo del p-valor; es la probabilidad de la equivocación, es el límite máximo de error, si p-valor está por debajo del nivel de significancia se acepta H1, y si p-valor está por encima del nivel de significancia se acepta H0.
- Tomar una decisión.

Desarrollamos los pasos para nuestro trabajo de investigación:

- H0: Negación de la hipótesis principal, H1: Aceptación de la hipótesis principal.
- Nivel de significancia $\alpha = 5\%$ o 0.05.
- La prueba estadística se desarrolla de acuerdo a la tabla 38.

Tabla 38

Elección de prueba estadística

MUESTRA	MEDIDAS	VARIABLE	PRUEBA
Relacionadas	Dos (antes y después)	Numérica	Paramétrica: si hay distribución normal T de student
Independiente	Un grupo	Numérica	No Paramétrica: si no hay distribución normal Rangos de Wilcoxon T de student (una muestra)

Nota. Para las muestras relacionadas si las muestras son simétricas utilizamos T de student y si son asimétricas usamos Wilcoxon.

Para la determinación de la distribución normal utilizamos IBM SPSS Statistics 24.

En la elaboración del concreto premezclado antes y después de aplicado el TOC.

Podemos ver en la tabla 39 que los p-valor 0.005, 0.000 y 0.046 son menores a $\alpha = 0.05$, entonces diremos que los datos no provienen de una distribución normal, por lo tanto la prueba estadística es no paramétrica y la desarrollaremos usando el estadístico de prueba de Rangos de Wilcoxon.

Tabla 39*Prueba de normalidad de Kolmogorov- Smirnov*

	Estadístico	gl	Sig.
Velocidad de producción actual	0,188	33	,005
Velocidad después del TOC	0,242	33	,000
Diferencia de velocidad en Producción	0,154	33	,046

Nota. Como p-valor < 0.05, no es una distribución normal.

En la planificación operativa del entregable concreto columnas f'c=280 kg/cm² antes y después de aplicado el TOC.

La velocidad de producción en el vaciado de concreto en obra en la planificación operativa tiene un valor constante por lo que se ha omitido su análisis, por lo tanto solo verificaremos la normalidad de la velocidad de producción utilizando concreto premezclado.

Tabla 40*Prueba de normalidad Shapiro-Wilk*

	Estadístico	gl	Sig.
Velocidad de producción del vaciado de concreto premezclado	0,812	6	0,075

Nota. Como p-valor > 0.05, es una distribución normal.

La tabla 40 muestra p-valor 0.075 un valor mayor que $\alpha = 0.05$, entonces los datos provienen de una distribución normal, por lo tanto la prueba estadística es paramétrica y la desarrollaremos usando el estadístico de T de student.

- Calculamos el p-valor, procedemos a encontrar los estadísticos descriptivos en la elaboración de concreto premezclado antes y después de aplicado el TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. en la tabla 41 y la prueba estadística rangos de Wilcoxon en tabla 42.

Tabla 41

Estadísticos en la elaboración de concreto premezclado

	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL	VELOCIDAD DESPUÉS DEL TOC	DIFERENCIA DE VELOCIDAD EN PRODUCCIÓN
Media	26,08	30,18	4,10
Desviación estándar	6,99	6,14	9,11
Varianza	48,89	37,71	82,92

Nota. Corresponden a la 33 registros antes y después de aplicado el TOC.

Tabla 42*Prueba estadística Rangos de Wilcoxon*

	VELOCIDAD DESPUÉS DEL TOC - VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL
Z	-2,868 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,004

Nota. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Para el p-valor en la planificación operativa utilizando concreto elaborado antes de la aplicación del TOC y concreto premezclado después de la aplicación del TOC se desarrolla en la tabla 43 y tabla 44.

Tabla 43*Estadísticos, utilizando concreto premezclado en la etapa de planificación operativa*

VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL VACIADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	
Media	11,53
Desviación estándar	3,85
Varianza	14,79

Nota. Corresponden a los seis registros.

Tabla 44*Prueba estadística T de student*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Velocidad de producción en el vaciado de concreto premezclado	6,709	5	0,001	10,531	6,496	14,567

Nota. Significancia menor a 0.05.

Siendo p-valor o significancia de 0.004 y 0.001 menor de 0.05 se rechaza la hipótesis H0 y se acepta la hipótesis principal H1.

4.4. Conclusiones de presentación y resultados

Hay una diferencia significativa en la velocidad de producción antes y después de aplicado la teoría de restricciones TOC. Por lo cual concluimos que el TOC tiene un efecto significativo en la velocidad de producción.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) se mejoró la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., y del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo.
- En su estado situacional actual, antes de la aplicación del TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., se encontró una velocidad de producción de 26.08 m³/h.
- Después de aplicada la teoría de restricciones en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., se determinó una velocidad de producción de 30.18 m³/h.
- Con la aplicación del TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., se mejora considerablemente la velocidad de producción de la empresa pasando de 26.08 m³/h a 30.18 m³/h., aumentando en un porcentaje de 15.72%.
- Se determinó que la velocidad de producción del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en su etapa de planificación operativa, utilizando concreto elaborado en obra, es de 1.00 m³/h.
- El uso del concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de la aplicación de la teoría de las restricciones, mejora la velocidad de producción del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio

de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, siendo la velocidad de producción obtenida de 11.53 m³/h.

- Con el uso del concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicada la teoría de restricciones, se mejora muy considerablemente la velocidad de producción del entregable concreto columnas $f_c=280$ kg/cm² de la obra polideportivo acceso y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, pasando de 1.00 m³/h a 11.53 m³/h., aumentando en un porcentaje de 1053.00%.
- Se determinó que al vaciar el entregable de estudio con el uso del concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., antes de aplicada la teoría de restricciones, la utilidad obtenida es de S/ 473.35, teniendo un retorno de la inversión ROI de 0.05 por cada sol invertido, y una productividad de 1.22.
- La utilidad obtenida al vaciar el entregable de estudio con el uso del concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicada la teoría de restricciones, es de S/ 2107.16, con un retorno de inversión ROI de 0.26 por cada sol invertido, y una productividad de 2.04.
- La utilidad paso de S/ 473.35 a S/ 2107.16, por lo que se concluye que la utilidad obtenida después de aplicado el TOC en la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., es muy significativa si la comparamos con la utilidad obtenida en su estado actual, siendo el aumento de la utilidad de 345.16 %.

5.2. Recomendaciones

- La aplicación del TOC debe ser implantado en las empresas para el aumento de la productividad, y para fortalecer en su totalidad la aplicación se deben evitar políticas erróneas de gestión, el fortalecer la restricción no ayuda a una gerencia errónea, por lo que se recomienda implantar un plan de gestión que trabaje conjuntamente con el método.
- Se recomienda tener un control cuantitativo y cualitativo de los equipos y maquinarias que intervienen en la velocidad de producción, debido a que una falla en los en estos rompe todo el sistema de elaboración del producto.
- Para la ejecución de un proyecto se recomienda utilizar el método del TOC desde el diseño, en la ejecución de una obra desde la planificación y programación, debido a que la productividad no solo se obtiene en la etapa de producción si no desde etapas previas a la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Flores, P. (17 de 10 de 2017). *Estrategia Focalizada*. Obtenido de Estrategia Focalizada: <http://www.estrategiafocalizada.com/>
- Buleje Revilla, K. E. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía lean construcción*. Lima: [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1691>
- Candama Sandoval, A., Mulford Cerpa, S., Mendoza Carrillo, B., Gómez Ramírez, C., & Troncoso-Palacio, A. (2020). Propuesta para mejorar el tiempo de permanencia de maquinaria pesada en talleres de mantenimiento. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 1-7. doi:<http://doi.org/10.17981/bilo.2.1.2020.12>
- Comités Técnicos de Normalización. (2013). Norma Técnica Peruana. *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos*.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2005). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva* (10 ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Checa Ramírez, C. S. (2018). *Plan de mejora de la productividad en la planta de hormigón premezclado mediante el uso de la teoría de restricciones*. Quito: [Tesis de Maestría, Universidad de las Américas]. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9464>
- Checa Ramírez, C. S. (2018). *Plan de mejora de la productividad en la planta de hormigón premezclado mediante el uso de la teoría de restricciones*. Quito: [Tesis de maestría, Universidad de las Américas]. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9464>
- Fernández Sánchez, E., Avella Camarero, L., & Fernández Barcala, M. (2006). *Estrategia de producción*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

- Flávio Castro, R. (2016). *AVALIAÇÃO DO SISTEMA SIMPLIFIED DRUMBUFFER-ROPE EM AMBIENTES DE PRODUÇÃO PARA ESTOQUE*. Bauru/SP: [Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD ESTATAL DE PAULISTA - UNESP]. Obtenido de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138254>
- Flores Arocutipa, J. P., Lujan Minaya, J. C., Ramos Rojas, J. T., Tovar Chambilla, H., & Colana Juárez, Y. (2018). *ESTADÍSTICA APLICADA A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CON EXCEL, SPSS22, EVIEWS 9* (Tercera ed.). Moquegua: Talleres Gráficos de MAC IMPRESORES S.A.C.
- Goldratt , E. M. (2007). *Cadena Crítica*. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A.
- Goldratt, E. M. (2014). *La meta un proceso de mejora continua*. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A.
- Gómez Posada, L. F., & Jiménez Villalobos, J. B. (2009). Gestión de Proyectos con Teoría de Restricciones aplicada al área técnica de la Compañía Construcciones y Servicios S. A. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, 4, 195-208. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/659/1/RSO00043.pdf>
- Gonzalez Gómez, J. A., Ortegón Mosquera, K., & Rivera Cadavid, L. (2003). Desarrollo de una metodología de implementación de los conceptos de TOC (teoría de restricciones), para empresas colombianas. *Estudios Gerenciales*, 19(87), 27-50. Obtenido de https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/111
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Indicador de la actividad productiva departamental primer trimestre*. Lima: INEI. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-n01_indicador-actividad-productiva-ene-mar2017.pdf

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Indicador de la actividad productiva departamental segundo trimestre 2017*. Lima: INEI. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_indicador-actividad-productiva-abr-jun2017.pdf
- López López, I. D., Urrea Arbeláez, J., & Navarro Castaño, D. (2006). Aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) a la gestión de facturación de las Empresas Sociales del Estado, ESE. Una contribución al Sistema de Seguridad Social en Colombia. *revistas.unal.edu.co*, 16(27), 91-100. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/19178/20123>
- Mabin, V. J., & Balderstone, S. J. (2000). *The World of Theory of Constraints*.
- Marín Marín, W., & Gutiérrez Gutiérrez, E. V. (2013). Desarrollo e implementación de un modelo de teoría de restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro. *EIA*, 10(19), 67-77. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4529770>
- Morales Londoño, N. (2016). *Modelo de Optimización en Producción Basado en la Teoría de las Restricciones Como Estrategia para la Gestión de la Productividad. Caso de Aplicación: Cantera de Agregados para la Construcción Cimaco*. Cartagena D.T y C: [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Obtenido de <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0069387.pdf>
- Noreen, E., Smith, D., & Mackey, J. T. (1995). *Teoría de las Limitaciones y sus consecuencias para la contabilidad de gestión*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Ortíz Barrios, M. A. (2013). Teoría de restricciones y modelación PL como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de

- una compañía del sector textil y de confecciones. *PROSPECTIVA una nueva visión para la ingeniería*, 11(1), 21-29. doi:<https://doi.org/10.15665/rp.v11i1.24>
- Pasquel Carbajal , E. (1993). *Tópicos de tecnología del concreto* (Vol. Primera edición). Lima.
- Penagos Vargas, J. W., Acuña Guerrero, M. B., & Galvis Crespo, L. L. (2012). Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios. *Ingeniare*(7), 79-86. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Dialnet-TeoriaDeRestriccionesAplicadaAEmpresasManufacturer-6579705.pdf>
- Pilco Salazar, A. M. (2016). *Mejora de la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones en la manufactura de puertas de garaje forjadas, caso de estudio: Microempresa Industrias Metálicas Vilema (IMEV)*. Riobamba: [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo CHIMBORAZO]. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/5001>
- Pinkas Flint , B. (2006). *Gerencia integral : visión multidisciplinaria de la gerencia y del derecho empresarial* (1 ed.). Lima: Editora y Librería Jurídica Grijley.
- Rivva López, E. (2014). *Materiales para el concreto* (3 ed.). Lima: Instituto de la construcción y gerencia - ICG.
- Robbins , S. P., & Coulter, M. (2005). *Administración* (Octava ed.). Mexico: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Rodríguez Castillejos, W., & Valdez Cáceres, D. (2008). *Gerencia de proyectos con msproject 2007: planificación, organización y programación de proyectos*. Lima: ISAGRAF SRL.
- Sánchez De Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (Quinta ed.). Bogotá: Bhandar Editores.

Supo, J. (2011). Seminarios de Investigación Científica. *Versión 2011*. Obtenido de BIOESTADISTICO Análisis de Datos Aplicado a la Investigación Científica.: <https://seminariosdeinvestigacion.com/>

ANEXOS

ANEXO: A
Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

"MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES"

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema Principal</p> <p>¿La aplicación de la teoría de restricciones mejora la velocidad de producción de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., y del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el TOC, 2017?</p> <p>Problemas Secundarios</p> <p>a. ¿Cuál es la velocidad de producción en su estado situacional actual en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017?</p> <p>b. ¿Cuál es la velocidad de producción después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017?</p> <p>c. ¿Existe diferencia en la velocidad de producción después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017?</p> <p>d. ¿Cuál es la velocidad de producción en su etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto elaborado en obra, 2017?</p> <p>e. ¿Cuál es la velocidad de producción en su etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra denominada construcción del polideportivo accesos y espacios</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Mejorar la velocidad de producción para la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., aplicando teoría de restricciones (TOC) y del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el TOC, 2017.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Determinar la velocidad de producción en su estado situacional actual en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017</p> <p>b. Determinar la velocidad de producción después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017.</p> <p>c. Comparar velocidad de producción antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017.</p> <p>d. Determinar la velocidad de producción en la etapa de planificación operativa, en la ejecución del entregable de concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra denominada construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto elaborado en obra.</p> <p>e. Determinar la velocidad de producción del entregable de concreto de columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y</p>	<p>Hipótesis Principal</p> <p>La aplicación de la teoría de restricciones mejora la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., y del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, en la etapa de planificación operativa, utilizando concreto premezclado de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., después de aplicado el TOC, 2017.</p> <p>Sub-hipótesis</p> <p>a. La velocidad de producción en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, es baja.</p> <p>b. La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la velocidad de producción de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017.</p> <p>c. La velocidad de producción de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) difiere significativamente.</p> <p>d. La velocidad de producción en su etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra denominada construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, utilizando concreto elaborado en obra, 2017, es baja.</p> <p>e. La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la velocidad de producción en su etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos</p>	<p>Con el objetivo de demostrar y comprobar la hipótesis formulada, se han determinado las siguientes variables e indicadores:</p> <p>Variable de estudio (Variable independiente)</p> <p>Aplicación de la teoría de restricciones TOC</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de Producción (Vp) • Inversión (I) • Gastos Operacionales (GO) • Throughput (T) • Utilidad neta (UN) • Retorno sobre la inversión (ROI) • Productividad (P) <p>Variable de estudio 2 (Variable dependiente)</p> <p>Mejora de la velocidad de producción</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de producción (Vp) • Inversión (I) • Gastos Operacionales (GO) • Throughput (T) • Utilidad neta (UN) • Retorno sobre la inversión (ROI) • Productividad (P) 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>El tipo de investigación es básica o pura, cuasi experimental, prospectivo, longitudinal, analítico; es de nivel aplicativo, comparativo, cuantitativo a su vez de diseño cuasi experimental.</p> <p>Población y Muestra</p> <p>La población, está constituida por treinta y tres (33) registros de la elaboración de concreto premezclado, y seis (06) vaciados de entregables columnas.</p> <p>Identificación de Actividades Restrictivas</p> <p>Para la identificación de actividades restrictivas se utilizara la teoría de restricciones (TOC).</p> <p>Análisis Cuantitativo</p> <p>Para la medición se utilizara métodos empíricos como la observación, medición métodos estadísticos.</p>

<p>abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC contratistas generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.</p>	<p>espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.</p>	<p>Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.</p>	<p>Posteriormente se desarrollara de acuerdo al procedimiento de la teoría de restricciones (TOC), se identificara la actividad más restrictiva mediante el proceso de medición del tiempo de producción, para los cálculos y estadística se utilizara Microsoft Excel y IBM SPSS Statistics 24.</p>
<p>f. ¿Existe diferencia en la velocidad de producción en la etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto elaborado en obra y concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017?</p>	<p>f. Comparar la velocidad de producción del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm², de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto elaborado en obra y concreto premezclado de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017.</p>	<p>f. La velocidad de producción en la etapa de planificación operativa del entregable concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la obra construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus san Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, utilizando concreto premezclado de la Concretera SRC contratistas generales E.I.R.L., después de aplicado el (TOC), 2017, difiere significativamente.</p>	
<p>g. ¿Cuál es la utilidad en su estado situacional actual en la Concretera SRC Contratistas generales E.I.R.L., al vaciar el entregable columna concreto $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017?</p>	<p>g. Determinar la utilidad en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017.</p>	<p>g. La utilidad en su estado actual de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, es baja.</p>	
<p>h. ¿Cuál es la utilidad después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar el entregable columna concreto $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017?</p>	<p>h. Determinar la utilidad después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017.</p>	<p>h. La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) mejora la utilidad de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo.</p>	
<p>i. ¿Existe diferencia en la utilidad después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar el entregable columna concreto $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo 2017?</p>	<p>i. Comparar la utilidad antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, 2017.</p>	<p>i. La utilidad de la Concretera SRC Contratistas Generales E.I.R.L., 2017, al vaciar concreto columnas $f'c=280$ kg/cm² de la construcción del polideportivo accesos y espacios abiertos del campus San Antonio de la Universidad José Carlos Mariátegui, componente coliseo, antes y después de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC), difiere significativamente.</p>	

ANEXO: B
Validación de Instrumentos

"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Moquegua, 26 de Mayo 2018

CARTA 01-MPRV/2018

Señor:

MSc. Arq. Glenda Gonzales Taco

Directora (e) de la Unidad de Posgrado FAU-UNSA

Presente.-

ASUNTO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.

Por medio del presente me dirijo a Usted, con la finalidad de informar la revisión de los instrumentos de aplicación de la investigación de la Tesis denominado "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES", dichos documentos han sido revisados y evaluados, otorgando desde mi especialidad la validación a los instrumentos adjuntos el cual será presentado como trabajo especial de grado para optar al Título de Maestro en Ciencias con Mención en Gerencia en la Construcción en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración.

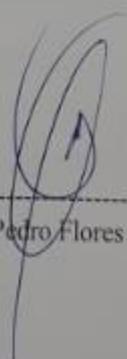
Atentamente,



Mg. Ing. Mario Pedro Rodríguez Vázquez

YO: Javier Pedro Flores Arocutipa, Dr. en Economía y en Administración, por medio de la presente:

Hago constar que los instrumentos de recolección de datos, realizado por el Bachiller en ingeniería civil Ezequiel Campos Sánchez, para su tesis titulada "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES", se han revisado por mi persona y estos permiten identificar los factores de estudio, por lo que se consideran válidos para los fines del interesado.



Dr. Javier Pedro Flores Arocutipa

ANEXO: C

Fichas técnicas, fichas de validación y fichas de aplicación

FICHA TECNICA N° 01	
TIEMPO DE OPERACIÓN DE CADA ACTIVIDAD	
OBSERVACION EN SU ESTADO ACTUAL	
POBLACIÓN	
Universo	EMPRESA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
Tamaño de Población	33 registros de elaboración de concreto premezclado
Fecha	Junio del 2018
Nivel geográfico	Distrito de Moquegua
MUESTREO	
Tipo	Cuantitativo
Nivel de confianza	95%
Error	±5%
Tamaño de muestra	33 registros de elaboración de concreto premezclado
PROCEDIMIENTO	
Resumen	La presente ficha de toma de datos se basa en determinar el tiempo de duración de cada una de las actividades que intervienen en la elaboración del concreto premezclado.
Datos de campo	Para la toma de datos se diseña un formato donde se registren los tiempos de cada actividad, los datos se tomaran de una manera que no interrumpa la operación de las actividades, por lo que el observador quien registra los tiempos debe ubicarse en un sitio estratégico.
Aplicado por	Ing. Ezequiel Campos Sánchez
Instrumento	N°01
Investigación	Mejora de la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC E.I.R.L. CONTRATISTAS GENERALES APLICANDO TEORIA DE RESTRICCIONES
Lugar de trabajo	CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
Lugar y fecha de aplicación	Región Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito de Moquegua - Junio 2018
Validado por:	Mg. Mario Pedro Rodríguez Vásquez
Firma:	

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**INSTRUMENTO N°01: TIEMPO DE OPERACIÓN****Datos generales**

Apellidos y Nombres del Investigador: EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ

Título de la investigación: **“MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES”**

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento					
Claridad en la redacción					
Pertinencia de la variable con los indicadores					
Relevancia del contenido					
Factibilidad de la aplicación					

Observaciones:

Validado por: Mg. Mario Pedro Rodríguez Vásquez**Registro Profesional N°:** 122801**Profesión:** Ingeniero Civil**Lugar de Trabajo:** Universidad Nacional de Moquegua**Lugar y fecha de validación:** Moquegua, 26 de Junio del 2018.**Firma:**

FICHA DE APLICACIÓN				
INSTRUMENTO N°01				
Factor: "t"			Nombre: Tiempo de Operación	
Objetivo: Determinar el tiempo de operación de cada actividad				
Responsable:				
Investigación:				
Lugar de Trabajo:				
Lugar y Fecha de registro:				
Número de Registro:				
Cantidad producida de concreto premezclado:			Unidad:	
Marca de Camión mixer:			Placa:	
TIEMPO DE OPERACIÓN POR ACTIVIDAD				
N°	ACTIVIDAD	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	TIEMPO "t" (min)
1	TRASLADO DE AGREGADOS DE TOLVA A MIXER			
2	LLENADO DE AGUA EN MIXER			
3	TRASLADO DE CEMENTO A MIXER			
4	COLOCACIÓN DE ADITIVO EN MIXER			

FICHA DE APLICACIÓN					
INSTRUMENTO N°02: EN SU ESTADO ACTUAL					
Factor: "I"			Nombre: Inventario		
Objetivo: Determinar la cantidad de materia prima					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO PREMEZCLADO					
Resistencia: <u>280</u> (kg/cm ²)					
N°	DESCRIPCIÓN	Peso (kg)	Volumen Aparente (m ³)	Características	Procedencia o marca
1	AGUA	223.559	0.224	AGUA POTABLE	EPS MOQUEGUA
2	CEMENTO PORTLAND	502.326	0.335	TIPO IP	YURA
3	AGREGADO GRUESO	723.207	0.460	ZARANDEADO	CANTERA MARON
4	AGREGADO FINO	814.148	0.505	ARENA GRUESA	CANTERA MARON
5	ADITIVO	2.760	-	ADITIVO POLIFUNCIONAL SIKA 290N	SIKA
COSTO POR 1m ³ DE CONCRETO					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Parcial (S/)
1	AGUA	m ³	0.224	5.00	1.12
2	CEMENTO PORTLAND (42.5 kg)	bol	11.819	20.30	239.93
3	AGREGADO GRUESO	m ³	0.460	43.00	19.78
4	AGREGADO FINO	m ³	0.505	43.00	21.72
5	ADITIVO	lt	2.760	10.38	28.65
				Σ	311.20

FICHA DE APLICACIÓN					
INSTRUMENTO N°03: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC					
Factor: "I"			Nombre: Inventario		
Objetivo: Determinar la cantidad de materia prima					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO PREMEZCLADO					
Resistencia: <u>280</u> (kg/cm ²)					
N°	DESCRIPCIÓN	Peso (kg)	Volumen Aparente (m ³)	Características	Procedencia o marca
1	AGUA	175.530	0.176	AGUA POTABLE	EPS MOQUEGUA
2	CEMENTO PORTLAND	345.010		TIPO IP	YURA
3	AGREGADO GRUESO	833.450	0.606	ZARANDEADO	CANTERA MARON
4	AGREGADO FINO	869.530	0.521	ARENA GRUESA	CANTERA MARON
5	ADITIVO	3.500		ADITIVO POLIFUNCIONAL SIKA 290N	SIKA
COSTO POR 1m ³ DE CONCRETO					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Parcial (S/)
1	AGUA	m ³	0.176	5.00	0.88
2	CEMENTO PORTLAND (42.5 kg)	bol	8.118	20.30	164.79
3	AGREGADO GRUESO	m ³	0.606	43.00	26.06
4	AGREGADO FINO	m ³	0.521	43.00	22.40
5	ADITIVO	lt	3.500	10.38	36.33
				Σ	250.47

FICHA TECNICA N° 04	
VELOCIDAD DE PRODUCCION	
REGISTRO VELOCIDAD DE PRODUCCION EN SU ESTADO ACTUAL	
POBLACIÓN	
Universo	EMPRESA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
Tamaño de Población	33 registros de elaboración de concreto premezclado
Fecha	Junio del 2018
Nivel geográfico	Distrito de Moquegua
MUESTREO	
Tipo	Cuantitativo
Nivel de confianza	95%
Error	±5%
Tamaño de muestra	33 registros de elaboración de concreto premezclado
PROCEDIMIENTO	
Resumen	La presente fichase se basa en determinar la velocidad de producción de la EMPRESA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., en su estado actual.
Datos de campo	Para la toma de datos se tomaran un formato donde se registren todas las observaciones del instrumento N°01.
Aplicado por	Ing. Ezequiel Campos Sánchez
Instrumento	N°04
Investigación	Mejora de la velocidad de producción de la CONCRETERA SRC E.I.R.L. CONTRATISTAS GENERALES APLICANDO TEORIA DE RESTRICCIONES
Lugar de trabajo	CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
Lugar y fecha de aplicación	Región Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito de Moquegua – Junio 2018
Validado por:	Mg. Mario Pedro Rodríguez Vásquez
Firma:	

FICHA DE APLICACIÓN										
INSTRUMENTO N°04: EN SU ESTADO ACTUAL										
Factor: "Vp"				Nombre: Velocidad de Producción						
N°	CAMION CONCRETERO	CAPACIDAD	UNIDAD	CANTIDAD PRODUCIDA	HORA INICIO	HORA TERMINO	TIEMPO "t" (min)	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL (m³/h)		
1	SCANIA - B30-886	8	m³	6	02:07 p.m.	02:18 p.m.	11	32.73		
2	SCANIA - B30-886	8	m³	3	03:13 p.m.	03:21 p.m.	8	22.50		
3	SCANIA - B30-886	8	m³	8	04:21 p.m.	04:41 p.m.	20	24.00		
4	INTERNATIONAL - F0D-859	9	m³	9	08:15 a.m.	08:42 a.m.	27	20.00		
5	VOLVO - Z5X-835	9	m³	9	09:17 a.m.	09:41 a.m.	25	21.60		
6	SCANIA - B30-886	8	m³	8	10:05 a.m.	10:27 a.m.	22	21.82		
7	VOLVO - Z5X-835	9	m³	2.5	10:50 a.m.	10:54 a.m.	4	37.50		
8	FORD Z6K - 893	9	m³	9	01:23 p.m.	01:40 p.m.	17	31.76		
9	SCANIA - B30-886	8	m³	7	02:01 p.m.	02:15 p.m.	14	30.00		
10	FORD Z6K - 893	9	m³	8	02:36 p.m.	02:50 p.m.	14	34.29		
11	SCANIA - B30-886	8	m³	8	02:58 p.m.	03:18 p.m.	20	24.00		
12	FORD Z6K - 893	9	m³	7	03:29 p.m.	03:46 p.m.	17	24.71		
13	SCANIA - B30-886	8	m³	8	03:52 p.m.	04:07 p.m.	15	32.00		
14	VOLVO - Z5X-835	9	m³	9	04:17 p.m.	04:42 p.m.	25	21.60		
15	VOLVO - Z5X-835	9	m³	9	09:27 a.m.	09:41 a.m.	14	38.57		
16	FORD Z6K - 893	9	m³	7	10:08 a.m.	10:27 a.m.	19	22.11		
17	SCANIA - B30-886	8	m³	7	10:39 a.m.	10:58 a.m.	19	22.11		
18	VOLVO - Z5X-835	9	m³	9	11:01 a.m.	11:16 a.m.	15	36.00		
19	FORD Z6K - 893	9	m³	7	11:43 a.m.	12:02 a.m.	25	16.80		
20	VOLVO - Z5X-835	9	m³	9	12:10 a.m.	12:31 p.m.	21	25.71		
21	SCANIA - B30-886	8	m³	7	01:37 p.m.	01:55 p.m.	18	23.33		
22	VOLVO - Z5X-835	9	m³	8	02:20 p.m.	02:30 p.m.	10	48.00		
23	SCANIA - B30-886	9	m³	7	09:09 a.m.	09:25 a.m.	16	26.25		
24	FORD Z6K - 893	9	m³	8	09:26 a.m.	09:45 a.m.	19	25.26		
25	SCANIA - B30-886	9	m³	8	09:51 a.m.	10:10 a.m.	19	25.26		
26	FORD Z6K - 893	9	m³	8	10:19 a.m.	10:36 a.m.	17	28.24		
27	SCANIA - B30-886	9	m³	7	02:02 p.m.	02:22 p.m.	20	21.00		
28	FORD Z6K - 893	9	m³	8	02:30 p.m.	02:52 p.m.	22	21.82		
29	SCANIA - B30-886	9	m³	8	03:02 p.m.	03:22 p.m.	20	24.00		
30	VOLVO - Z5X-833	8	m³	7	07:52 a.m.	08:14 a.m.	24	17.50		
31	INTERNATIONAL - F0D-859	9	m³	7	08:29 a.m.	08:51 a.m.	22	19.09		
32	VOLVO - Z5X-835	9	m³	6	02:16 p.m.	02:31 p.m.	15	24.00		
33	VOLVO - Z5X-835	9	m³	6	03:21 p.m.	03:42 p.m.	21	17.14		
				∑	244.50			∑	595.00	860.69
				Media	7.41			Media	18.03	26.08

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°05: EN SU ESTADO ACTUAL						
Factor: "GO"				Nombre: Gastos Operativos		
GASTOS OPERATIVOS						
Velocidad de Producción en la elaboración		26.08	m³/h		Costo por m³: 4.92	
N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	Cuadrilla	Cantidad	COSTO (S/)	PARCIAL (S/)
1	INSUMOS					
1.2	ENERGÍA ELÉCTRICA	kW		0.686	0.72	0.49
						0.49
2	EQUIPOS MAQUINARIA					
2.1	MINICARGADOR	hm	1	0.0096	80.00	0.77
2.2	PLANTA DOSIFICADORA	hm	1	0.038	58.00	2.22
						2.99
3	MANO DE OBRA					
3.1	OPERADOR DE MINICARGADOR	hh	1	0.038	8.33	0.32
3.2	OPERADOR DE PLANTA	hh	1	0.038	10.42	0.40
3.3	CEMENTEROS	hh	3	0.115	6.25	0.72
						1.44
Velocidad de Producción en el vaciado		11.53	m³/h		Costo por m³: 52.18	
4	INSUMOS					
4.1	PETRÓLEO	gl		1.470	11.95	17.57
						17.57
5	EQUIPOS MAQUINARIA					
5.1	MIXER	hm	1	0.087	90.00	7.81
5.2	BOMBA	hm	1	1.000	25.00	25.00
						32.81
6	MANO DE OBRA					
6.1	OPERADOR DE MIXER	hm	1	0.087	10.42	0.90
6.2	OPERADOR DE BOMBA	hm	1	0.087	10.42	0.90
						1.81
7	GASTOS ADMINISTRATIVOS Y TÉCNICOS				Costo por m³:	34.23
7.1	SERVICIOS Y DIRECCIÓN TÉCNICA	%Stock	1	0.110	311.20	34.23
						34.23
					Σ	91.33

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°06: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC						
Factor: "GO"			Nombre: Gastos Operativos			
GASTOS OPERATIVOS						
Velocidad de Producción en la elaboración		30.18	m³/h		Costo por m³: 4.35	
N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	Cuadrilla	Cantidad	COSTO (\$/)	PARCIAL (\$/)
1	INSUMOS					
1.2	ENERGÍA ELÉCTRICA	kW		0.667	0.72	0.48
						0.48
2	EQUIPOS MAQUINARIA					
2.1	MINICARGADOR	hm	2	0.017	80.00	1.33
2.2	PLANTA DOSIFICADORA	hm	1	0.033	58.00	1.92
						3.25
3	MANO DE OBRA					
3.1	OPERADOR DE MINICARGADOR	hh	1	0.033	8.33	0.28
3.2	OPERADOR DE PLANTA	hh	1	0.033	10.42	0.35
3.3	CEMENTEROS	hh				0.62
Velocidad de Producción en el vaciado		11.53	m³/h		Costo por m³: 52.18	
4	INSUMOS					
4.1	PETRÓLEO	gl		1.470	11.95	17.57
						17.57
5	EQUIPOS MAQUINARIA					
5.1	MIXER	hm	1	0.087	90.00	7.76
5.2	BOMBA	hm	1	1.000	25.00	25.00
						32.81
6	MANO DE OBRA					
6.1	OPERADOR DE MIXER	hm	1	0.087	10.42	0.90
6.2	OPERADOR DE BOMBA	hm	1	0.087	10.42	0.90
						1.81
7	GASTOS ADMINISTRATIVOS Y TÉCNICOS				Costo por m³: 27.55	
7.1	SERVICIOS Y DIRECCIÓN TÉCNICA	%Stock	1	0.110	250.47	27.55
						27.55
					Σ	84.08

FICHA DE APLICACIÓN									
INSTRUMENTO N°07: EN SU ESTADO ACTUAL									
Factor: "T"				Nombre: Throughput					
N°	VEHICULO / PLACA	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1	SCANIA / B30-886	6	m³	422.235	2533.41	311.20	1867.21	666.20	548.01
2	SCANIA / B30-886	3	m³	422.235	1266.705	311.20	933.61	333.10	274.00
3	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
4	INTERNATIONAL / F0D-859	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
5	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
6	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
7	VOLVO / Z5X-835	2.5	m³	422.235	1055.5875	311.20	778.01	277.58	228.34
8	FORD Z6K / 893	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
9	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
10	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
11	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
12	FORD / Z6K - 893	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
13	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
14	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
15	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
16	FORD / Z6K - 893	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
17	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
18	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
19	FORD / Z6K - 893	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
20	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	311.20	2800.82	999.30	822.01
21	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
22	VOLVO / Z5X-835	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
23	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
24	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
25	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
26	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
27	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
28	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
29	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	311.20	2489.62	888.26	730.68
30	VOLVO / Z5X-833	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
31	INTERNATIONAL / F0D-859	7	m³	422.235	2955.645	311.20	2178.41	777.23	639.34
32	VOLVO / Z5X-835	6	m³	422.235	2533.41	311.20	1867.21	666.20	548.01
33	VOLVO / Z5X-835	6	m³	422.235	2533.41	311.20	1867.21	666.20	548.01
							76088.90	27147.55	22331.27

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°08: EN SU ESTADO ACTUAL						
Factor: "P"				Nombre: Productividad		
N°	VEHICULO / PLACA	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1	SCANIA / B30-886	6	m ³	118.19	0.05	1.22
2	SCANIA / B30-886	3	m ³	59.10	0.05	1.22
3	SCANIA / B30-886	8	m ³	157.59	0.05	1.22
4	INTERNATIONAL / F0D-859	9	m ³	177.29	0.05	1.22
5	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	177.29	0.05	1.22
6	SCANIA / B30-886	8	m ³	157.59	0.05	1.22
7	VOLVO / Z5X-835	2.5	m ³	49.25	0.05	1.22
8	FORD Z6K / 893	9	m ³	177.29	0.05	1.22
9	SCANIA / B30-886	7	m ³	137.89	0.05	1.22
10	FORD / Z6K - 893	8	m ³	157.59	0.05	1.22
11	SCANIA / B30-886	8	m ³	157.59	0.05	1.22
12	FORD / Z6K - 893	7	m ³	137.89	0.05	1.22
13	SCANIA / B30-886	8	m ³	157.59	0.05	1.22
14	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	177.29	0.05	1.22
15	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	177.29	0.05	1.22
16	FORD / Z6K - 893	7	m ³	137.89	0.05	1.22
17	SCANIA / B30-886	7	m ³	137.89	0.05	1.22
18	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	177.29	0.05	1.22
19	FORD / Z6K - 893	7	m ³	137.89	0.05	1.22
20	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	177.29	0.05	1.22
21	SCANIA / B30-886	7	m ³	137.89	0.05	1.22
22	VOLVO / Z5X-835	8	m ³	157.59	0.05	1.22
23	SCANIA / B30-886	7	m ³	137.89	0.05	1.22
24	FORD / Z6K - 893	8	m ³	157.59	0.05	1.22
25	SCANIA / B30-886	8	m ³	157.59	0.05	1.22
26	FORD / Z6K - 893	8	m ³	157.59	0.05	1.22
27	SCANIA / B30-886	7	m ³	137.89	0.05	1.22
28	FORD / Z6K - 893	8	m ³	157.59	0.05	1.22
29	SCANIA / B30-886	8	m ³	157.59	0.05	1.22
30	VOLVO / Z5X-833	7	m ³	137.89	0.05	1.22
31	INTERNATIONAL / F0D-859	7	m ³	137.89	0.05	1.22
32	VOLVO / Z5X-835	6	m ³	118.19	0.05	1.22
33	VOLVO / Z5X-835	6	m ³	118.19	0.05	1.22
				4816.28		

FICHA DE APLICACIÓN				
INSTRUMENTO N°09: DESPUES DE APLICADO EL TOC				
Factor: "Vp"		Nombre: Velocidad de Producción		
N°	CANTIDAD PRODUCIDA	UNIDAD	TIEMPO "t" (min)	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL (m3/h)
1	6	m ³	11	24.44
2	3	m ³	8	12.22
3	8	m ³	20	32.59
4	9	m ³	27	36.66
5	9	m ³	25	36.66
6	8	m ³	22	32.59
7	2.5	m ³	4	10.18
8	9	m ³	17	36.66
9	7	m ³	14	28.51
10	8	m ³	14	32.59
11	8	m ³	20	32.59
12	7	m ³	17	28.51
13	8	m ³	15	32.59
14	9	m ³	25	36.66
15	9	m ³	14	36.66
16	7	m ³	19	28.51
17	7	m ³	19	28.51
18	9	m ³	15	36.66
19	7	m ³	25	28.51
20	9	m ³	21	36.66
21	7	m ³	18	28.51
22	8	m ³	10	32.59
23	7	m ³	16	28.51
24	8	m ³	19	32.59
25	8	m ³	19	32.59
26	8	m ³	17	32.59
27	7	m ³	20	28.51
28	8	m ³	22	32.59
29	8	m ³	20	32.59
30	7	m ³	24	28.51
31	7	m ³	22	28.51
32	6	m ³	15	24.44
33	6	m ³	21	24.44
∑	244.50	∑	595.00	995.94
Media	7.41	Media	18.03	30.18

FICHA DE APLICACIÓN									
INSTRUMENTO N°10: DESPUES DE APLICADO EL TOC									
Factor: "T"							Nombre: Throughput		
N°	VEHICULO / PLACA	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1	SCANIA / B30-886	6	m³	422.235	2533.41	250.47	1502.80	1030.61	504.48
2	SCANIA / B30-886	3	m³	422.235	1266.705	250.47	751.40	515.31	252.24
3	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
4	INTERNATIONAL / FOD-859	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
5	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
6	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
7	VOLVO / Z5X-835	2.5	m³	422.235	1055.5875	250.47	626.17	429.42	210.20
8	FORD Z6K / 893	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
9	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
10	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
11	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
12	FORD / Z6K - 893	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
13	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
14	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
15	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
16	FORD / Z6K - 893	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
17	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
18	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
19	FORD / Z6K - 893	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
20	VOLVO / Z5X-835	9	m³	422.235	3800.115	250.47	2254.20	1545.92	756.72
21	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
22	VOLVO / Z5X-835	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
23	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
24	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
25	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
26	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
27	SCANIA / B30-886	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
28	FORD / Z6K - 893	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
29	SCANIA / B30-886	8	m³	422.235	3377.88	250.47	2003.73	1374.15	672.64
30	VOLVO / Z5X-833	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
31	INTERNATIONAL / FOD-859	7	m³	422.235	2955.645	250.47	1753.26	1202.38	588.56
32	VOLVO / Z5X-835	6	m³	422.235	2533.41	250.47	1502.80	1030.61	504.48
33	VOLVO / Z5X-835	6	m³	422.235	2533.41	250.47	1502.80	1030.61	504.48
							61239.03	41997.43	20557.54

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°11: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC						
Factor: "P"				Nombre: Productividad		
N°	VEHICULO / PLACA	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1	SCANIA / B30-886	6	m ³	526.13	0.26	2.04
2	SCANIA / B30-886	3	m ³	263.07	0.26	2.04
3	SCANIA / B30-886	8	m ³	701.51	0.26	2.04
4	INTERNATIONAL / F0D-859	9	m ³	789.20	0.26	2.04
5	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	789.20	0.26	2.04
6	SCANIA / B30-886	8	m ³	701.51	0.26	2.04
7	VOLVO / Z5X-835	2.5	m ³	219.22	0.26	2.04
8	FORD Z6K / 893	9	m ³	789.20	0.26	2.04
9	SCANIA / B30-886	7	m ³	613.82	0.26	2.04
10	FORD / Z6K - 893	8	m ³	701.51	0.26	2.04
11	SCANIA / B30-886	8	m ³	701.51	0.26	2.04
12	FORD / Z6K - 893	7	m ³	613.82	0.26	2.04
13	SCANIA / B30-886	8	m ³	701.51	0.26	2.04
14	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	789.20	0.26	2.04
15	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	789.20	0.26	2.04
16	FORD / Z6K - 893	7	m ³	613.82	0.26	2.04
17	SCANIA / B30-886	7	m ³	613.82	0.26	2.04
18	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	789.20	0.26	2.04
19	FORD / Z6K - 893	7	m ³	613.82	0.26	2.04
20	VOLVO / Z5X-835	9	m ³	789.20	0.26	2.04
21	SCANIA / B30-886	7	m ³	613.82	0.26	2.04
22	VOLVO / Z5X-835	8	m ³	701.51	0.26	2.04
23	SCANIA / B30-886	7	m ³	613.82	0.26	2.04
24	FORD / Z6K - 893	8	m ³	701.51	0.26	2.04
25	SCANIA / B30-886	8	m ³	701.51	0.26	2.04
26	FORD / Z6K - 893	8	m ³	701.51	0.26	2.04
27	SCANIA / B30-886	7	m ³	613.82	0.26	2.04
28	FORD / Z6K - 893	8	m ³	701.51	0.26	2.04
29	SCANIA / B30-886	8	m ³	701.51	0.26	2.04
30	VOLVO / Z5X-833	7	m ³	613.82	0.26	2.04
31	INTERNATIONAL / F0D-859	7	m ³	613.82	0.26	2.04
32	VOLVO / Z5X-835	6	m ³	526.13	0.26	2.04
33	VOLVO / Z5X-835	6	m ³	526.13	0.26	2.04
				21439.89		

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°12: EN SU ESTADO ACTUAL						
Factor: "PU"			Nombre: Peso Unitario			
PESO UNITARIO DEL CONCRETO - ASTM C 138						
N°	DESCRIPCIÓN	Peso de placa de vidrio (gr)	Peso del molde (gr)	Peso de vidrio + Peso del molde + Peso del Agua (gr)	T°	Densidad del agua (gr/cm3)
1						
		Peso del Agua (gr)	Volumen del molde (cm3)	Peso del molde + Peso del concreto (gr)	Peso Unitario (kg/m3)	

FICHA DE APLICACIÓN				
INSTRUMENTO N°13: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC				
Factor: "Pesos"		Nombre: Dosificación de concreto en peso		
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO MÉTODO AGREGADO GLOBAL				
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
Procedencia del Material: Cantera "MARON"		Peso Específico: <u>2.81</u> gr/cm ³		
Tipo de Cemento : Cemento Portland Tipo IP Yura				
PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO		
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	-		
Peso Específico (S.S.S.)	2.580	2.550	gr/cm ³	
Peso Unitario (Suelto)	1.375	1.668	gr/cm ³	
Peso Unitario (Varillado)	1.517	1.752	gr/cm ³	
% Humedad Natural	0.490	4.840		
% Absorción	1.440	3.470		
CONSIDERACIONES DE DISEÑO				
SLUMP	4" @ 6"		Proporción AF/AG	
AGUA	210.5	lt/m ³	% Agr. Fino <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 50px;">50</td></tr></table>	50
50				
AIRE ATRAPADO	2%		% Agr. Grueso <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 50px;">50</td></tr></table>	50
50				
RELACIÓN AGUA-CEMENTO	0.61			
MATERIALES PARA 1 M³ DE CONCRETO		VOLUMEN ABSOLUTO (m³)	PESO (kg)	
Agua		0.211	210.5	
Cemento		0.123	345.01	
Aire		0.020	-	
Agregado Grueso		0.321	829.39	
Agregado Fino		0.325	829.39	
CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN		PESO (kg)		
Agua		206.51		
Cemento		345.01		
Aire		-		
Agregado Grueso		833.45		
Agregado Fino		869.53		
DOSIFICACIÓN	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
En Peso	1	2.52	2.42	
En Volumen	1	2.25	2.61	
			kg	
			ft ³	
Observaciones:				
*Diseño realizado de acuerdo al Agregado Global.				
* Se utilizara 3.5 Litros de aditivo SIKA 290N por metro cubico de concreto, reduciendo el agua de mezcla en 15%.				
FACTOR CEMENTO	8.12	Bolsas / m ³		
PROPORCIONES EN PESO POR M³ DE CONCRETO PREMEZCLADO				
MATERIALES	PESO (kg)			
Agua	175.53			
Cemento	345.01			
Agregado Grueso	833.45			
Agregado Fino	869.53			
SIKAMENT 290N	4.14			
Observaciones:				
* Se utilizara 3.5 Litros de aditivo SIKAMENT 290N por metro cubico de concreto, reduciendo el agua de mezcla en 15%.				
* Este diseño será verificado con roturas en el laboratorio de materiales y concreto de la UJCM.				

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°14: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC						
Factor: "PU"			Nombre: Peso Unitario			
PESO UNITARIO DEL CONCRETO - ASTM C 138						
N°	DESCRIPCIÓN	Peso de placa de vidrio (gr)	Peso del molde (gr)	Peso de vidrio + Peso del molde + Peso del Agua (gr)	T°	Densidad del agua (gr/cm3)
1						
		Peso del Agua (gr)	Volumen del molde (cm3)	Peso del molde + Peso del concreto (gr)	Peso Unitario (kg/m3)	

FICHA DE APLICACIÓN				
INSTRUMENTO N°15: DESPUES DE APLICADO EL TOC				
Factor: "Slump"		Nombre: Asentamiento		
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - ASTM C 143				
N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO	Fecha de Ensayo	Slump
		f c (kg/cm2)		
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento (A/C = 0.75)	280	14/05/2018	4 1/2"
2	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento (A/C = 0.69)	280	11/05/2018	6"
3	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento (A/C = 0.61)	280	10/05/2018	4 1/2"

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°16: DESPUES DE APLICADO EL TOC						
Factor: "f'c"			Nombre: Resistencia a la compresión			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ASTM C 39						
N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	RESISTENCIA
		f'c (kg/cm²)				f'c (kg/cm²)
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento (A/C = 0.75)	280	14/05/2018	17/05/2018	3	94.3
				21/05/2018	7	121.7
				11/06/2018	28	185.4
2	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento (A/C = 0.69)	280	11/05/2018	14/05/2018	3	105.6
				18/05/2018	7	152.1
				08/06/2018	28	208.3
3	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua cemento (A/C = 0.61)	280	10/05/2018	13/05/2018	3	195.5
				17/05/2018	7	220.4
				07/06/2018	28	283.2

25	4.3.1	CONCRETO CIMENTO ARMADO f _c =210 kg/cm ²	m ³	38.62	15.20	14.00	8.69	335.44	2.76	1.75
26	4.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CIMENTOS ARMADOS	m ²	357.69	2.10	10.00	1.68	600.92	35.77	1.25
27	4.3.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	989.23	3.10	250.00	0.10	98.13	3.96	31.25
	4.4	MUROS DE CONCRETO ARMADO								
28	4.4.1	CONCRETO MUROS f _c = 210 kg/cm ²	m ³	95.17	17.20	10.00	13.76	1,309.54	9.52	1.25
29	4.4.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	m ²	2,165.21	2.85	12.00	1.90	4,113.90	180.4 3	1.50
30	4.4.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	10,789.4 6	3.10	250.00	0.10	1,070.31	43.16	31.25
	4.5	PLACAS								
31	4.5.1	CONCRETO PLACAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	28.12	19.20	10.00	15.36	431.92	2.81	1.25
32	4.5.2	CONCRETO PLACAS f _c =280 kg/cm ²	m ³	11.63	19.20	8.00	19.20	223.30	1.45	1.00
33	4.5.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m ²	396.49	2.85	9.00	2.53	1,004.44	44.05	1.13
34	4.5.4	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	8,993.33	3.10	250.00	0.10	892.14	35.97	31.25
	4.6	COLUMNAS								
35	4.6.1	CONCRETO COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	51.50	18.20	10.00	14.56	749.84	5.15	1.25
36	4.6.2	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	m ³	24.03	18.20	8.00	18.20	437.35	3.00	1.00
37	4.6.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m ²	870.36	2.10	9.00	1.87	1,624.67	96.71	1.13
38	4.6.4	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	16,420.6 2	3.10	250.00	0.10	1,628.93	65.68	31.25
	4.7	VIGAS								
39	4.7.1	CONCRETO VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	106.67	15.20	10.00	12.16	1,297.11	10.67	1.25
40	4.7.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m ²	900.13	2.10	8.00	2.10	1,890.27	112.5 2	1.00
41	4.7.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	12,607.2 2	3.10	250.00	0.10	1,250.64	50.43	31.25
	4.8	LOSA ARMADA EN PISOS								
42	4.8.1	CONCRETO LOSAS f _c =175 kg/cm ²	m ³	192.18	16.20	15.00	8.64	1,660.44	12.81	1.88
43	4.8.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m ²	688.60	2.10	8.00	2.10	1,446.06	86.08	1.00
44	4.8.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	5,121.50	3.10	250.00	0.10	508.05	20.49	31.25
	4.9	LOSAS ALIGERADAS								
45	4.9.1	CONCRETO LOSA ALIGERADA f _c = 210 kg/cm ²	m ³	6.40	24.10	12.00	16.07	102.83	0.53	1.50
46	4.9.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m ²	69.61	2.10	14.00	1.20	83.53	4.97	1.75
47	4.9.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	218.88	3.10	250.00	0.10	21.71	0.88	31.25
48	4.9.4	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 20x30x30, PARA TECHO ALIGERADO	und	486.53	11.10	1,600.00	0.06	27.00	0.30	200.00
	4.10	GRADERIAS								
49	4.10.1	CONCRETO GRADERIAS f _c =175 kg/cm ²	m ³	180.47	11.20	14.00	6.40	1,155.01	12.89	1.75
50	4.10.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GRADERIAS	m ²	1,199.93	2.10	8.00	2.10	2,519.85	149.9 9	1.00
51	4.10.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	13,441.5 0	3.10	250.00	0.10	1,333.40	53.77	31.25
	4.11	ESCALERAS								
52	4.11.1	CONCRETO RAMPAS Y GRADAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	4.79	15.20	14.00	8.69	41.60	0.34	1.75
53	4.11.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS Y GRADAS	m ²	14.20	2.10	8.00	2.10	29.82	1.78	1.00
54	4.11.3	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	589.82	3.10	250.00	0.10	58.51	2.36	31.25
	5	ESTRUCTURA METALICA								
	5.1	TIJERALES								
55	5.1.1	PARA EL ARMADO	pza	6.00	2.00	1.00	16.00	96.00	6.00	0.13
56	5.1.2	PARA EL MONTAJE	pza	6.00	3.60	1.00	28.80	172.80	6.00	0.13
	5.2	ARRIOSTRE								
57	5.2.1	TUBO 8" ASRTM A-53 CEDULA 20	und	4.00	2.00	1.00	16.00	64.00	4.00	0.13
58	5.2.2	ARRIOSTRE CRUZ DE SAN ANDRES 1/2"	und	14.00	2.00	1.00	16.00	224.00	14.00	0.13
59	5.2.3	CABLE 6x19s (9/9/1) 1/2"	und	24.00	2.00	1.00	16.00	384.00	24.00	0.13
	5.3	CORREAS								
60	5.3.1	CORREAS 1, CO1	und	84.00	2.00	1.00	16.00	1,344.00	84.00	0.13

61	5.3.2	CORREAS 2, CO2	und	56.00	2.00	1.00	16.00	896.00	56.00	0.13
	5.4	ANCLAJES								
62	5.4.1	ANCLAJE DE VM-1	par	6.00	2.00	1.00	16.00	96.00	6.00	0.13
63	5.4.2	ANCLAJE ARRIOSTRE	par	4.00	2.00	1.00	16.00	64.00	4.00	0.13
64	5.4.3	ANCLAJE CABLE	par	24.00	2.00	1.00	16.00	384.00	24.00	0.13
65	5.4.4	ANCLAJE CRUZ DE SAN ANDRES Fº 1/2"	par	28.00	2.00	2.00	8.00	224.00	14.00	0.25
	5.5	JUNTAS								
66	5.5.1	JUNTA DE SEPARACION TIPO 1	m	502.79	1.10	60.00	0.15	73.74	8.38	7.50
67	5.5.2	JUNTA DE SEPARACION TIPO 2	m	52.02	1.10	60.00	0.15	7.63	0.87	7.50
68	5.5.3	JUNTA DE SEPARACION TIPO 3	m	390.65	1.10	60.00	0.15	57.30	6.51	7.50
69	5.5.4	JUNTA DE SEPARACION TIPO 4	m	226.71	1.10	60.00	0.15	33.25	3.78	7.50
70	5.5.5	JUNTA DE SEPARACION TIPO 5	m	43.25	1.10	60.00	0.15	6.34	0.72	7.50
71	5.5.6	JUNTA DE SEPARACION TIPO 6	m	1.50	1.10	60.00	0.15	0.22	0.03	7.50
72	5.5.7	JUNTA DE SEPARACION TIPO 7	m	51.69	1.10	60.00	0.15	7.58	0.86	7.50
73	5.5.8	JUNTA DE SEPARACION TIPO 8	m	8.25	1.10	60.00	0.15	1.21	0.14	7.50
74	5.5.9	JUNTA DE SEPARACION TIPO 9	m	4.75	1.10	60.00	0.15	0.70	0.08	7.50
75	5.5.10	JUNTA DE SEPARACION TIPO 11	m	118.55	1.10	60.00	0.15	17.39	1.98	7.50
	6	ARQUITECTURA								
	6.1	MUROS Y TABIQUES								
77	6.1.1	MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H (0.09x0.13x0.24) AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1:5	m²	621.88	2.00	7.50	2.13	1,326.68	82.92	0.94
78	6.1.2	MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA 18H (09x013x0.24) AMARRE DE CABEZA, JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1:5	m²	445.39	2.00	5.00	3.20	1,425.25	89.08	0.63
	6.2	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS								
79	6.2.1	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO	m²	382.79	2.85	15.00	1.52	581.84	25.52	1.88
80	6.2.2	TARRAJEO MUROS INTERIORES	m²	2,403.68	1.50	14.00	0.86	2,060.30	171.69	1.75
81	6.2.3	TARRAJEO MUROS EXTERIORES	m²	1,277.73	1.75	10.00	1.40	1,788.82	127.77	1.25
82	6.2.4	TARRAJEO COLUMNAS	m²	179.44	1.50	6.00	2.00	358.88	29.91	0.75
83	6.2.5	TARRAJEO DE FONDO DE GRADERIA	m²	654.10	3.75	7.50	4.00	2,616.40	87.21	0.94
	6.3	CIELO RASOS								
84	6.3.1	TARRAJEO DE CIELORASO	m²	102.95	3.75	7.50	4.00	411.80	13.73	0.94
85	6.3.2	FALSO CIELORASO	m²	1.80	2.20	9.00	1.96	3.52	0.20	1.13
	6.4	PISOS Y PAVIMENTOS								
86	6.4.1	CONTRAPISO DE 2"	m²	1,047.11	12.00	100.00	0.96	1,005.23	10.47	12.50
87	6.4.2	PISO CERAMICO RUSTICO 60 X 60 PEGADO Y FRAGUADO CON CEMENTO GRIS	m²	439.11	1.25	5.00	2.00	878.22	87.82	0.63
88	6.4.3	PISO DE CEMENTO BRUÑADO E=0.10 m	m²	25.38	12.00	100.00	0.96	24.36	0.25	12.50
89	6.4.4	PISO DE PULASTIC DE POLIURETANO	m²	608.00	4.10	90.00	0.36	221.58	6.76	11.25
90	6.4.5	ACABADO DE CEMENTO PULIDO EN GRADERIAS	m²	1,292.05	4.95	20.00	1.98	2,558.26	64.60	2.50
91	6.4.6	ACABADO DE CEMENTO PULIDO EN GRADAS, PASOS Y CONTRAPASOS	m²	34.88	4.30	10.00	3.44	119.99	3.49	1.25
	6.5	ZOCALOS Y CONTRAZOCALO								
92	6.5.1	ZOCALO DE CERAMICO 0.20x0.30cm, H=2.45m	m²	382.79	2.10	12.00	1.40	535.91	31.90	1.50
93	6.5.2	CONTRAZOCALO CERAMICO RUSTICO H=0.20 m. PEGADO CON CEMENTO Y FRAGUA DE PORCELANA	m	288.75	1.25	25.00	0.40	115.50	11.55	3.13
	6.6	COBERTURAS								
94	6.6.1	LADRILLO PASTELERO 0.25x0.25x0.03 m. ASENTADO CON MORTERO 1:4	m²	63.95	2.25	12.00	1.50	95.93	5.33	1.50
95	6.6.2	COBERTURA DE PLANCHA DE ACERO ZINCADO CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTER E=0.55mm	m²	1,475.33	4.00	110.00	0.29	429.19	13.41	13.75
	6.7	CARPINTERIA DE MADERA								
96	6.7.1	PUERTA CONTRAPLACADA 35 mm CON TRIPLAY 4 mm INCLUYE MARCO CEDRO 2"X3"	m²	46.06	1.43	2.00	5.72	263.46	23.03	0.25
97	6.7.2	DIVISIONES DE MELAMINA DE 15mm CON PERFIL DE ALUMINIO	m²	36.33	2.50	5.00	4.00	145.32	7.27	0.63
98	6.7.3	ASIENTO CON LISTONES DE MADERA	m	35.40	2.10	10.00	1.68	59.47	3.54	1.25
	6.8	CARPINTERIA METALICA								

99	6.8.1	VENTANA METALICA TUBOS DE FIERRO DE 1/2"	m ²	42.83		1.00	0.00	0.00	42.83	0.13
100	6.8.2	BARANDA METALICAS, TUBERIA CIRCULAR DE 50mm, e=3mm	m	56.40	3.60	8.00	3.60	203.04	7.05	1.00
101	6.8.3	SOPORTE METALICO, TUBERIA RECTANGULAR 6"x4" Y 6"x2" PARA SISTEMA PULPO FIX	m ²	168.07	3.60	6.00	4.80	806.74	28.01	0.75
	6.9	CERRAJERIA								
102	6.9.1	BISAGRAS CAPUCHINA CROMADA DE 4" x 2"	pza	96.00	1.10	12.00	0.73	70.40	8.00	1.50
103	6.9.2	CERRADURA TIPO EMBUTIR DE PERILLA	pza	14.00	1.10	4.00	2.20	30.80	3.50	0.50
104	6.9.3	CERRADURA TIPO PARCHE DE TRES GOLPES	und	4.00	1.10	4.00	2.20	8.80	1.00	0.50
	6.10	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES								
105	6.10.1	VIDRIO TEMPLADO, AZUL REFLEJANTE DE 10mm (incl. Sistema Pulpo Fix)	m ²	168.07	2.10	10.00	1.68	282.36	16.81	1.25
106	6.10.2	ESPEJO DE SOBREPONER 2.40x0.90, e=3mm	und	4.00	1.60	15.00	0.85	3.41	0.27	1.88
107	6.10.3	ESPEJO DE SOBREPONER 0.90x0.55, e=3mm	und	2.00	1.60	15.00	0.85	1.71	0.13	1.88
	6.11	PINTURAS								
108	6.11.1	PINTURA LATEX EN MURO INTERIOR Y EXTERIOR 2 MANOS	m ²	3,626.28	1.80	25.00	0.58	2,088.74	145.05	3.13
109	6.11.2	BARNIZ EN CARPINTERIA DE MADERA	m ²	120.44	1.60	18.00	0.71	85.65	6.69	2.25
110	6.11.3	ESMALTE EN CARPINTERIA METALICA	m ²	267.30	1.60	15.00	0.85	228.10	17.82	1.88
111	6.11.4	PINTURA SINTETICA PLASTIFICADA EN CARPINTERIA METALICA	m ²	692.45	1.60	22.00	0.58	402.88	31.48	2.75
112	6.11.5	PINTURA LATEX EN CIELO RASO	m ²	102.95	2.00	33.00	0.48	49.92	3.12	4.13
113	6.11.6	PINTURA LATEX EN FONDO DE GRADERIAS	m ²	654.10	2.00	33.00	0.48	317.14	19.82	4.13
	6.12	VARIOS								
114	6.12.1	SUPERFICIE TEXTURADA CON ADITIVO ADHERENTE DE LATEX ACRILICO	m ²	608.00	1.10	25.00	0.35	214.02	24.32	3.13
	7	INSTALACIONES SANITARIAS								
	7.1	SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS								
115	7.1.1	LAVATORIO TIPO OVALIN TREBOL SONNET INC./GRIFERIA	pza	16.00	1.00	1.00	8.00	128.00	16.00	0.13
116	7.1.2	LAVATORIO SIMPLE DE LOSA VITRIFICADA INC./GRIFERIA	pza	3.00	1.00	1.00	8.00	24.00	3.00	0.13
117	7.1.3	INODORO DE LOSA BLANCO C/VALVULA FLUXOMETRICA	und	5.00	1.00	2.00	4.00	20.00	2.50	0.25
118	7.1.4	URINARIOS SIMPLE DE LOSA VITRIFICADA, CON FLUXOMETRO, INC./GRIFERIA	pza	2.00	1.00	2.00	4.00	8.00	1.000	0.25
119	7.1.5	CABEZA DE DUCHA Y LLAVE MEZCLADORA	pza	16.00	1.60	6.00	2.13	34.13	2.667	0.75
	7.2	SUMINISTRO DE ACCESORIOS								
120	7.2.1	PAPELERA DE LOZA PARA ADOSAR	pza	5.00	1.10	12.00	0.73	3.67	0.417	1.50
121	7.2.2	GANCHO SIMPLE DE LOSA	pza	24.00	1.10	12.00	0.73	17.60	2.000	1.50
	7.3	INSTALACION DE APARATOS Y ACCESORIOS								
122	7.3.1	COLOCACION DE APARATOS SANITARIOS	pza	42.00	2.10	2.50	6.72	282.24	16.800	0.31
123	7.3.2	COLOCACION DE ACCESORIOS SANITARIOS	und	21.00	2.10	5.00	3.36	70.56	4.200	0.63
	7.4	SALIDAS								
124	7.4.1	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUB. DE PVC-SAP 1/2"	pto	35.00	1.60	6.00	2.13	74.67	5.833	0.75
125	7.4.2	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUB. DE PVC-SAP 5/8"	pto	2.00	1.60	6.00	2.13	4.27	0.333	0.75
126	7.4.3	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUB. DE PVC-SAP 1"	pto	5.00	1.60	6.00	2.13	10.67	0.833	0.75
	7.5	REDES DE DISTRIBUCION								
127	7.5.1	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC C-10 DE 1/2"	m	101.70	1.60	20.00	0.64	65.09	5.085	2.50
128	7.5.2	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC C-10 DE 5/8"	m	2.40	1.60	20.00	0.64	1.54	0.120	2.50
129	7.5.3	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC C-10 DE 1"	m	25.90	1.60	20.00	0.64	16.58	1.295	2.50
	7.6	RED DE ALIMENTACION								
130	7.6.1	RED DE ALIMENTACION PVC C-10 DE 3/4"	m	14.10	1.60	20.00	0.64	9.02	0.705	2.50
131	7.6.2	RED DE ALIMENTACION TUBERIA PVC C-10 DE 1"	m	89.00	1.60	20.00	0.64	56.96	4.450	2.50
132	7.6.3	RED DE ALIMENTACION TUBERIA PVC C-10 DE 2"	m	388.90	1.60	20.00	0.64	248.90	19.445	2.50
	7.7	VALVULAS								
133	7.7.1	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und	7.00	2.00	6.00	2.67	18.67	1.167	0.75

134	7.7.2	SISTEMA DE AGUA CALIENTE								
	7.8	SALIDAS AGUA CALIENTE								
135	7.8.1	SALIDA DE AGUA CALIENTE CON TUB. DE PVC-SAP 1/2"	pto	16.00	1.60	2.00	6.40	102.40	8.000	0.25
	7.9	REDES DE DISTRIBUCION								
136	7.9.1	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA H:3 DE 1/2"	m	14.40	2.10	25.00	0.67	9.68	0.576	3.13
137	7.9.2	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA H:3 DE 3/4"	m	16.00	2.10	25.00	0.67	10.75	0.640	3.13
	7.10	RED DE ALIMENTACION								
138	7.10.1	RED DE ALIMENTACION TUBERIA H:3 DE 1"	m	49.00	2.10	25.00	0.67	32.93	1.960	3.13
139	7.10.2	RED DE ALIMENTACION TUBERIA H:3 DE 2"	m	52.00	2.10	25.00	0.67	34.94	2.080	3.13
	7.11	VALVULAS								
140	7.11.1	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und	4.00	2.00	6.00	2.67	10.67	0.667	0.75
	7.12	SALIDAS DE DESAGUE								
141	7.12.1	SALIDA DE DESAGUE EN PVC 4"	pto	7.00	2.10	4.00	4.20	29.40	1.750	0.50
142	7.12.2	SALIDA DE DESAGUE EN PVC 2"	pto	43.00	2.10	4.00	4.20	180.60	10.75	0.50
143	7.12.3	SALIDA DE VENTILACION PVC 2", INCL/ SOMBRERO DE VENT.	pto	13.00	2.10	4.00	4.20	54.60	3.25	0.50
144	7.12.4	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"	und	7.00	2.00	2.67	5.99	41.95	2.62	0.33
145	7.12.5	REGISTRO DE BRONCE 4"	und	2.00	2.00	10.00	1.60	3.20	0.20	1.25
	7.13	REDES DE DERIVACION								
146	7.13.1	RED DE DERIVACION PVC DE 2"	m	38.80	2.20	5.00	3.52	136.58	7.76	0.63
147	7.13.2	RED DE DERIVACION PVC DE 4"	m	14.00	2.20	5.00	3.52	49.28	2.80	0.63
	7.14	REDES COLECTORAS								
148	7.14.1	RED COLECTORADE PVC 6"	m	381.40	2.10	50.00	0.34	128.15	7.63	6.25
	7.15	CAMARAS DE INSPECCION								
149	7.15.1	CAJA DE REGISTRO 30x60, H=1.00 max	pza	39.00	2.10	2.00	8.40	327.60	19.50	0.25
	7.16	SISTEMA CONTRA INCENDIO								
150	7.16.1	TUBERIA DE A-53, CEDULA 40 DE 1"	m	200.00	2.10	15.00	1.12	224.00	13.33	1.88
151	7.16.2	ROCEADORES PARA ACI S/PLANOS	und	16.00	2.10	5.00	3.36	53.76	3.20	0.63
	7.17	INSTALACIONES ESPECIALES								
152	7.17.1	EQUIPO DE BOMBEO ACI	glb	1.00	0.13	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13
	8	INSTALACIONES ELECTRICAS								
	8.1	CONEXION A LA RED								
154	8.1.1	EMPALME A TG-02	m	33.00	2.10	28.00	0.60	19.80	1.18	3.50
	8.2	SALIDAS PARA ALUMBRADO								
155	8.2.1	SALIDA DE FLUORECENTES DOBLES EMPOTRADOS	pto	52.00	2.10	6.00	2.80	145.60	8.67	0.75
156	8.2.2	SALIDA, RDG RAIL 240cm, ALUMINIO 04 LUMINARIAS DIRIGIBLES	pto	8.00	2.10	6.00	2.80	22.40	1.33	0.75
157	8.2.3	SALIDA CENTRO DE LUZ, LUMINARIA 200w	pto	84.00	2.10	6.00	2.80	235.20	14.00	0.75
158	8.2.4	SALIDA DE LUMINARIA HID, CON LAMPARAS DE METALARC 1500w	pto	8.00	2.10	3.00	5.60	44.80	2.67	0.38
159	8.2.5	SALIDA DE CENTRO DE LUZ	pto	6.00	2.10	6.00	2.80	16.80	1.00	0.75
	8.3	SALIDA DE TOMACORRIENTES								
160	8.3.1	SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE CON TOMA A TIERRA, H=2.20	pto	13.00	2.10	7.00	2.40	31.20	1.86	0.88
161	8.3.2	SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE CON TOMA A TIERRA, H=1.10	pto	21.00	2.10	7.00	2.40	50.40	3.00	0.88
162	8.3.3	SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLES CON TOMA A TIERRA, H=0.40m	pto	23.00	2.10	7.00	2.40	55.20	3.29	0.88
	8.4	SALIDA DE INTERRUPTORES								
163	8.4.1	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE	pto	36.00	1.10	20.00	0.44	15.84	1.80	2.50
164	8.4.2	SALIDA PARA INTERRUPTOR DOBLE	pto	1.00	1.10	20.00	0.44	0.44	0.05	2.50
	8.5	CAJAS DE PASE								
165	8.5.1	CAJA DE PASO 0.10x50 mm	pza	4.00	2.10	10.00	1.68	6.72	0.40	1.25
	8.6	CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS								
166	8.6.1	TUBERIA PVC SEL DE 35mm ²	m	578.50	2.10	28.00	0.60	347.10	20.66	3.50
167	8.6.2	TUBERIA PVC SEL DE 20mm ²	m	310.00	2.10	30.00	0.56	173.60	10.33	3.75
168	8.6.3	TUBERIA PVC SEL DE 45mm ²	m	59.00	2.10	30.00	0.56	33.04	1.97	3.75
	8.7	CONDUCTORES y CABLES DE ENERGIA EN TUBERIAS								
169	8.7.1	CONDUCTOR ELECTRICO DE 3x1x10mm ² NYY	m	59.00	3.10	35.00	0.71	41.81	1.69	4.38

170	8.7.2	CONDUCTOR ELECTRICO DE 10mm ² , NYY	m	59.00	3.10	35.00	0.71	41.81	1.69	4.38
171	8.7.3	CONDUCTOR ELECTRICO DE 6.00mm ² , THW	m	1,157.00	3.10	67.00	0.37	428.26	17.27	8.38
172	8.7.4	CONDUCTOR ELECTRICO DE 6.00mm ² , NLT	m	1,157.00	3.10	67.00	0.37	428.26	17.27	8.38
173	8.7.5	CONDUCTOR ELECTRICO DE 2.50mm ² , TW	m	620.00	3.10	67.00	0.37	229.49	9.25	8.38
174	8.7.6	CONDUCTOR ELECTRICO DE 4.00mm ² , TW	m	105.00	3.10	67.00	0.37	38.87	1.57	8.38
175	8.7.7	CABLE DE COBRE DESNUDO 1x10mm ²	m	59.00	3.10	20.00	1.24	73.16	2.95	2.50
	8.8	TABLEROS PRINCIPALES								
176	8.8.1	TABLERO PRINCIPAL CAJA METALICA DE 36 POLOS	und	1.00	1.60	1.00	12.80	12.80	1.00	0.13
	8.9	TABLEROS DE DISTRIBUCION								
177	8.9.1	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA DE 8 POLOS	und	4.00	1.60	1.00	12.80	51.20	4.00	0.13
	8.10	DISPOSITIVOS DE MANIOBRA y PROTECCION								
178	8.10.1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICO 15A	und	4.00	1.10	8.00	1.10	4.40	0.50	1.00
179	8.10.2	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICO 32A	und	1.00	1.10	8.00	1.10	1.10	0.13	1.00
180	8.10.3	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICO 50A	und	12.00	1.10	8.00	1.10	13.20	1.50	1.00
181	8.10.4	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICO 60A	und	4.00	1.10	8.00	1.10	4.40	0.50	1.00
182	8.10.5	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICO 100A	und	1.00	1.10	8.00	1.10	1.10	0.13	1.00
183	8.10.6	INTERRUPTOR DIFERENCIAL MONOFASICO 30A	und	4.00	1.10	8.00	1.10	4.40	0.50	1.00
184	8.10.7	INTERRUPTOR DIFERENCIAL MONOFASICO 60A	und	1.00	1.10	8.00	1.10	1.10	0.13	1.00
	8.11	ARTEFACTOS								
185	8.11.1	FLUORESCENTES DOBLES EMPOTRADOS 2x32w.	und	52.00	4.10	10.00	3.28	170.56	5.20	1.25
186	8.11.2	RDG RAIL 240cm, ALUMINIO 04 LUMINARIAS DIRIGIBLES	und	8.00	4.10	10.00	3.28	26.24	0.80	1.25
187	8.11.3	LUMINARIA DE 200w	und	84.00	4.10	10.00	3.28	275.52	8.40	1.25
188	8.11.4	LUMINARIA HID. CON LAMPARA DE METALARC 1500w	und	8.00	4.10	10.00	3.28	26.24	0.80	1.25
189	8.11.5	FLUORESCENTE CIRCULAR DE 21w	und	6.00	4.10	10.00	3.28	19.68	0.60	1.25
190	8.11.6	SEÑAL DE SALIDA DE EMERGENCIA LIGHTEC	und	6.00	4.10	10.00	3.28	19.68	0.60	1.25
191	8.11.7	LUCES DE EMERGENCIA	und	7.00	4.10	10.00	3.28	22.96	0.70	1.25
	8.12	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD								
192	8.12.1	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und	40.00	1.00	300.00	0.03	1.07	0.13	37.50
193	8.12.2	PRUEBA DE DISEÑO DE MEZCLA	und	3.00	1.00	1.00	8.00	24.00	3.00	0.13
194	8.12.3	PRUEBA COMPACTACION SUELOS (PROCTOR MODIFICADO DENSIDAD CAMPO)	und	20.00	1.00	3.00	2.67	53.33	6.67	0.38
	8.13	VARIOS								
195	8.13.1	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m ²	1,680.18	1.10	40.00	0.22	369.64	42.00	5.00
196	8.13.2	BUTACAS VENELLI DE POLIPROPILENO/NOVANTO 2	und	1,156.00	7.00	160.00	0.35	404.60	7.23	20.00
197	8.13.3	COLOCACION DE BUTACAS VENELLI DE POLIPROPILENO/NOVANTO 2	und	1,156.00	4.00	120.00	0.27	308.27	9.63	15.00
198	8.13.4	SUMINISTRO DE TABLERO DE BASKET MOVIBLE CATEGORIA FIBA	par	1.00	2.00	1.00	16.00	16.00	1.00	0.13
199	8.13.5	SEMBRADO DE GRASS	m ²	291.94	1.00	100.00	0.08	23.36	2.92	12.50

ESCOGEMOS EL 20% (PARTIDAS O TAREAS) PRINCIPIO DE PARETO:	40
---	----

ENTREGABLES CON MAYOR CANTIDAD DE HORAS HOMBRE (hh)				
N° Orden	N° Partida	Descripción	Unidad	hh
1	29	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE MUROS	m ²	4113.90
2	90	ACABADO DE CEMENTO PULIDO EN GRADERIAS	m ²	2558.26
3	83	TARRAJEO DE FONDO DE GRADERIA	m ²	2616.40
4	50	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE GRADERIAS	m ²	2519.85
5	108	PINTURA LATEX EN MURO INTERIOR Y EXTERIOR 2 MANOS	m ²	2088.74
6	80	TARRAJEO MUROS INTERIORES	m ²	2060.30
7	40	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE VIGAS	m ²	1890.27
8	81	TARRAJEO MUROS EXTERIORES	m ²	1788.82
9	42	CONCRETO LOSAS f _c =175 kg/cm ²	m ³	1660.44
10	38	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1628.93
11	37	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO COLUMNAS	m ²	1624.67
12	43	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSAS	m ²	1446.06
13	78	MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18H (09x013x0.24) AMARRE DE CABEZA, JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1:5	m ²	1425.25
14	60	CORREAS 1, CO1	und	1344.00
15	51	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1333.40
16	77	MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H (09x013x0.24) AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1:5	m ²	1326.68
17	28	CONCRETO MUROS f _c = 210 kg/cm ²	m ³	1309.54
18	39	CONCRETO VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	1297.11
19	7	EXCAVACION MASIVA CON RETROEXCAVADORA	m ³	1289.54
20	41	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1250.64
21	49	CONCRETO GRADERIAS f _c =175 kg/cm ²	m ³	1155.01
22	30	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1070.31
23	13	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m ³	1039.71
24	86	CONTRAPISO DE 2"	m ²	1005.23
25	33	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE PLACAS	m ²	1004.44
26	61	CORREAS 2, CO2	und	896.00
27	34	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	892.14
28	87	PISO CERAMICO RUSTICO 60 X 60 PEGADO Y FRAGUADO CON CEMENTO GRIS	m ²	878.22
29	9	EXCAVACION DE TERRENO PARA CIMIENTOS ARMADOS	m ³	849.43
30	101	SOPORTE METALICO, TUBERIA RECTANGULAR 6"x4" Y 6"x2" PARA SISTEMA PULPO FIX	m ²	806.74
31	35	CONCRETO COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	791.04
32	14	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m ³	778.47
33	26	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CIMIENTOS ARMADOS	m ²	600.92
34	79	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO	m ²	581.84
35	8	EXCAVACION DE TERRENO PARA ZAPATAS	m ³	550.50
36	44	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	508.05
37	36	CONCRETO COLUMNAS f _c =280 kg/cm ²	m ³	437.35
38	95	COBERTURA DE PLANCHA DE ACERO ZINCADO CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTER E=0.55mm	m ²	429.19
39	171	CONDUCTOR ELECTRICO DE 6.00mm ² , THW	m	428.26
40	172	CONDUCTOR ELECTRICO DE 6.00mm ² , NLT	m	428.26

FICHA DE APLICACIÓN			
INSTRUMENTO N°18			
Factor: "t"		Nombre: Tiempo de vaciado	
Objetivo: Determinar el tiempo de vaciado en columnas			
Responsable:			
Investigación:			
Lugar de Trabajo:			
Lugar y Fecha de registro:			
Número de Registro:			
Cantidad vaciada de concreto premezclado:			Unidad:
TIEMPO DE VACIADO			
N°	CAMION CONCRETERO	HORA DE INICIO	TIEMPO "t" (min)
1			

FICHA DE APLICACIÓN							
INSTRUMENTO N°19							
Factor: "Vv"				Nombre: Velocidad de vaciado			
N°	CAMION CONCRETERO	CANTIDAD VACIADA	UNIDAD	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	TIEMPO "t" (min)	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN (m3/h)
1	VOLVO - Z5X-835	3	m ³	09:06 a.m.	09:27 a.m.	21	8.57
2	FONTON - AZI-859	9	m ³	02:23 p.m.	02:53 p.m.	30	18.00
3	FONTON - AZI-859	7.5	m ³	03:30 p.m.	04:15 p.m.	45	10.00
4	VOLVO - Z5X-833	6.5	m ³	12:33 p.m.	01:00 p.m.	27	14.44
5	FONTON - AZI-859	2	m ³	03:00 p.m.	03:14 p.m.	14	8.57
6	VOLVO - Z5X-835	4	m ³	10:33 a.m.	10:58 p.m.	25	9.60
	Σ	32			Σ	162	69.19
	Media	5.33			Media	27.00	11.53

FICHA DE APLICACIÓN					
INSTRUMENTO N°20					
Factor: "I"			Nombre: Inventario		
COSTO POR 1m ³ DE CONCRETO					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Parcial (S/)
1	AGUA	m ³			
2	CEMENTO PORTLAND (42.5 kg)	bol			
3	AGREGADO GRUESO	m ³			
4	AGREGADO FINO	m ³			
5	ADITIVO	lt			
				Σ	

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°21						
Factor: "GO"			Nombre: Gastos Operativos			
GASTOS OPERATIVOS						
N°	DESCRIPCIÓN	U.M.	Cuadrilla	Cantidad	COSTO (S/)	PARCIAL (S/)
1	INSUMOS					
2	EQUIPOS MAQUINARIA					
3	MANO DE OBRA					
4	HERRAMIENTAS MANUALES					
					Σ	

FICHA DE APLICACIÓN									
INSTRUMENTO N°22									
Factor: "T"					Nombre: Throughput				
REGLAS OPERATIVAS DEL TOC									
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1			m3						

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°23						
Factor: "P"				Nombre: Productividad		
INDICADORES FINANCIEROS DEL TOC						
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1			m3			

FICHA DE APLICACIÓN									
INSTRUMENTO N°24									
Factor: "T"					Nombre: Throughput				
REGLAS OPERATIVAS DEL TOC									
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1			m3						

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°25						
Factor: "P"				Nombre: Productividad		
INDICADORES FINANCIEROS DEL TOC						
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1			m3			

FICHA DE APLICACIÓN									
INSTRUMENTO N°26									
Factor: "T"					Nombre: Throughput				
REGLAS OPERATIVAS DEL TOC									
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	PRECIO DE VENTA (PV)	C*PV	COSTO DE MATERIA PRIMA (CMP)	C*CMP	THROUGHPUT (T)	GASTO DE OPERACIÓN (GO)
1			m3						

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°27						
Factor: "UN"				Nombre: Utilidad Neta		
INDICADORES FINANCIEROS DEL TOC						
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1			m3			

FICHA DE APLICACIÓN						
INSTRUMENTO N°28						
Factor: "UN"				Nombre: Utilidad Neta		
INDICADORES FINANCIEROS DEL TOC						
N°	VEHÍCULO	CANTIDAD (C)	UM	UTILIDAD NETA (UN)	ROI	PRODUCTIVIDAD (T/GO)
1			m3			

ANEXO: D

Diseño de mezcla con el método agregado global para una resistencia $f'c=280$ kg/cm² y una relación agua cemento de 0.69

FICHA DE APLICACIÓN			
INSTRUMENTO N°13: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC			
Factor: "Pesos"	Nombre: Dosificación de concreto en peso		
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO MÉTODO AGREGADO GLOBAL			
$f'c = 280$ kg/cm ²			
Procedencia del Material: Cantera "MARON"			
Tipo de Cemento : Cemento Portland Tipo IP Yura		Peso Específico: <u>2.81</u> gr/cm ³	
PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	-	
Peso Específico (S.S.S.)	2.580	2.550	gr/cm ³
Peso Unitario (Suelto)	1.375	1.668	gr/cm ³
Peso Unitario (Varillado)	1.517	1.752	gr/cm ³
% Humedad Natural	0.490	4.840	
% Absorción	1.440	3.470	
CONSIDERACIONES DE DISEÑO			
SLUMP	4" @ 6"	Proporción AF/AG	
AGUA	210.5	%	Agr. Fino
AIRE ATRAPADO	2%	%	Agr. Grueso
RELACIÓN AGUA-CEMENTO	0.69	50	50
MATERIALES PARA 1 M³ DE CONCRETO		VOLUMEN ABSOLUTO (m³)	PESO (kg)
Agua		0.211	210.5
Cemento		0.109	305.79
Aire		0.020	-
Agregado Grueso		0.328	847.29
Agregado Fino		0.332	847.29
CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN		PESO (kg)	
Agua		206.42	
Cemento		305.79	
Aire		-	
Agregado Grueso		851.44	
Agregado Fino		888.30	
DOSIFICACIÓN	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
En Peso	1	2.90	2.78
En Volumen	1	2.59	3.01
			kg
			ft ³
Observaciones:			
*Diseño realizado de acuerdo al Agregado Global.			
* Se utilizara 3.1 Litros de aditivo SIKA 290N por metro cubico de concreto, reduciendo el agua de mezcla en 15%.			
FACTOR CEMENTO	7.20	Bolsas / m ³	
PROPORCIONES EN PESO POR M³ DE CONCRETO PREMEZCLADO			
MATERIALES	PESO (kg)		
Agua	175.46		
Cemento	305.79		
Agregado Grueso	851.44		
Agregado Fino	888.30		
SIKAMENT 290N	3.67		
Observaciones:			
* Se utilizara 3.1 Litros de aditivo SIKAMENT 290N por metro cubico de concreto, reduciendo el agua de mezcla en 15%.			
* Este diseño será verificado con roturas en el laboratorio de materiales y concreto de la UJCM.			

**Diseño de mezcla con el método agregado global para una resistencia $f'c=280$ kg/cm² y
una relación agua cemento de 0.75**

FICHA DE APLICACIÓN			
INSTRUMENTO N°13: DESPUÉS DE APLICADO EL TOC			
Factor: "Pesos"		Nombre: Dosificación de concreto en peso	
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO MÉTODO AGREGADO GLOBAL			
$f'c = 280$ kg/cm ²			
Procedencia del Material: Cantera "MARON"			
Tipo de Cemento : Cemento Portland Tipo IP Yura		Peso Específico: 2.81 gr/cm³	
PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	-	
Peso Específico (S.S.S.)	2.580	2.550	gr/cm ³
Peso Unitario (Suelto)	1.375	1.668	gr/cm ³
Peso Unitario (Varillado)	1.517	1.752	gr/cm ³
% Humedad Natural	0.490	4.840	
% Absorción	1.440	3.470	
CONSIDERACIONES DE DISEÑO			
SLUMP	4" @ 6"	Proporción AF/AG	
AGUA	210.5	%	Agr. Fino
AIRE ATRAPADO	2%	%	Agr. Grueso
RELACIÓN AGUA-CEMENTO	0.75		50
			50
MATERIALES PARA 1 M³ DE CONCRETO		VOLUMEN ABSOLUTO (m³)	PESO (kg)
Agua		0.211	210.5
Cemento		0.100	280.68
Aire		0.020	-
Agregado Grueso		0.333	858.75
Agregado Fino		0.337	858.75
CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN		PESO (kg)	
Agua		206.36	
Cemento		280.68	
Aire		-	
Agregado Grueso		862.96	
Agregado Fino		900.32	
DOSIFICACIÓN	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
En Peso	1	3.21	3.07
En Volumen	1	2.86	3.33
			kg
			ft ³
Observaciones:			
*Diseño realizado de acuerdo al Agregado Global.			
* Se utilizara 2.8 Litros de aditivo SIKA 290N por metro cubico de concreto, reduciendo el agua de mezcla en 15%.			
FACTOR CEMENTO	6.60	Bolsas / m ³	
PROPORCIONES EN PESO POR M³ DE CONCRETO PREMEZCLADO			
MATERIALES		PESO (kg)	
Agua		175.41	
Cemento		280.68	
Agregado Grueso		862.96	
Agregado Fino		900.32	
SIKAMENT 290N		3.37	
Observaciones:			
* Se utilizara 2.8 Litros de aditivo SIKAMENT 290N por metro cubico de concreto, reduciendo el agua de mezcla en 15%.			
* Este diseño será verificado con roturas en el laboratorio de materiales y concreto de la UJCM.			

ANEXO: E

Características técnicas del cemento portland tipo IP



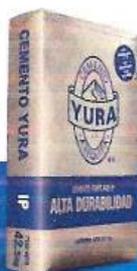
CEMENTO PORTLAND TIPO IP

<u>REQUERIMIENTOS QUIMICOS:</u>	YURA	ASTM C 595 NTP 334.090
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.01	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	1.87	4.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	2.35	5.00 Máximo

<u>REQUERIMIENTOS FISICOS:</u>	YURA	ASTM C 595 NTP 334.090
Peso Especifico, g/cm ³	2.81	No Especifica
Expansión en Autoclave, %	-0.03	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	183	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	240	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	3.99	12.00 Máximo
Superficie Especifica Blaine, gr/cm ²	4900	No Especifica
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kg/cm ²)		Mínimo:
01 día	9.83 (100)	No Especifica
03 días	19.27 (197)	13.0 (133)
07 días	23.49 (240)	20.0 (204)
28 días	31.85 (325)	25.0 (255)

Este Documento muestra Características Típicas del Promedio Mensual de la Producción del mes de Enero del 2018 confirmando que este cemento cumple especificaciones de las normas ASTM C- 595 y NTP 334.090

Arequipa, 06 de Febrero 2018




Gonzalo Álvarez Cárdenas
Jefe de Control de Calidad
Yura S.A.

Planta: Carretera Yura Km. 26 - Arequipa
Oficina comercial: Av. General Díaz 527 - Arequipa
Telf.: (51 54) 495060 / 225000

www.yura.com.pe

ANEXO: F

Características técnicas del aditivo



HOJA TÉCNICA

Sikament®-290N

Aditivo Polifuncional para Concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.

Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.

Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sikament®-290N está particularmente indicado para:

Todo tipo de concretos fabricados en plantas concreteras con la ventaja

de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.

En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.

Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.

Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.

- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas.
- Reductor de agua.

NORMAS Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA	ASPECTO Líquido
	COLOR Pardo oscuro.
	PRESENTACIÓN Cilindro x 200 L Balde x 20 L Dispenser x 1000 L Granel x 1L
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1,20 kg/L +/- 0,02 USGBC VALORACIÓN LEED Sikament® -290 N cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento. Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE APLICACIÓN Como Plastificante. Debe incorporarse junto con el agua de amasado.



Como Superplastificante.

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m³ de carga de la amasadora o camión concretero.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 10
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament®-290N :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurin" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurin
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sikament®-290N
22.01.15, Edición 11

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.

ANEXO: G

Certificación de uso del laboratorio de materiales, concreto y mecánica de suelos de la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua

Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
LABORATORIO
DE MATERIALES, CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Se realizan:

Ensayos de Materiales	Ensayos de Concreto	Ensayos de Suelos	Ensayos de Asfalto
-----------------------	---------------------	-------------------	--------------------

El que suscribe jefe del laboratorio de laboratorio de materiales, concreto y mecánica de suelos de la universidad José Carlos Mariátegui.

CERTIFICA

Que el bachiller en Ingeniería Civil; EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ, con D.N.I. 42443054, ex alumno de la carrera profesional de ingeniería civil de la Universidad José Carlos Mariátegui, años 2002-2006; ha hecho uso del laboratorio durante el periodo: marzo 2018 a junio 2018, obteniendo los resultados registrados en la tesis denominada; "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES".

Se expide el presente, a la solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.

Moquegua, 17 de abril del 2019



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
[Firma]
Dr. Guido Elar Grández Corpilo
JEFE DEL LABORATORIO DE MATERIALES,
CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS



MOQUEGUA
Ciudad Universitaria - Campus San Antonio
Cel : 953502302

lab-de-suelos-faia@ujcm.edu.pe

ANEXO: H**Fotos de ensayos:****Peso unitario del concreto utilizado por la CONCRETERA SRC****CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.**

Compactación con varilla metálica



Enrasado final con regla metálica



Peso de la muestra más molde (gr)

Fotos de ensayo de consistencia: medición de slump de las muestras realizadas con el diseño de mezcla con el método agregado global



Muestra de relación agua cemento (A/C = 0.61)



Muestra de relación agua cemento (A/C = 0.69)



Muestra de relación agua cemento (A/C = 0.75)

**Fotos de ensayo del peso unitario del concreto realizado con el diseño de mezcla
con el método agregado global**



Compactación con varilla metálica



Enrasado final con regla metálica



Peso de la muestra más molde (gr)

Fotos de roturas de probetas, ensayo de resistencia a la compresión del diseño de mezcla con el método agregado global



Resistencia a la compresión a los tres (3) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.61$)



Resistencia a la compresión a los siete (7) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.61$)



Resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.61$)



Resistencia a la compresión a los tres (3) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.69$)



Resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.69$)



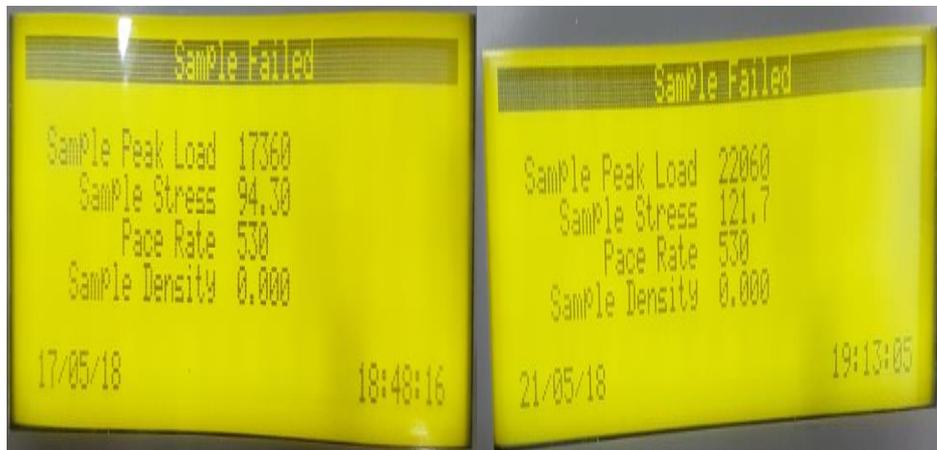
Resistencia a la compresión a los tres (3) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.75$)



Resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días para una relación agua cemento ($A/C = 0.75$)



Resultados de Resistencia a la compresión a los tres (3) y veintiocho (28) días para una relación agua cemento (A/C = 0.69).



Resultados de resistencia a la compresión a los tres (3) y siete (7) días para una relación agua cemento (A/C = 0.75).

ANEXO: I

Resultados del ensayo determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
LABORATORIO
DE MATERIALES, CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Se realizan:

Ensayos de Materiales	Ensayos de Concreto	Ensayos de Suelos	Ensayos de Asfalto
-----------------------	---------------------	-------------------	--------------------

TESISTA : EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ
 TESIS : "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES"
 UBICACIÓN : DIST. MOQUEGUA PROV. MARISCAL NIETO REG. MOQUEGUA
 ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS.
 REFERENCIA : NORMA ASTM C39 / NTP 339.033
 FECHA : MOQUEGUA, 02 DE SETIEMBRE DEL 2018

N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO		FECHA			DATO		RESIST.	
		f'c (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diám. (cm)	f'c (kg/cm ²)	% Resist.	
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.61)	280	10/05/2018	13/05/2018	3	35130	15.13	195.5	69.8	
2	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.61)	280	10/05/2018	17/05/2018	7	40370	15.14	224.4	80.1	
3	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.61)	280	10/05/2018	07/06/2018	28	50930	15.13	283.2	101.2	



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

Dr. Guido Elar Ordóñez Carpio
 IRTI DEL LABORATORIO DE MATERIALES,
 CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
LABORATORIO
 DE MATERIALES, CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Se realizan:

Ensayos de Materiales	Ensayos de Concreto	Ensayos de Suelos	Ensayos de Asfalto
-----------------------	---------------------	-------------------	--------------------

TESISTA : EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ
 TESIS : "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES"
 UBICACIÓN : DIST. MOQUEGUA PROV. MARISCAL NIETO REG. MOQUEGUA
 ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS.
 REFERENCIA : NORMA ASTM C39 / NTP 339.033
 FECHA : MOQUEGUA, 02 DE SETIEMBRE DEL 2018

N°	DESCRIPCION	DISEÑO	FECHA			DATO		RESIST.	% Resist.
		f c (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diám. (cm)	f c (kg/cm ²)	
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.69)	280	11/05/2018	14/05/2018	3	18840	15.07	105.6	37.7
2	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.69)	280	11/05/2018	18/05/2018	7	27310	15.12	152.1	54.3
3	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.69)	280	11/05/2018	08/06/2018	28	36330	15.20	200.1	71.5



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

Dr. Guido Elar Ordoñez Carpio
 JEFE DEL LABORATORIO DE MATERIALES,
 CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS



lab-de-suelos-faia@ujcm.edu.pe

MOQUEGUA
 Ciudad Universitaria - Campus San Antonio
 Cel : 953502302



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
LABORATORIO
 DE MATERIALES, CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Se realizan:

Ensayos de Materiales	Ensayos de Concreto	Ensayos de Suelos	Ensayos de Asfalto
-----------------------	---------------------	-------------------	--------------------

TESISTA : EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ
 TESIS : "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES"
 UBICACIÓN : DIST. MOQUEGUA PROV. MARISCAL NIETO REG. MOQUEGUA
 ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS.
 REFERENCIA : NORMA ASTM C39 / NTP 339.033
 FECHA : MOQUEGUA, 02 DE SETIEMBRE DEL 2018.

N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO	FECHA			DATO		RESIST.	% Resist.
		f _c (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diám. (cm)	f _c (kg/cm ²)	
1	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.75)	280	14/05/2018	17/05/2018	3	17360	15.31	94.3	33.7
2	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.75)	280	14/05/2018	21/05/2018	7	22060	15.19	121.7	43.5
3	Diseño de mezcla Método Agregado Global, con aditivo Sikament 290N, Relación agua - cemento (A/C = 0.75)	280	14/05/2018	11/06/2018	28	33250	15.11	185.4	66.2



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

Dr. Guido Elar Ordoñez Carpio
 JEFE DEL LABORATORIO DE MATERIALES,
 CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS



lab-de-suelos-faia@ujcm.edu.pe

MOQUEGUA
 Ciudad Universitaria - Campus San Antonio
 Cel : 953502302

ANEXO: J

**Diseño de mezcla utilizado por la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS
GENERALES E.I.R.L. para una resistencia $f'c=280$ kg/cm²**



PG 1 DE 2

DOSIFICACION DE MEZCLA DE CONCRETO
280 Kg/cm²

PROYECTO :	INSTALACION DEL PUENTE CARROZABLE YARAVICO EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA
UBICACIÓN :	MOQUEGUA
SOLICITANTE :	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL MARISCAL NIETO
CANTERA :	MOQUEGUA
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL CEMENTO A USAR		OBSERVACIONES: -El diseño se realizó según especificaciones de método wakar -El presente diseño se incorporará los edulvicos sika 308 y sika 290N según pg. 2-2
TIPO DE CEMENTO:	YURA Portland Tipo IP	
P.E.:	2.85	

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS A USAR		
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
T.M.N	34 *	
MODULO DE FINESA	7.55	3.12
PESO ESPECIFICO	2.597	2.577
P.U. (SUELTO)		
P.U. (VARILLADO)	1.691	1.675
% HUMEDAD NATURAL	0.81	1.42
% ABSORCION	0.70	2.46

CONSIDERACIONES DE DISEÑO	
SLUMP	4" @ 6"
AGUA	
AIRE ATRAPADO	
RELACION AGUA-CEMENTO	0.430
VOL. AGREGADO GRUESO	0.518

FACTOR CEMENTO 11.82 BOLSAS/m³

CANTIDADES DE MATERIALES SECOS PARA 1m ³ DE CONCRETO		
MATERIALES PARA 1m ³	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO
AGUA	0.216 m ³	216.000 lt
CEMENTO	0.178 m ³	502.326 kg
AIRE	0.020 m ³	
AGREGADO GRUESO	0.276 m ³	717.396 kg
AGREGADO FINO	0.312 m ³	802.749 kg

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION PARA 1m ³ DE CONCRETO		
MATERIALES	VOLUMEN APARENTE	PESO
AGUA	0.224 m ³	223.559 lt
CEMENTO	0.335 m ³	502.326 kg
AGREGADO GRUESO	0.460 m ³	723.207 kg
AGREGADO FINO	0.505 m ³	814.146 kg

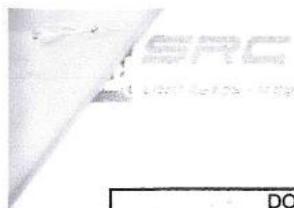
PROPORCIONES DE MATERIALES				
DOSIFICACION	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
EN PESO	1.00	1.82	1.44	0.45
EN VOLUMEN	1.00	1.51	1.37	0.87
PESO POR TANDA DE 1 BOLSA	42.50 kg	68.68 kg	81.19 kg	19.91 lt


Hugo Vargas Tapia
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 179136

SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

RUC 20532487138

PLANTA: Fundo el gramadal S/N - Moquegua. A un costado del poder judicial
E-mail: src012010@hotmail.com/ Celular 953-688125 # 200821



SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 20532487138

PG 2 DE 2

DOSIFICACION DE MEZCLA DE CONCRETO

280 Kg/cm²

PROYECTO : INSTALACION DEL PUENTE CARROZABLE YARAVICO EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

UBICACIÓN : MOQUEGUA

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL MARISCAL NIETO

CANTERA : MOQUEGUA

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

ADICIONAMIENTO DE ADITIVOS

SIKA 290N

Aditivo poli funcional para concretos que puede ser usados como plastificante o súper plastificante

	KILOS POR CADA METRO CUBICO	KILOS POR CADA BOLSA DE CEMENTO
DOSIS:	2.760	0.234

NOTA:

Se deberá reducir el agua de amasado en un 25% aproximado.

Las características físicas y químicas de los aditivos se encuentran según fichas técnicas proporcionadas por la empresa SIKA "www.sika.com.pe"

Las cantidades mostradas por cada aditivo se deberá adicionar la proporción kilos por metro cubico o kilos por bolsa de cemento mas no las dos juntas.



Hugo Vargas Tapia
INGENIERO CIVIL
CIP: 179136

SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

RUC 20532487138

PLANTA: Fundo el gramadal S/N - Moquegua. A un costado del poder judicial
E-mail: src012010@hotmail.com/ Celular 953-588125 # 200821

ANEXO: K**Carta de agradecimiento de la CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES
E.I.R.L.****SRC** CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
RUC 20532487138

CARTA N° 89-2019- SRC

Moquegua, 07 de Agosto del 2019

Señor: EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**Presente****Asunto : Agradecimiento.**

Por medio de la presente, es muy grato dirigirme a usted y manifestarle mi agradecimiento al bachiller en ingeniería civil EZEQUIEL CAMPOS SÁNCHEZ, identificado con D.N.I 42443054, por la realización de la tesis denominada: "MEJORA DE LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA CONCRETERA SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L. APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES". La aplicación de la teoría de las restricciones en el diseño de mezclas con el método agregado global nos ha permitido mejorar la productividad de nuestra empresa SRC CONTRATISTA GENERALES E.I.R.L.

Sin otro particular me despido de usted no sin antes expresarle mi estima personal.

SRC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.

TEC.S. RICHARD CASTILLO QUISPE
REPRESENTANTE LEGAL

ANEXO: L

**Vaciado de columnas con concreto premezclado de la CONCRETERA SRC
CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.**

