

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad para reducir los costos operativos de una empresa fabricante de losetas de construcción”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero industrial

Autor:

Bryan Angel Ecca Castillo

Asesor:

Ing. Mario Alfaro Cabello

Trujillo - Perú

2020



## DEDICATORIA

A mi padre celestial porque él es la fuerza de mi vida, mi roca y mi ayuda segura en momentos de angustias.  
A mis padres por darme una educación de excelencia y la paciencia en ver terminada esta tesis

## AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, quienes a lo largo de toda nuestra vida nos han apoyado y motivado en nuestra formación personal y académica.

A nuestros profesores, a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

A esta prestigiosa universidad, la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como profesionales líderes.

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	13
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	41
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	118
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	121
REFERENCIAS	125
ANEXOS	128

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lote según coordenada de ejecución. ....	16
Tabla 2 Índice Cp.....	31
Tabla 3 Tabla de valores de índice Cpk. ....	31
Tabla 4 Tabla de valores de índice Cpk. ....	31
Tabla 5 Operacionalización de Variables.....	41
Tabla 6 Lote según coordenada de ejecución .....	43
Tabla 7 Resumen Causa Raíz costo y % acumulado .....	52
Tabla 8 Cuadro de indicadores .....	53
Tabla 9 Resumen de conformidades, reproceso y descarte de la mezcla .....	58
Tabla 10 resultados de las primeras pruebas SLUMP.....	59
Tabla 11 Resumen de SLUMP .....	60
Tabla 12 Fotografía de cemento expuesto al ambiente y por razones de lluvia podría alterarse. ....	62
Tabla 13 Resumen de Resistencia de Probetas Kg/cm2.....	64
Fuente: Elaboración PropiaTabla 14 Índices de capacidad para el Proceso.....	64
Tabla 15 Índices Six Sigma.....	65
Tabla 16 Pérdida por renovación .....	67
Tabla 17 Costo de reproceso .....	67
Tabla 18 Costo de Descarte .....	68
Tabla 19 Costo Adicional.....	69
Tabla 20 Cálculo de Costo Total por des calibración .....	71
Tabla 21 Costo Total de Descarte Anual por elevada Temperatura en Mezcla.....	72
Tabla 22 Costo total de descarte anual por incumplimiento de resistencia.....	73
Tabla 23 Resumen beneficio Cr1.....	81
Tabla 24 Identificación de riesgos .....	82
Tabla 25 Análisis de riesgos.....	85
Tabla 26 Respuesta a los riesgos .....	86

Tabla 27 Resumen beneficio Cr2.....	87
Tabla 28 Costo Mantenimiento Preventivo.....	87
Tabla 29 Cálculo de la frecuencia de inspección de mantenimiento preventivo.....	88
Tabla 30 Número óptimo de inspecciones a realizar.....	88
Tabla 31 Resumen beneficio Cr3.....	88
Tabla 32 Registro del clima y cálculo de radiación para el día 12-03-2018.....	91
Tabla 33 Condiciones del clima para el día 12-03-2018.....	92
Tabla 34 Registro del clima y cálculo de radiación para el día 14-03-2018.....	93
Tabla 35 Condiciones del clima para el día 14-03-2018.....	93
Tabla 36 Registro del clima y cálculo de radiación para el día 18-03-2018.....	94
Tabla 37 Condiciones del clima para el día 18-03-2018.....	95
Tabla 38 Registro de Mezclas.....	96
Tabla 39 Relación de radiación de Over.....	97
Tabla 40 Relación de radiación de hormigón.....	98
Tabla 41 Relación de radiación de cemento.....	99
Tabla 42 Relación de radiación de Over.....	100
Tabla 43 Relación de radiación de hormigón.....	102
Tabla 44 Relación de radiación de cemento.....	103
Tabla 45 Relación de radiación en Over.....	104
Tabla 46 Relación de radiación en hormigón.....	105
Tabla 47 Relación de radiación en cemento.....	106
Tabla 48 Costo del dispositivo.....	111
Tabla 49 Resumen beneficio Cr4.....	111
Tabla 50 Resumen de Resistencia de Probetas Kg/cm <sup>2</sup> de las 3 mezclas de prueba.....	113
Tabla 51 Resumen de Resistencia de Probetas Kg/cm <sup>2</sup> , con una mejora del 6.21% en su resistencia.....	113
Tabla 52 Índices de capacidad para el proceso, con una mejora del 6.21% en su resistencia.....	115
Tabla 53 Cantidad estimada de losetas rechazadas.....	115

Tabla 54 Costo total de descarte anual por incumplimiento de resistencia.....	116
Tabla 55 Resumen beneficio Cr5.....	116
Tabla 56 Flujo de caja proyectado .....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producto bruto interno por sector productivo construcción (millones de soles).....	14
Figura 2. Producto bruto interno por sectores económicos 2019 (% , anual).....	15
Figura 3. Plano General del Proyecto .....	15
Figura 4. Sección y ubicación de lotes programados de producción de losetas para el primer año .	16
Figura 5. Indicador de calidad por área vs promedio general.....	18
Figura 6. Uso eficiente del sistema de aseguramiento de la calidad .....	21
Figura 7 Uso eficiente del sistema de aseguramiento de la calidad .....	21
Figura 8. Diagrama Causa-Efecto.....	23
Figura 9. Líneas de aviso y de control .....	24
Figura 10. Distribución de la longitud de las palabras utilizadas en las obras de Shakespeare.....	25
Figura 11. Simétrico, Forma de campana (Normal) .....	26
Figura 12. Diagrama (Izquierda) Negativo.....	26
Figura 13. Diagrama (Derecho) Positivo .....	26
Figura 14. Bi-modal.....	27
Figura 15. Ejemplo de Diagrama de Pareto por Número de Quejas .....	28
Figura 16. Ejemplo de diagrama de dispersión.....	28
Figura 17. Capacidad de proceso.....	30
Figura 18. Diagrama de Afinidad. ....	32
Figura 19. Diagrama Matricial en L.....	33
Figura 20. Diagrama matricial en “A”. ....	34
Figura 21. Diagrama Matricial en “T”. ....	34
Figura 22. Diagrama matricial en “Y”. ....	35
Figura 23. Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo .....	37
Figura 24. Plano General del Proyecto. Fuente: La empresa .....	42
Figura 25. Sección y ubicación de lotes programados de producción de losetas para el primer año .....	42



Figura 27. Diagrama Loyout actual .....	44
Figura 28. Cadena de Valor.....	44
Figura 29 Mapa General de Procesos.....	45
Figura 30 Diagrama de Flujo Productivo de las losetas de concreto de la empresa Constructora...49	49
Figura 31. Diagrama de análisis de proceso DAP .....	50
Figura 33. Diagrama de Ishikawa del área de Calidad de la empresa.....	51
Figura 34. Diagrama Pareto.....	52
Figura 33. Área de almacenaje de acero corrugado. ....	54
Figura 36. Rocío de agua.....	54
Figura 37. Acero corrugado recién llegado y acero corrugado con corrosión.....	55
Figura 38. Acero corrugado descartado debido a la corrosión .....	55
Figura 39. Aviso meteorológico N°33 .....	56
Figura 40. Aviso meteorológico N°35 .....	57
Figura 41. Fotografía de cemento expuesto al ambiente.....	57
Figura 42. Comportamiento del registro del SLUMP respecto a su límite inferior aceptable y límite inferior utilizado para monitorizar la calidad de un proceso. ....	60
Figura 43. Mixer.....	61
Figura 44. Llenado de Mixer controlado por el uso de sacos de 50 kg de cada material.....	62
Figura 45. Gráfico six sigma .....	65
Figura 46. Extracción de loseta descartada .....	66
Figura 47. Parte de loseta descartada .....	67
Figura 48. Interfaz para generar cada kardex en función al producto solicitado .....	74
Figura 49. Interfaz para guardar material .....	74
Figura 50. Modo de guardar .....	75
Figura 51. Error al guardar.....	75
Figura 52. Material no existente .....	76
Figura 53. Datos correctos.....	76
Figura 54. Creación de material.....	77

Figura 55. Base de datos .....	77
Figura 57. Stock.....	78
Figura 58. ABC Costo Total.....	79
Figura 59. Pareto ABC Costo total. ....	80
Figura 60. Día Nublado, estado del clima para el día 12-03-2018 en la refinería Talara.....	89
Figura 61. Registro de Seguimiento de Temperatura de los agregados del día 12-03-2018 .....	89
Figura 62. Estado del clima para el día 14-03-2018 en la refinería Talara.....	90
Figura 63. Registro de Seguimiento de Temperatura de los agregados del día 14-03-2018 .....	90
Figura 64. Estado del clima para el día 18-03-2018 en la refinería Talara.....	90
Figura 65. Registro de Seguimiento de Temperatura de los agregados del día 18-03-2018. ....	91
Figura 66. Gráfico de la radiación entrante en función horaria para el día 12-03-2018.....	92
Figura 67. Gráfico de la radiación entrante en función horaria para el día 14-03-2018.....	94
Figura 68. Gráfico de la radiación entrante en función horaria para el día 18-03-2018.....	95
Figura 69. Micro controlador Arduino.....	110
Figura 70. Aplicación de monitoreo .....	110
Figura 71. Sensor de Radiación UV.....	111
Figura 72 Elevada cantidad de barras de acero 3/4" .....	118
Figura 73 Costo por elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua ....	118
Figura 74 Cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua.....	119
Figura 75 Costo por elevada variación en la lectura de pesaje de agregados en la balanza de los Carmix.....	119
Figura 76 Cantidad de fallas por año en la balanza de los Carmix de los 252 días de trabajo .....	120
Figura 77 Costo por elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-6. concreto armado (>32°C).....	120
Figura 78 Cantidad de probetas por millón que no cumple con la tolerancia de resistencia de compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	121
Figura 79 Costo Total .....	121

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación de utilizadas en Histograma .....	25
Ecuación 2. Ecuación de temperatura en Over. ....	97
Ecuación 3. Ecuación de temperatura en hormigón.....	98
Ecuación 4. Ecuación de temperatura en cemento.....	100
Ecuación 5. Ecuación de temperatura en Over .....	101
Ecuación 6. Ecuación de temperatura en hormigón.....	102
Ecuación 7. Ecuación de temperatura en cemento.....	103
Ecuación 8. Ecuación de temperatura en Over. ....	104
Ecuación 9. Ecuación de temperatura en hormigón.....	105
Ecuación 10. Ecuación de temperatura en hormigón. ....	106
Ecuación 11. Ecuación de calores específicos.....	108

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad para reducir los costos operativos de una empresa fabricante de losetas de construcción, en la que no se observa una correcta gestión de la calidad y se refleja en los siguientes problemas: elevada cantidad de barras de acero  $\frac{3}{4}$ ” oxidadas, elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua, elevada variación en la lectura de pesaje de agregados en la balanza de los Carmix, elevada cantidad de probetas que no cumplen con límite de resistencia, elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-060 concreto armado ( $>32^{\circ}\text{C}$ ) y finalmente una elevada cantidad de probetas que no cumplen con la tolerancia de resistencia de compresión ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ). Problemas que son causados debido a: materiales expuestos a factores medioambientales, el clima tropical, temperatura elevada del insumo sin estandarización de método, falta de calibración de Mixer y sin indicador de resistencia de compresión. Por consiguiente, para mejorar la gestión de calidad en la empresa, se ha utilizado diversas herramientas, tales como: libros, antecedentes y páginas web. La propuesta consiste en implementar Kardex, gestión de los riesgos del proyecto, mantenimiento preventivo, estandarización de método, un software que determine la temperatura del agua mediante equilibrio térmico para obtener una mezcla a temperatura aceptable, Six sigma. Así mismo, se ha podido comprobar la factibilidad de dicha propuesta de mejora de acuerdo al análisis financiero, obteniendo un VAN de \$ 29,171.04 un TIR de 33% y un B/C de 3, y un PRI de 4 meses los que demuestran la rentabilidad del proyecto.

**Palabras clave:** producción, calidad, mantenimiento, medio ambiente, rentabilidad, losetas.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

#### 1.1.1. Realidad problemática

En el ámbito internacional, el sector construcción ha tenido diferentes variantes. En 2016, en España, la producción nacional fue de un 20,3% en tasa interanual, quien obtuvo el mayor aumento anual de todos los estados miembros, así como Suecia (18%) y Eslovaquia (16,4%) le siguieron la estela; por otro lado, Eslovenia (-23,4%) y Hungría (-20,2%) arrojaron las mayores bajas.

El incremento ha sido motivado por el avance del 7,1% de las obras de ingeniería civil, junto a un aumento más moderado del 1,4% de la construcción de viviendas. En la Unión Europea (UE) en su conjunto, el aumento del 4,4% tiene su origen en el incremento del 5,3% en la construcción de viviendas, pese a que las obras de ingeniería civil cayeron un 0,8%. En cuanto a la UE, el avance del 1,6% se vio motivado por la expansión del 2,7% en el sector de la vivienda, mientras que la ingeniería civil, por contra, presentó una caída del 2,5%.

En el mismo año, entre los Estados miembros de los que hay datos disponibles, los mayores crecimientos intermensuales se registraron en Francia (7,3%), Alemania (7%) y España (2,6%), mientras que en el extremo opuesto se situaron Hungría (-13%), Rumanía (-6,4%) y Eslovaquia (-6,2%).

En el Perú, el sector construcción, es uno de los líderes del crecimiento económico del país, siendo así una de las mayores fuentes de empleo para trabajadores profesionales y no profesionales. En el año 2017, en el mes de agosto, el crecimiento fue de 4.78%. Sin embargo, la mayoría de estas constructoras trabajan de manera informal y se evidencia en la falta de capacidad en planificación de obras a ejecutar, lo que conlleva a un problema logístico muy difícil de enfrentar.



**Figura 1.**

*Producto bruto interno por sector productivo construcción (millones de soles)*

Fuente: BCR

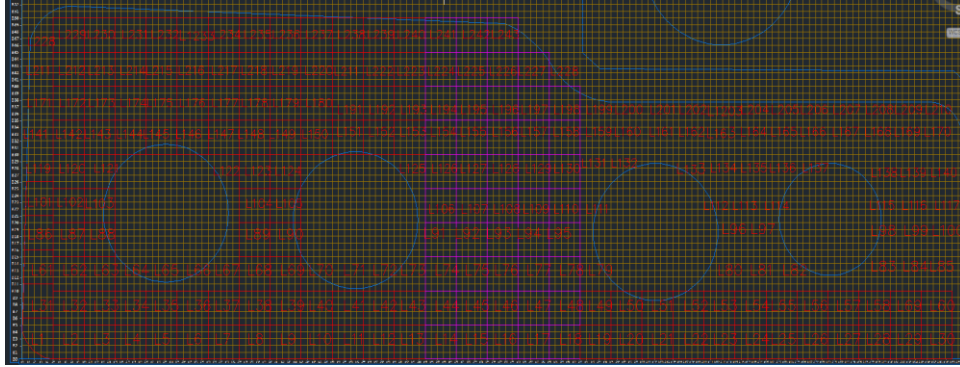
Para el 2019, el sector construcción, mostró un mayor ritmo de crecimiento que el resto de los sectores productivos alcanzando una variación positiva de 6.7%, esto revelará un avance por tercer año consecutivo, indicó el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) de la Cámara de Comercio de Lima (CCL).

La construcción creció 4.6% en 2018, porcentaje mayor que el 2.4% registrado en el año previo, según dijo la CCL.

Precisamente para el primer semestre de este año se espera que concluyan las sedes de los Juegos Panamericanos, cuyo presupuesto asciende a US\$900 millones, a ello se le suman las obras programadas para el Plan de Reconstrucción de US\$7,400 millones para el periodo 2017-2020 y la línea 2 del Metro de Lima que cuenta con un presupuesto de US\$5,700 millones.

"También hay que tomar en cuenta que hay otros proyectos que impulsarán al sector como la ampliación del aeropuerto internacional Jorge Chávez y el inicio de la construcción del aeropuerto Chinchero en Cusco", precisó Peñaranda.





**Figura 4.**

*Sección y ubicación de lotes programados de producción de losetas para el primer año*

Fuente: La empresa.

**Tabla 1.**

Lote según coordenada de ejecución.

LOTE DIARIO	Ubicación	LOTE DIARIO	Ubicación	LOTE DIARIO	Ubicación
L14	A70-A65-B5-B0	L92	A75-A70-B20-B15	L156	A80-A75-B35-B30
L15	A75-A70-B5-B0	L93	A80-A75-B20-B15	L157	A85-A80-B35-B30
L16	A80-A75-B5-B0	L94	A85-A80-B20-B15	L158	A90-A85-B35-B30
L17	A85-A80-B5-B0	L95	A90-A85-B20-B15	L194	A70-A65-B40-B35
L18	A90-A85-B5-B0	L106	A70-A65-B25-B20	L195	A75-A70-B40-B35
L44	A70-A65-B10-B5	L107	A75-A70-B25-B20	L196	A80-A75-B40-B35
L45	A75-A70-B10-B5	L108	A80-A75-B25-B20	L197	A85-A80-B40-B35
L46	A80-A75-B10-B5	L109	A85-A80-B25-B20	L198	A90-A85-B40-B35
L47	A85-A80-B10-B5	L110	A90-A85-B25-B20	L224	A70-A65-B45-B40
L48	A90-A85-B10-B5	L126	A70-A65-B30-B25	L225	A75-A70-B45-B40
L74	A70-A65-B15-B10	L127	A75-A70-B30-B25	L226	A80-A75-B45-B40
L75	A75-A70-B15-B10	L128	A80-A75-B30-B25	L227	A85-A80-B45-B40
L76	A80-A75-B15-B10	L129	A85-A80-B30-B25	L241	A70-A65-B50-B45
L77	A85-A80-B15-B10	L130	A90-A85-B30-B25	L242	A75-A70-B50-B45
L78	A90-A85-B15-B10	L154	A70-A65-B35-B30	L243	A80-A75-B50-B45
L91	A70-A65-B20-B15	L155	A75-A70-B35-B30		

Fuente: La Empresa.

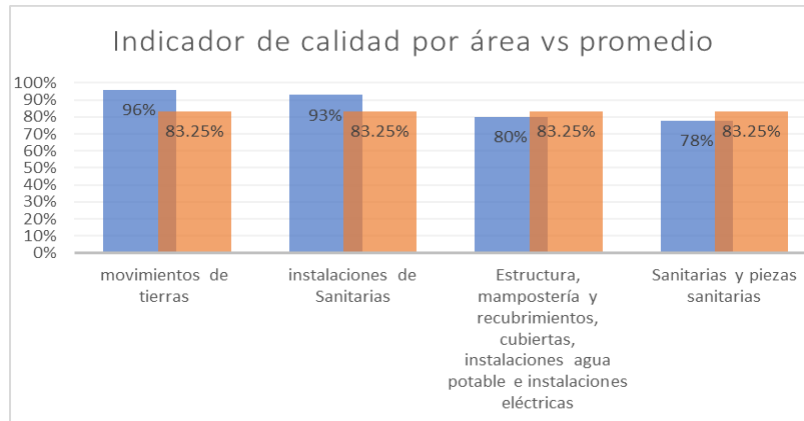


## 1.1.2. Antecedentes

### 1.1.2.1. Antecedentes Internacionales

Izquierdo Tacuri, Diego (Ecuador – 2013) en su tesis “Modelo de aseguramiento de la calidad en la construcción de la vivienda unifamiliar”, concluye:

- En el presente estudio se determinó la importancia que puede tener los costos de la calidad en la construcción. Éstos alcanzaban el 15% de los costos de la construcción total.
- Se realizaron auditorías a todas las viviendas construídas en el mismo bloque de la que se está usando como ejemplo (vivienda 20).
- Los procesos de cimentación, estructura, mampostería y recubrimientos, cubiertas, instalaciones de agua potable e instalaciones eléctricas, obtuvieron un valor superior a 80% para considerar a un rubro como de calidad aceptable.
- Los procesos de movimientos de tierras e instalaciones de sanitarias y piezas sanitarias tuvieron un promedio de 78% y 79% respectivamente, inferior al aceptable.
- El promedio general resultante de la verificación de todos los rubros evaluados es 83,25%.
- Los rubros que no alcanzaron a superar el 80% debieron ser corregidos. El modelo presentado ha planteado una estructura compuesta por formatos, listas de chequeo y formularios, destinados a facilitar las funciones de quienes tienen la responsabilidad de realizar un proyecto de vivienda. A su vez, se ha presentado una estructura organizacional en la que se plantean los pasos a seguir para elaborar las tres fases de los proyectos de vivienda.



**Figura 5.**

*Indicador de calidad por área vs promedio general*

Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente, como reflexión, es necesario que el constructor o el promotor de viviendas tenga como política de venta, entregar los productos, informando a sus clientes, cómo fue construida. Así como otras industrias entregan los productos a sus clientes acompañados de sus respectivos manuales; se deberá exigir al constructor de una vivienda, que, en la entrega de una vivienda, además de las respectivas documentaciones legales, incluya un manual con la información básica y técnica del producto adquirido.

Cava Curilaf, Elizabeth (Chile 2010) en su tesis “Propuesta de un plan de aseguramiento de la calidad para el área servicio postventa de la empresa Constructora Pocuro, “Obra El Rosario” concluye:

- La calidad, es uno de los factores que más relación tiene con la productividad de las obras y el éxito operacional que tenga una empresa, siendo una de las razones principales por la cual las empresas analizan desde sus proveedores cumplan con las especificaciones técnicas. Se encontró que, en su proveedor actual de ladrillos, un 20% de los comprados, no cumplían con las especificaciones de dimensionamiento, ni con los requisitos de adherencia, por lo que optó por otro abastecedor y puso como requisito mínimo un 10% y 5%

respectivamente, dando como resultado disminución en costos de acabado y resane en un 10 %.

- Cada vez más, las empresas constructoras e inmobiliarias se ven comprometidas con los clientes para satisfacer sus necesidades referentes a las calidades de las viviendas adquirida. Con frecuencia, las empresas son demandadas por los clientes puesto que estos no satisfacen o no dejan conformes a los propietarios, bien sea por desaciertos en la ejecución de los trabajos o por respuestas tardías a los reparos presentados.
- Llevando a cabo esta propuesta y manteniendo esta gestión de calidad, se logró un incremento de un 12.3% de la productividad anual, obtenidos gracias a una reducción total de mala calidad y reparaciones en un 18%, eliminando un 30% los defectos en sus procesos gracias a la aplicación de las herramientas adecuadas y las personas indicadas, las cuales deben estar capacitadas, comprometidas y que sean competentes en el tema.

### **1.1.2.2. Antecedentes Nacionales**

Medina Bocanegra, Josué (Lima 2013) en su tesis “Propuesta para la implementación del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008 en una empresa del sector construcción”, concluye:

- La empresa “ABC S.A.” de un total de 100% de los requisitos de la Norma ISO 9001:2008 que se deben implementar se han obtenido un 83%, por lo que se puede determinar que se encuentran en una etapa de implementación de su sistema de gestión de calidad.
- Se subsanó más de 86% de observaciones durante la ejecución del proyecto (IOEP) gracias a la revisión de cumplimiento de los términos de referencia para cada entregable según lo establecido en los procedimientos internos.

- Considerando el valor actual de la UIT de 3650, se determinó los ahorros por evitar los cumplimientos establecidos por el cliente y una financiación de la implantación, obteniendo un TIR del 24.47% un VAN de S/. 77,467.48 en tres años.

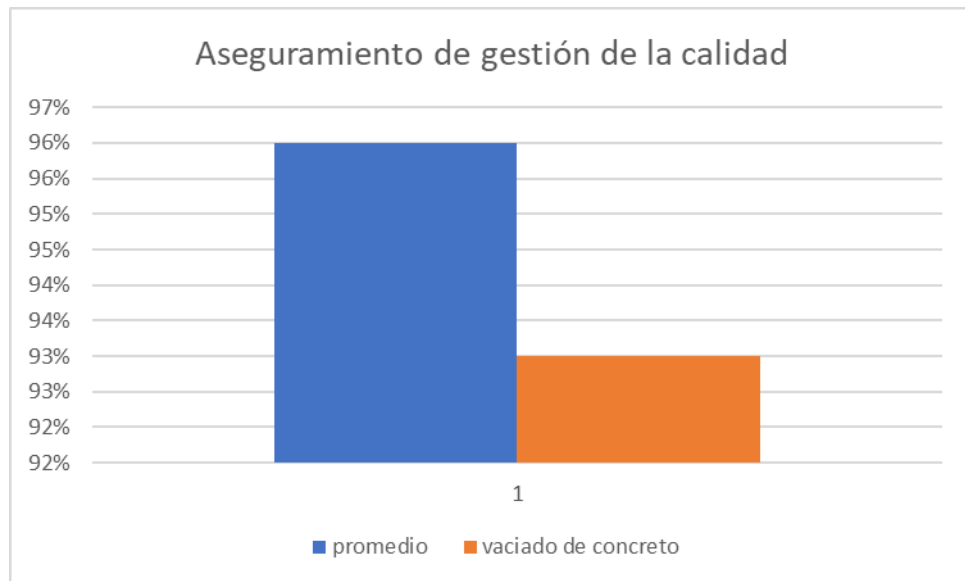
Calderón Pozo, Francisco (Lima – 2014) en su tesis “Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de control de la calidad en una empresa que elabora aceites lubricantes automotrices e industriales utilizando herramientas y técnicas de la calidad”, concluye:

- Los costos relevantes de reparaciones (estimados) a partir de las propuestas son las inspecciones (costo de prevención), las cuales se realizarán una vez al año con un costo de S/. 29,620.00.
- El costo anual de la inversión del proyecto es de S/43,732.8 con un TIR de 10.7%, para calcular dicho valor se tuvo que hallar, primero, el flujo neto del proyecto; por ello se calcularon los ingresos mensuales tomando en cuenta los galones recuperados de Gear Oil 80w90 que se venderían mensualmente durante 12 meses, lo cual nos indica que mientras el inversionista tenga un valor de tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) menor al TIR, el proyecto es aceptado.

### **1.1.2.3. Antecedentes Locales**

Polo Olivero (Trujillo – 2012), Pamela en su tesis “Propuesta para la implementación del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008 La Empresa Edicas S.A.”, concluye:

- Según el informe de sistema de aseguramiento de gestión de la calidad, fue en promedio un total de 96% la no existencia de errores, indicando un valor más bajo en el proceso de vaciado de concreto, presentando un 93%.

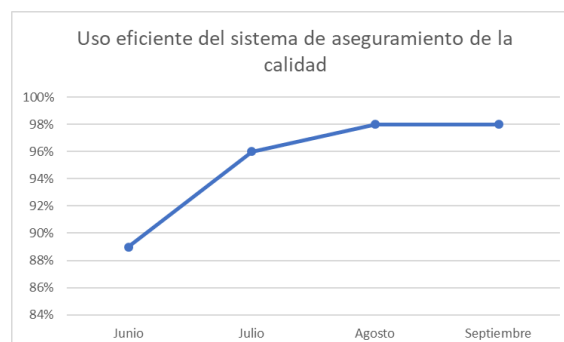


**Figura 6.**

*Uso eficiente del sistema de aseguramiento de la calidad*

Fuente: Elaboración Propia

- Es importante resaltar las grandes diferencias entre la industria manufacturera tradicional y la industria de la construcción, ya que solamente con estas desemejanzas bien definidas podremos entender la verdadera aplicación de los sistemas de calidad a la industria de la construcción.
- El porcentaje del uso eficiente del sistema de aseguramiento de la calidad de junio, julio, agosto y septiembre fueron de 89%, 96%, 98% y 98% respectivamente.



**Figura 7**

*Uso eficiente del sistema de aseguramiento de la calidad*

Fuente: Elaboración Propia

### 1.1.3. Marco teórico

#### **Calidad**

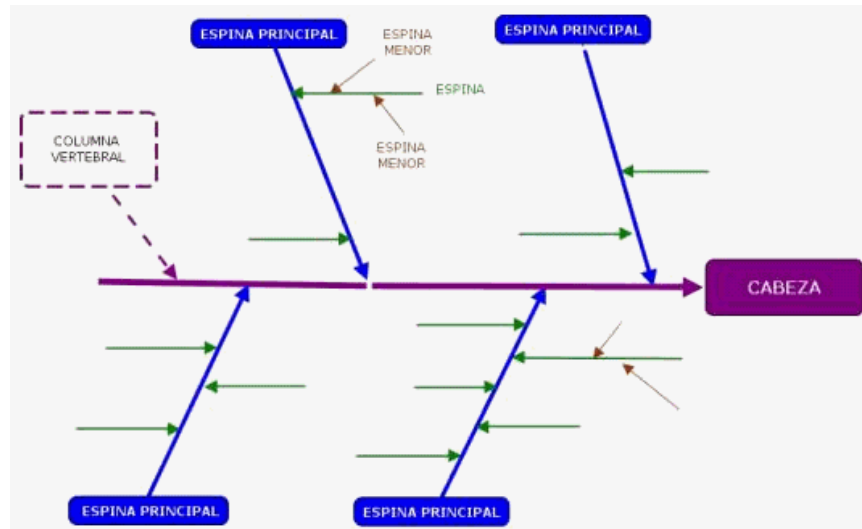
Según Joseph Juran, (1986), La Trilogía de la calidad: La calidad se define según la norma ISO 8402, como la totalidad de los rasgos y características de un proceso o servicio que se sustenta su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas implícitas.

Según Javier Miranda, (2007), Introducción a la gestión de calidad: Es así como actualmente se busca relacionar la calidad con la conformidad de los requerimientos y especificaciones establecidas en la fabricación de un producto u ofrecimiento de un servicio.

#### **Las herramientas básicas**

#### **Diagrama causa-efecto**

Según Kaoru Ishikawa, (1943), Diagrama Causa-Efecto: Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a los estudiantes a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal de manera que, cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción. El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente diagrama de "Ishikawa" porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas, interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado "Diagrama Espina de Pescado" porque su forma es similar al esqueleto de un pez.



**Figura 8.**

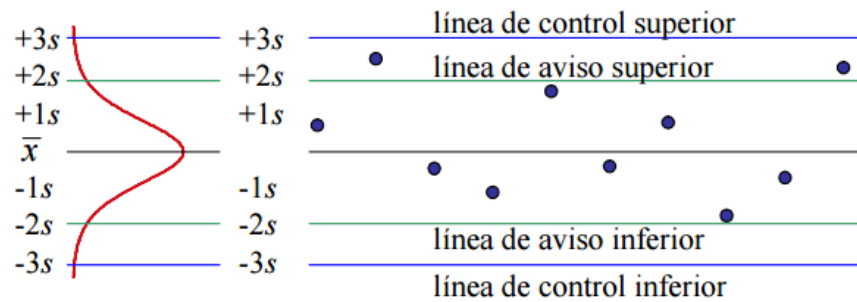
*Diagrama Causa-Efecto*

Fuente: (Ishikawa, 1943)

### **Gráfico de control**

Según Riu Jordi (2017), Gráficos de control de Shewhart: Los gráficos para el control de productos industriales fueron desarrollados inicialmente por W. Shewhart en 1931 con el principal objetivo de investigar si un proceso se encuentra bajo control estadístico. El elemento clave en los gráficos de control es la muestra, que nos servirá para construir el gráfico y monitorizar el estado del procedimiento analítico. Esta muestra, la que tiene que ser estable con el tiempo, puede ser:

- Una sustancia patrón.
- Una muestra sintética adicionada.
- Un material de referencia o un material de referencia certificado.
- Una muestra real.



**Figura 9.**

*Líneas de aviso y de control*

Fuente: Riu, 2005

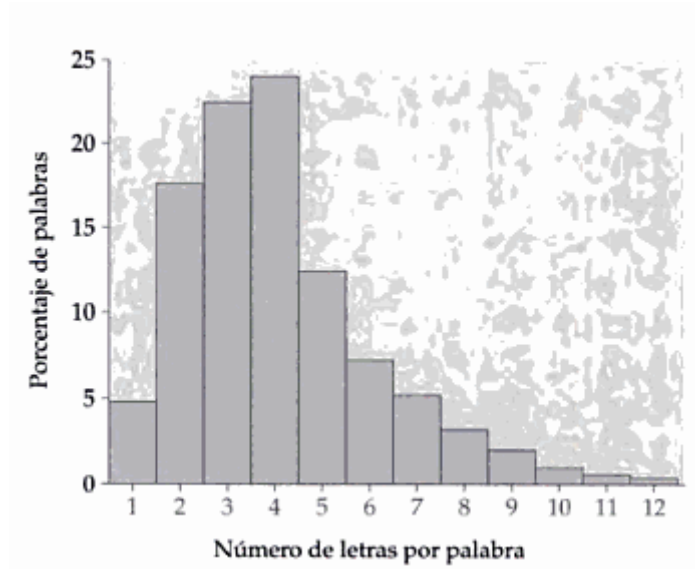
Figura 9 Líneas de aviso y de control en un gráfico de control (parte derecha), y su relación con la distribución de la muestra de control. (Riu, 2005)

Los límites de aviso y de control situados a unas distancias de  $\pm 2s$  y  $\pm 3s$  respectivamente, pueden construirse utilizando los valores 2 y 3 cuando el valor promedio de la muestra de control ha sido encontrado con un número suficientemente grande de repeticiones (alrededor de 30). En este caso, se asume que se conocen los valores reales de los parámetros (promedio y desviación estándar). Si se tienen menos repeticiones, se aconseja considerar que los valores reales de estos parámetros son desconocidos, y se deben efectuar correcciones sobre la asunción de distribución normal. Esto implica utilizar valores tabulados en lugar de los valores 2 y 3. Normalmente un laboratorio empieza considerando como desconocidos los valores de los parámetros, hasta que se han recogido suficientes datos como para poder considerarlos como conocidos.

### **Histograma**

Según Cudmani L.C., 1990, El histograma una herramienta de aprendizaje constructivista: Es una gráfica de la distribución de un conjunto de datos. Es un tipo especial de gráfica de barras, en la cual una barra va pegada a la otra, es decir no hay espacio entre las barras. Cada barra representa un subconjunto de los datos. Muestra la acumulación o tendencia, la variabilidad o dispersión y la forma de la distribución.





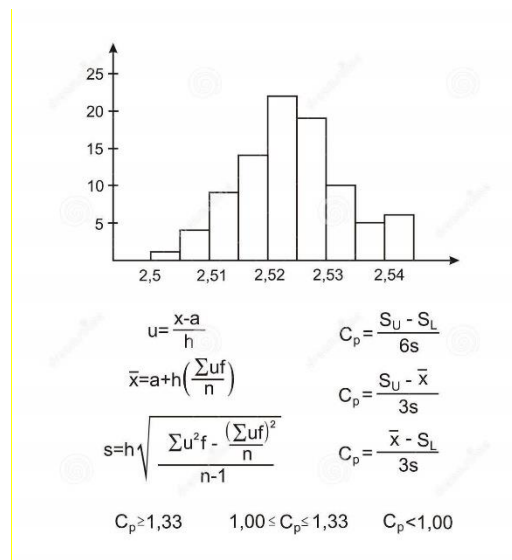
**Figura 10.**

*Distribución de la longitud de las palabras utilizadas en las obras de Shakespeare*

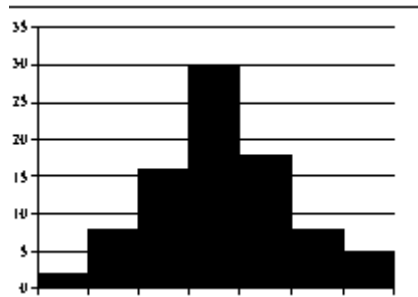
Fuente: Devore, J. L. (2008)

**Ecuación 1.**

*Ecuación de utilizadas en Histograma*



Conclusiones de un histograma:

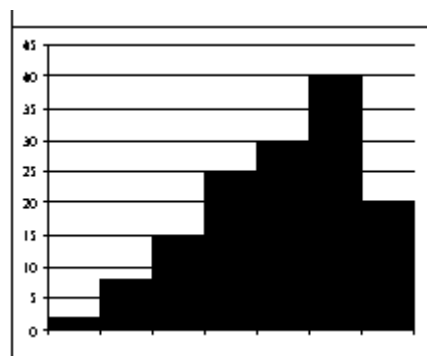


**Figura 11.**

*Simétrico, Forma de campana (Normal)*

Fuente: Devore, J. L. (2008)

Los datos indican una distribución normal. Se puede concluir que el proceso es estable.

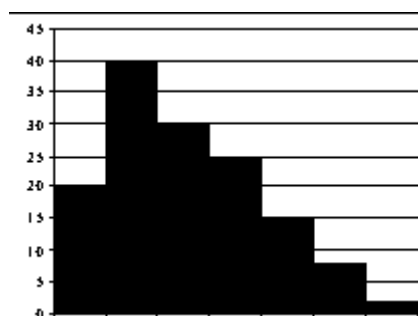


**Figura 12.**

*Diagrama (Izquierda) Negativo*

Fuente: Devore, J. L. (2008)

Los datos están hacia la izquierda de la media. La distribución no es normal y el proceso debe ser investigado.

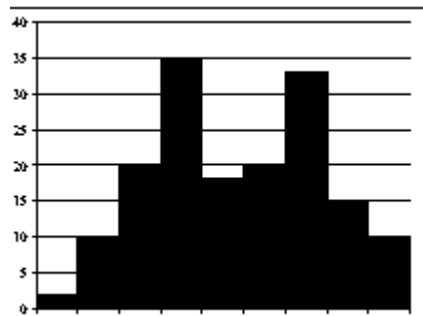


**Figura 13.**

*Diagrama (Derecho) Positivo*

Fuente: Devore, J. L. (2008)

Los datos están hacia la derecha de la media. La distribución no es normal y debe ser investigado.



**Figura 14.**

*Bi-modal*

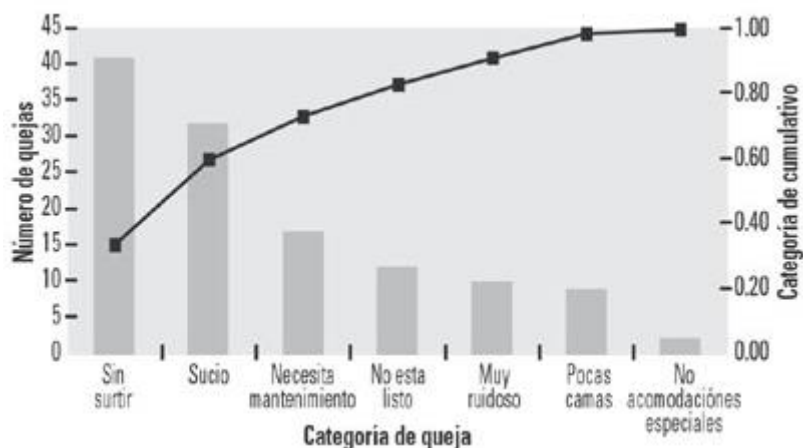
Fuente: Devore, J. L. (2008)

Los datos pueden venir de dos procesos diferentes.

Por ejemplo, es posible que datos de la operación de día y de noche hayan sido combinados para formar el histograma.

### **Diagrama de Pareto**

Según Candido Lopez, 2002, On The Simulation Of Queues With Pareto Service: Se aplica para identificar las causas principales de los problemas en proceso de mayor a menor y con ello reducir o eliminar de una en una (empezando con la mayor y después con las posteriores o con la que sea más accesible). Se debe tener en cuenta que, tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado. El principal uso que se tiene al elaborar este tipo de diagrama es poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización; evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarlas.



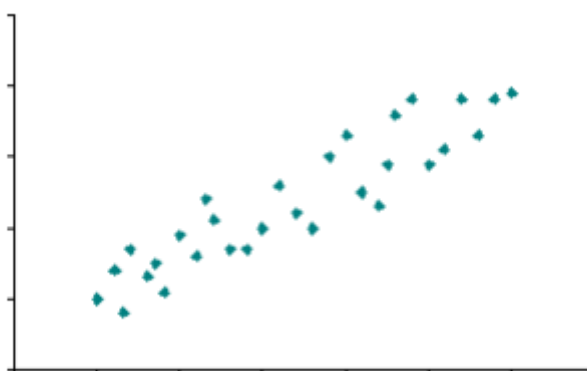
**Figura 15.**

*Ejemplo de Diagrama de Pareto por Número de Quejas*

Fuente: (López, 2002)

### **Diagrama de dispersión**

Según Gea, M., (2014). Análisis del lenguaje sobre la correlación y regresión en libros de texto de bachillerato. Suma: Es una herramienta gráfica que permite demostrar la relación existente entre dos clases de datos y cuantificar la intensidad de dicha relación. Se utiliza para conocer si efectivamente existe una correlación entre dos magnitudes o parámetros de un problema y, en caso positivo, de qué tipo es la correlación.



**Figura 16.**

*Ejemplo de diagrama de dispersión.*

Fuente (Gea, M, 2014)

Formulación:

La recta de regresión:

es la línea que mejor representa a un conjunto de puntos. La función que

aproxima la recta es:  $y = a + bx$

donde: :

y variable dependiente (causa)

a : ordenada en el origen.

b: pendiente de la recta de regresión

x: variable independiente (efecto)

La pendiente

se halla mediante la expresión:

$$b = \frac{(\sum [xy - \text{prom}(x*y)])}{(\sum [x^2 - \text{prom}x^2])}$$

Independiente

y: valores de la variable dependiente

x: media de los valores de

x y: media de los valores de y

n: número de observaciones o pares de datos

La ordenada

En el origen se calcula como:

$$a = \text{prom}(y) - b * \text{prom}(x)$$

### **Control Estadístico De Procesos Y Análisis De Capacidad De Proceso:**

Según Montgomery, D. C. (2004). Control estadístico de la calidad:

Capacidad de un proceso para cumplir debidamente las especificaciones de diseño de un producto/servicio dado. Las especificaciones de diseño se expresan como un valor nominal (objetivo) y como una tolerancia (desviaciones aceptables del valor nominal).

### **Índice Cp:**

Una medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir tales especificaciones la da el índice de capacidad del proceso, Cp:

$$Cp = (ES - EI) / 6\sigma$$

$\sigma$ , representa la desviación estándar de la característica de calidad que se mide al producto. Otra forma de representar el índice Cp es con:

$$Cp = \text{Variación tolerada} / \text{Variación real}$$

$\sigma$  desviación estándar del proceso,  $R / 2$

Características del Cp

$C_p = 1$  indica que la dispersión del proceso y el ancho de las especificaciones es la misma

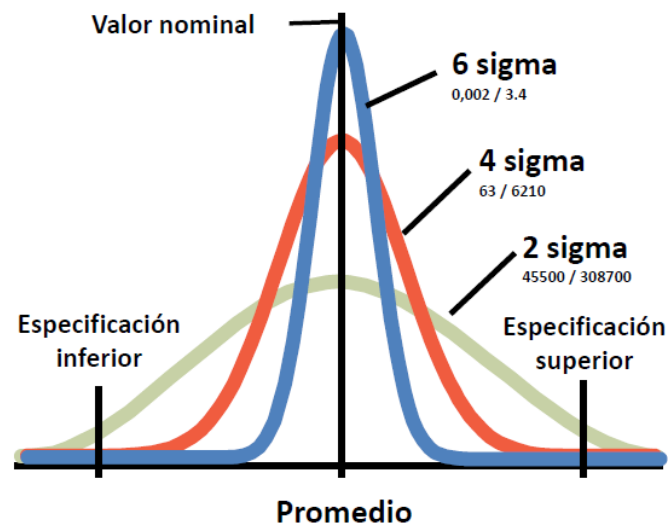
$C_p < 1$  indica que la dispersión del proceso es mayor a la permitida por las especificaciones, originando datos fuera de las especificaciones

$C_p > 1$  indica que la dispersión del proceso es menor que el ancho de las especificaciones

$C_p$  establece cuantas veces el proceso encaja dentro de las especificaciones.

Un  $C_p$  de 2 significa que el proceso encaja 2 veces.

### Capacidad de proceso



**Figura 17.**

*Capacidad de proceso*

Fuente: Montgomery, 2004.

#### **Índice $C_p$ :**

En general, el  $C_p$  se utiliza para conocer y tomar decisiones sobre el proceso, dependiendo de su valor es el tipo de proceso y la decisión que ha de tomarse.

**Tabla 2.**

*Índice Cp.*

Valor del Cp	Clase de proceso	Decisión
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad seis sigma
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, pero conforme el Cp se acerca a uno se generan más defectos.
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones muy serias
$Cp < 0.67$	4	Totalmente inadecuado. Requiere de modificaciones muy serias

Fuente: Montgomery. (2004)

Tabla de valores de índices Cpk, en términos de cantidad de piezas malas, bajo normalidad y proceso centrado en el caso de doble especificación.

**Tabla 3.**

*Tabla de valores de índice Cpk.*

Valor del índice	Proceso con doble especificación		Proceso con sólo una especificación	
	% fuera de especificación	Partes por millón fuera	% fuera de especificación	Partes por millón fuera
0.25	45.33	453 225	22.66	226 628
0.50	13.36	133 614	6.68	66 807
0.60	7.19	71 861	3.59	35 931
0.70	3.57	35 729	1.79	17 865
0.80	1.64	16 395	0.82	8 198
0.90	0.69	6 934	0.35	3 467
1.00	0.27	2 700	0.135	1 350
1.10	0.097	967	0.048	484
1.20	0.032	318	0.016	159
1.30	0.010	96	0.005	48
1.40	0.003	27	0.0014	14
1.50	0.0007	7	0.0004	4
1.60	0.0002	2	0.0001	1

Fuente: López, C. P. (2001)

**Tabla 4.**

*Tabla de valores de índice Cpk.*

Nivel $\alpha$	Defectos por Millón de Oportunidades	Porcentaje de Calidad
6	3.4	99.9997%
5	233	99.9767%
4	6210	99.3790%
3	66807	93.3790%
2	308 537	69.12305%
1	690 000	30.8511%

Fuente: López, C. P. (2001)

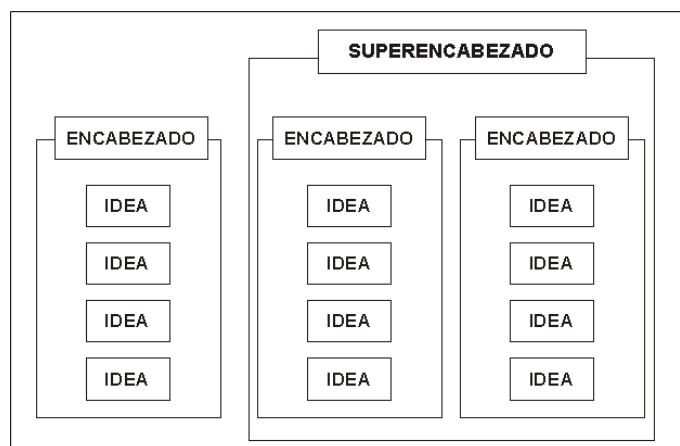
## Las siete nuevas herramientas:

### Diagrama de afinidades

El Diagrama de Afinidad, es una herramienta que sintetiza un conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, temas, expresiones) agrupándolos en función de la relación que tienen entre sí. Se basa en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines, por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas generales. (Vadillo, 2013)

### Figura 18.

*Diagrama de Afinidad.*



Fuente (Vadillo, 2013)

### Elaboración del Diagrama de Afinidad

Genéricamente los pasos para su desarrollo en un grupo de trabajo, en caso de no contar con datos verbales previos, son (Vadillo, 2013):

- Determinar la pregunta enfoque: el facilitador explica en qué va a consistir la reunión, de qué fases consta y qué se espera de los participantes. El tema a analizar se expone en forma de pregunta. Ésta debe estar presentada en lugar visible durante el tiempo de aplicación de la técnica.
- Generación silenciosa de ideas: cada miembro del grupo expresa sus ideas en tarjetas de 14,8 x 21 cm. de tamaño, a razón de una idea por cada tarjeta. Se concede un tiempo de 5 a 10 minutos. Los participantes no deben comunicarse entre sí.
- Exposición de ideas: finalizado el tiempo concedido para la generación de ideas, el facilitador procede a retirar las tarjetas escritas por los participantes y mezclarlas entre sí para que éstas sean expuestas aleatoriamente.

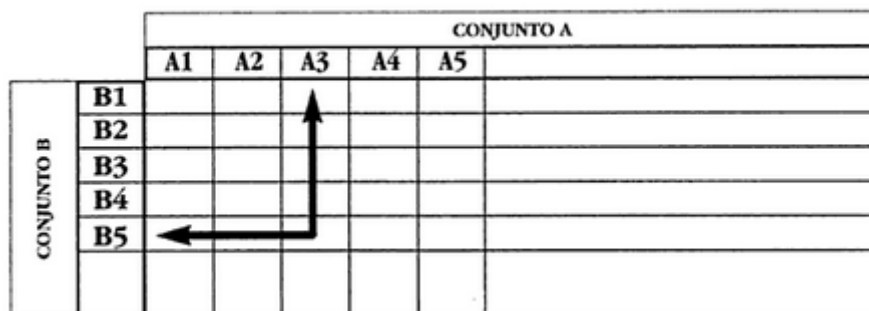


- Agrupación de ideas: a continuación, se agrupan las ideas en el diagrama de afinidad. Para ello puede utilizarse un segundo panel en el que se sitúan las ideas a medida que van siendo agrupadas.

### Diagrama matricial

El Diagrama Matricial es una herramienta que ordena grandes grupos de características, funciones y actividades de tal forma que se pueden representar gráficamente los puntos de conexión lógica existente entre ellos. También muestra la importancia relativa de cada punto de conexión en relación con el resto de correlaciones. Se basa en principio de que si se sitúa un conjunto de elementos en las filas de una matriz (horizontales) y otro conjunto de elementos en las columnas de la misma matriz (verticales), los puntos de intersección de filas y columnas indicarán la relación entre ambos conjuntos. Este tipo de diagrama facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean éstos: problemas, causas y procesos; métodos y objetivos; o cualquier otro conjunto de variables. Una aplicación frecuente de este diagrama es el establecimiento de relaciones entre requerimientos del cliente y características de calidad del producto o servicio. Las disposiciones más comunes son (Barrio, 1997):

- Diagrama matricial en “L”. Es el diagrama matricial básico, se utiliza para representar relaciones entre dos tipos distintos (A,B) mediante una disposición en filas y columnas.

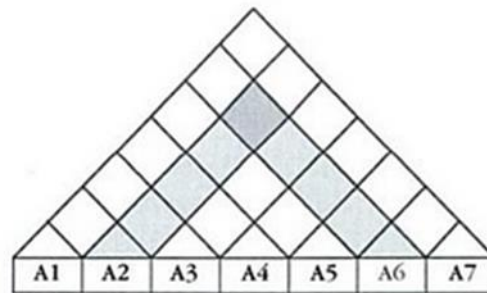


**Figura 19.**

*Diagrama Matricial en L.*

Fuente (Barrio, 1997)

- Diagrama matricial en “A”. El objetivo de utilizar esta matriz es permitir realizar dos análisis matriciales de forma simultánea, un análisis para un único factor mediante una matriz en A sobre puesta a uno de los lados de la matriz en L.

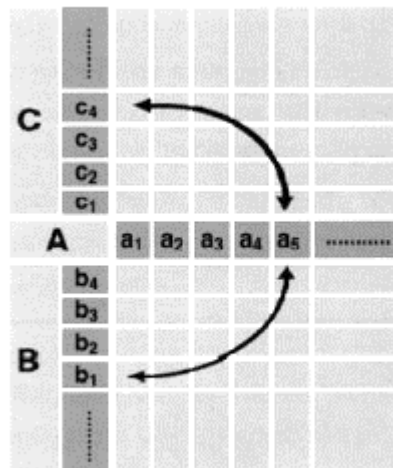


**Figura 20.**

*Diagrama matricial en “A”.*

Fuente (Barrio, 1997)

- Diagrama Matricial en “T”. Es el formato correspondiente a la combinación de dos Diagramas Matriciales en L. Se utiliza para representar las relaciones existentes entre dos conjuntos de factores distintos, con un tercer conjunto de factores. Son matrices clásicas para el análisis de causas (conjunto C), de fallos (Conjunto A) y origen de las causas (Conjunto B).

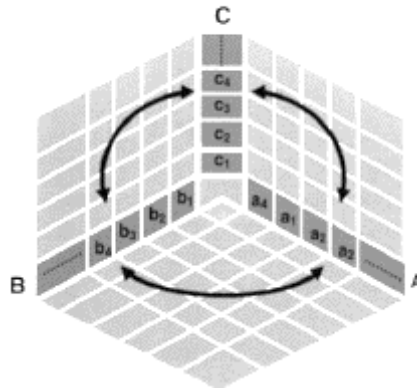


**Figura 21.**

*Diagrama Matricial en “T”.*

Fuente (Barrio, 1997)

- Diagrama matricial en “Y”. Es el formato correspondiente a la combinación de tres DM en L. Se utiliza para representar las relaciones existentes entre tres conjuntos de factores distintos: conjunto A, conjunto B y conjunto C.



**Figura 22.**

*Diagrama matricial en “Y”.*

Fuente (Barrio, 1997)

### **Diagrama de conexiones o relaciones**

El Diagrama de Relaciones es una representación gráfica de las posibles relaciones cualitativas causa-efecto entre diversos factores y un fenómeno determinado y de dichos factores entre sí. Ventajas de los diagramas de conexiones o relaciones:

**Creatividad.** El método seguido para su construcción permite expresar opiniones libremente y fomenta el desarrollo de ideas nuevas.

**Impacto visual.** Presenta problemas o situaciones complejas de forma clara, concisa y ordenada, facilitando una visión global del conjunto de elementos implicados y sus interrelaciones.

**Facilita el consenso.** El carácter participativo e iterativo del proceso de construcción ayuda a la eliminación de prejuicios y a la obtención de consenso. (DE, F. I. P. L. G., & CALIDAD, L. (2010)

### **Diagrama de Árbol**

Definir las reglas básicas a seguir para la construcción y la correcta interpretación de los Diagramas de Árbol, resaltando las situaciones en que pueden o deben ser utilizados. Es de aplicación a todas aquellas situaciones en las que se necesita desplegar un objetivo para obtener una visión clara de

cómo debe ser alcanzado. Su utilización será beneficiosa para el desarrollo de los proyectos abordados por los equipos y grupos de mejora, y por todos aquellos individuos u organismos que estén implicados en la mejoría de la calidad. Además, se recomienda su uso como herramienta de trabajo dentro de las actividades habituales de gestión (Aguirre, 2005).

### **Diagrama de proceso de decisión o PDPC**

Las estrategias se conciben al final de un proceso que integra objetivos globales, elementos de contexto y orientaciones de los socios. El diagrama de decisiones representa el proceso de concepción, la consideración de la información clave, la intervención de las partes interesadas y la gestión del calendario. Visualiza las decisiones tomadas durante la elaboración de la estrategia y sus consecuencias sobre los objetivos seleccionados y los impactos esperados. El diagrama de decisiones constituye un complemento útil a los diagramas de objetivos y de efectos. Los documentos que presentan las estrategias de cooperación exponen en general un conjunto de objetivos entre los cuales puede distinguirse uno o varios objetivos globales, objetivos operativos relativos a los proyectos concretos de ayuda y un conjunto de objetivos intermedios situados a distintos niveles. Las decisiones que toman los autores de los documentos de estrategia y de programación tienen en cuenta especialmente (García, 2002):

### **Diagrama de análisis de matriz-datos**

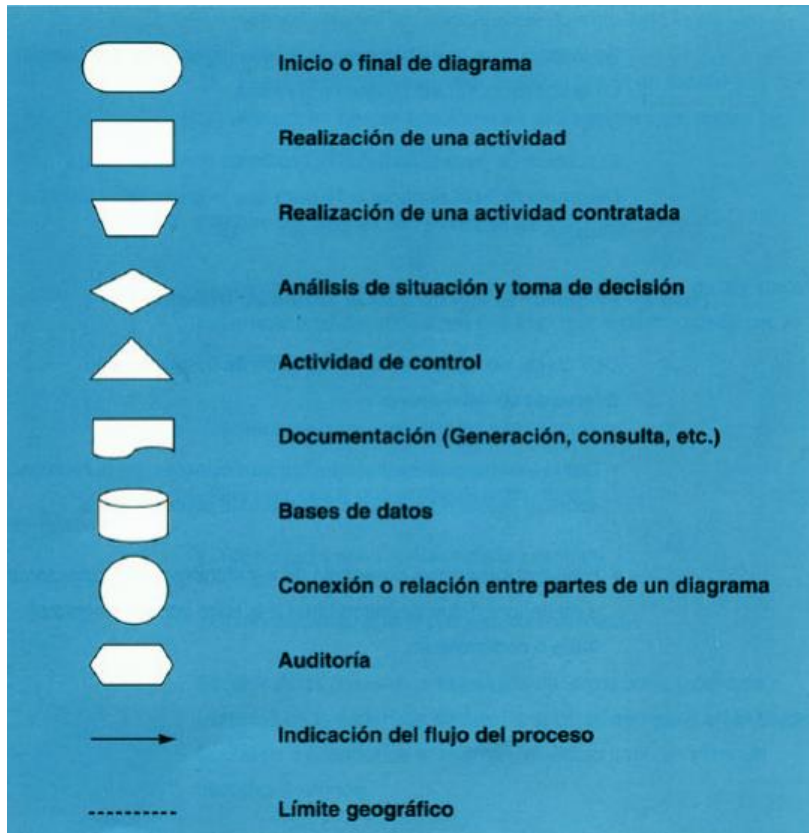
Define gráficamente las relaciones que pueden existir estableciendo elementos a relacionar, determinando el tipo de matriz a aplicar y luego analiza la intercesión indicando el grado de relación: fuerte, media o débil. (Limas, 2001).

### **Diagrama de flujo**

El Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de pasos que se realizan para obtener un cierto resultado. Este puede ser un producto, un servicio, o bien una combinación de ambos. Entre sus características principales tenemos:

Capacidad de Comunicación. Permite la puesta en común de conocimientos individuales sobre un proceso, y facilita la mejor comprensión global del mismo.

Claridad. Proporciona información sobre los procesos de forma clara, ordenada y concisa. (Miguel, 2007)



**Figura 23.**

*Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo*

Fuente (San Miguel, 2007)

### **Beneficios**

Los efectos de la aplicación de la calidad total no serán inmediatos; inclusive, los beneficios sólo se percibirán a largo plazo. Los beneficios que se logran con la gestión de la calidad total son: (Cuatrecasas, 1999).

- Mayor productividad, menor coste y mayores beneficios económicos.
- La satisfacción total de los clientes, logrando su fidelidad.
- Mayor cuota de mercado.
- Incremento general de la calidad de productos, servicios, procesos y en general de toda la organización.
- Aumento de la imagen externa de calidad y seriedad de la empresa, y mayor prestigio social.
- Incremento de la motivación de los recursos humanos.
- Aumento de la ventaja competitiva.

- Preocupación y eficacia en el cuidado del medio ambiente, eliminando los efectos nocivos.

### **Glosario**

**Loseta:** Losa pequeña, especialmente la que se emplea en la pavimentación de suelos.

**Carmix:** Máquina de construcción autocargable 4x4 con tambor mezclador de concreto.

**Acero corrugado:** Varilla corrugada o Tetracero. Es una clase de acero laminado diseñado especialmente para construir elementos estructurales de hormigón.

**Corrosión:** Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

**Clima Tropical:** Es el clima que tienen las zonas del planeta situadas entre los trópicos. Se caracterizan por tener temperaturas elevadas y por la poca diferencia de éstas entre las estaciones del año, es decir no tiene una verdadera estación fría en invierno.

**SLUMP:** Test que consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco-cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo.

**Volquete:** Es un tipo de carro formado por una caja troncopiramidal invertida cuya cara posterior va montada a corredera.

**Concreto:** Es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes.

**Agregado fino:** Consiste en arena natural proveniente de canteras aluviales o de arena producida artificialmente.

**Agregado grueso:** Es uno de los principales componentes del hormigón o concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de hormigón.

**El cemento:** Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

**Mezcla:** Es un material formado por dos o más componentes unidos, pero no combinados químicamente.

**Nivelación topográfica:** Conjunto de mediciones y cálculos necesarios para dotar a un punto de cota, con respecto a un plano de referencia determinado.

**Probeta:** Es un instrumento volumétrico que consiste en un cilindro graduado de vidrio común que permite contener líquidos y sirve para medir volúmenes de forma exacta.

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la aplicación la propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad reduce los costos operativos de la empresa fabricante de losetas de construcción?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar en qué medida la propuesta de mejora reduce los costos operativos de la empresa fabricante de losetas de construcción a través de la aplicación de mejora en el área de gestión de la calidad.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del área de gestión de la calidad de la empresa fabricante de losetas.
- Identificar las metodologías de Ingeniería Industrial que se podrían aplicar para reducir los costos operativos de la empresa fabricante de losetas.
- Proponer la implementación de mejora en el área de gestión de la calidad de la empresa fabricante de losetas.
- Aplicar las mejoras en el área de gestión de la calidad de la empresa fabricante de losetas.

- Retroalimentar y evaluar la mejora en el área de gestión de la calidad de la empresa fabricante de losetas.
- Evaluar si la propuesta de mejora es factible económicamente.

#### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad reduce los costos operativos de una empresa de fabricante de losetas.

##### **1.4.1. Hipótesis general**

La aplicación de metodologías, técnicas y/o herramientas de Ingeniería Industrial reducen los costos operativos de la empresa fabricante de losetas.



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Investigación diagnóstica y propositiva.

### 2.2. Métodos

**Tabla 5.**

*Operacionalización de Variables.*

Problema	Hipotesis	Tipo de variable	Variables	Area	Indicador	Fórmula
¿En qué medida la aplicación de la propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad reduce los costos operativos de la empresa fabricante de losetas de construcción?	La propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad reduce los costos operativos de una empresa fabricante de losetas.	Variable Independiente	Propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad reduce los costos operativos de una empresa de fabricación de losetas.	Logística	% de barras de acero 3/4 " oxidadas	(varillas barras de acero 3/4" oxidadas/total de barras de acero 3/4")*100%
				Producción	% mezclas inconformes por dosificación inadecuada	((cantidad de mezclas no conformes por dosificación+cantidad de mezclas reprocessadas por dosificación)/total de mezclas)*100
				Producción	% horas disponibles por ciclo	Horas disponibles/ horas totales
				Calidad	%Mezclas inconformes por incumplimiento de la Norma E-060	cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido por la norma E-060 concreto armado (>32°C)/Total de mezclas
		Calidad	Capacidad de proceso CPk	Especificación superior - Especificación inferior/6σ		
		Variable Dependiente		costos operativos de la empresa fabricante de losetas de construcción		costos operativos

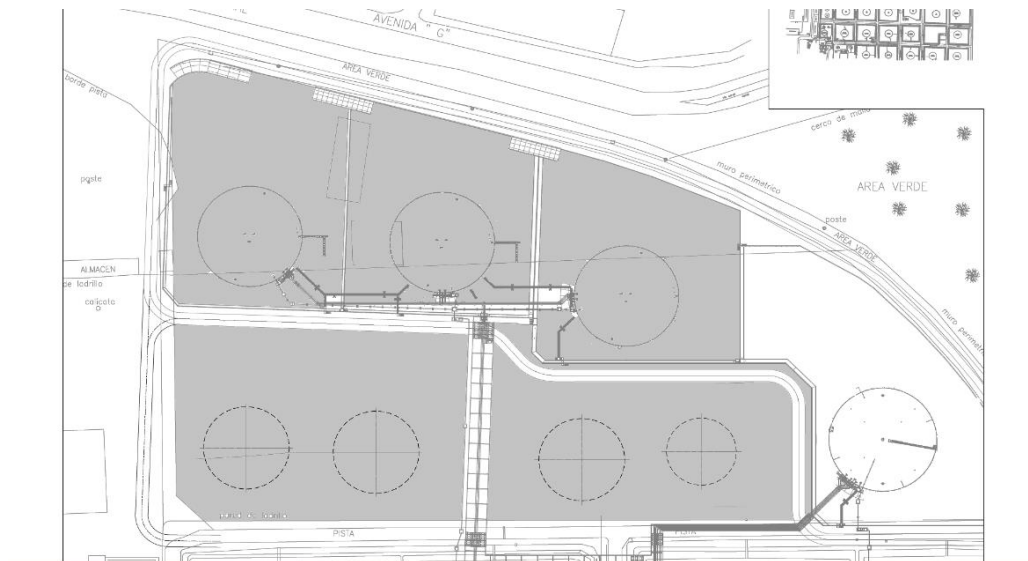
Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Procedimientos

#### 2.3.1. Diagnóstico de la Realidad Actual

##### 2.3.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa se dedica a la fabricación de losetas actualmente viene proveyendo de losetas al proyecto “FABRICACIÓN, MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE TRES TANQUES DE 120 MB CADA UNO PARA EL ALMACENAMIENTO DE BIODISEL B-100 Y TURBO A-1 EN REFINERÍA TALARA”. En la Figura 24,

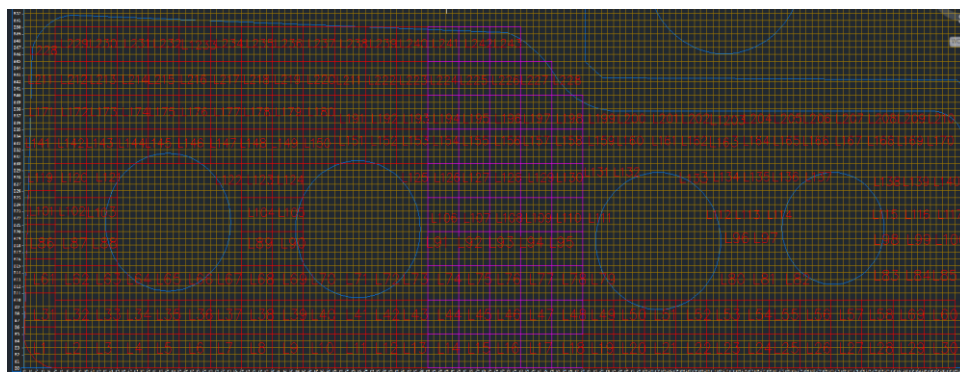


**Figura 24.**

*Plano General del Proyecto.*

Fuente: La empresa

Podemos visualizar el Plano General de este Proyecto y en la Figura 25 la sección y ubicación de lotes programados de producción de losetas para el primer año. Así también en el Tabla 06, los lotes según coordenada de ejecución.



**Figura 25.**

*Sección y ubicación de lotes programados de producción de losetas para el primer año*

Fuente: La empresa

**Tabla 6.**

*Lote según coordenada de ejecución*

		<b>LOTE SEGÚN COORDENADA DE EJECUCIÓN</b>				Semana N°
						Semana 38
		<b>DATOS GENERALES DEL SERVICIO</b>				
<b>PROYECTO:</b>	SERVICIO DE FABRICACION, MONTAJE E INTERCONEXION DE TRES TANQUES DE 120 MB CADA UNO PARA ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL B-100 Y TURBO A-1 EN REFINERIA TALARA			<b>CLIENTE:</b>		
<b>LOTE DIARIO</b>	<b>Ubicación</b>	<b>LOTE DIARIO</b>	<b>Ubicación</b>	<b>LOTE DIARIO</b>	<b>Ubicación</b>	
L14	A70-A65-B5-B0	L92	A75-A70-B20-B15	L156	A80-A75-B35-B30	
L15	A75-A70-B5-B0	L93	A80-A75-B20-B15	L157	A85-A80-B35-B30	
L16	A80-A75-B5-B0	L94	A85-A80-B20-B15	L158	A90-A85-B35-B30	
L17	A85-A80-B5-B0	L95	A90-A85-B20-B15	L194	A70-A65-B40-B35	
L18	A90-A85-B5-B0	L106	A70-A65-B25-B20	L195	A75-A70-B40-B35	
L44	A70-A65-B10-B5	L107	A75-A70-B25-B20	L196	A80-A75-B40-B35	
L45	A75-A70-B10-B5	L108	A80-A75-B25-B20	L197	A85-A80-B40-B35	
L46	A80-A75-B10-B5	L109	A85-A80-B25-B20	L198	A90-A85-B40-B35	
L47	A85-A80-B10-B5	L110	A90-A85-B25-B20	L224	A70-A65-B45-B40	
L48	A90-A85-B10-B5	L126	A70-A65-B30-B25	L225	A75-A70-B45-B40	
L74	A70-A65-B15-B10	L127	A75-A70-B30-B25	L226	A80-A75-B45-B40	
L75	A75-A70-B15-B10	L128	A80-A75-B30-B25	L227	A85-A80-B45-B40	
L76	A80-A75-B15-B10	L129	A85-A80-B30-B25	L241	A70-A65-B50-B45	
L77	A85-A80-B15-B10	L130	A90-A85-B30-B25	L242	A75-A70-B50-B45	
L78	A90-A85-B15-B10	L154	A70-A65-B35-B30	L243	A80-A75-B50-B45	
L91	A70-A65-B20-B15	L155	A75-A70-B35-B30			

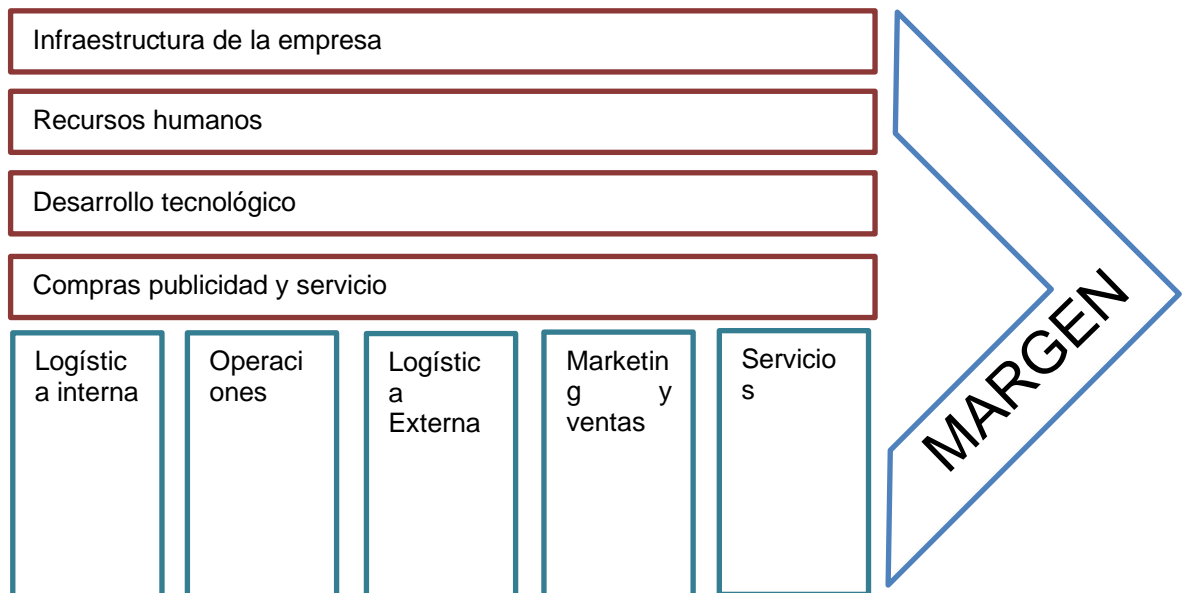
Fuente: La Empresa



**Figura 26.**

*Diagrama Loyout actual*

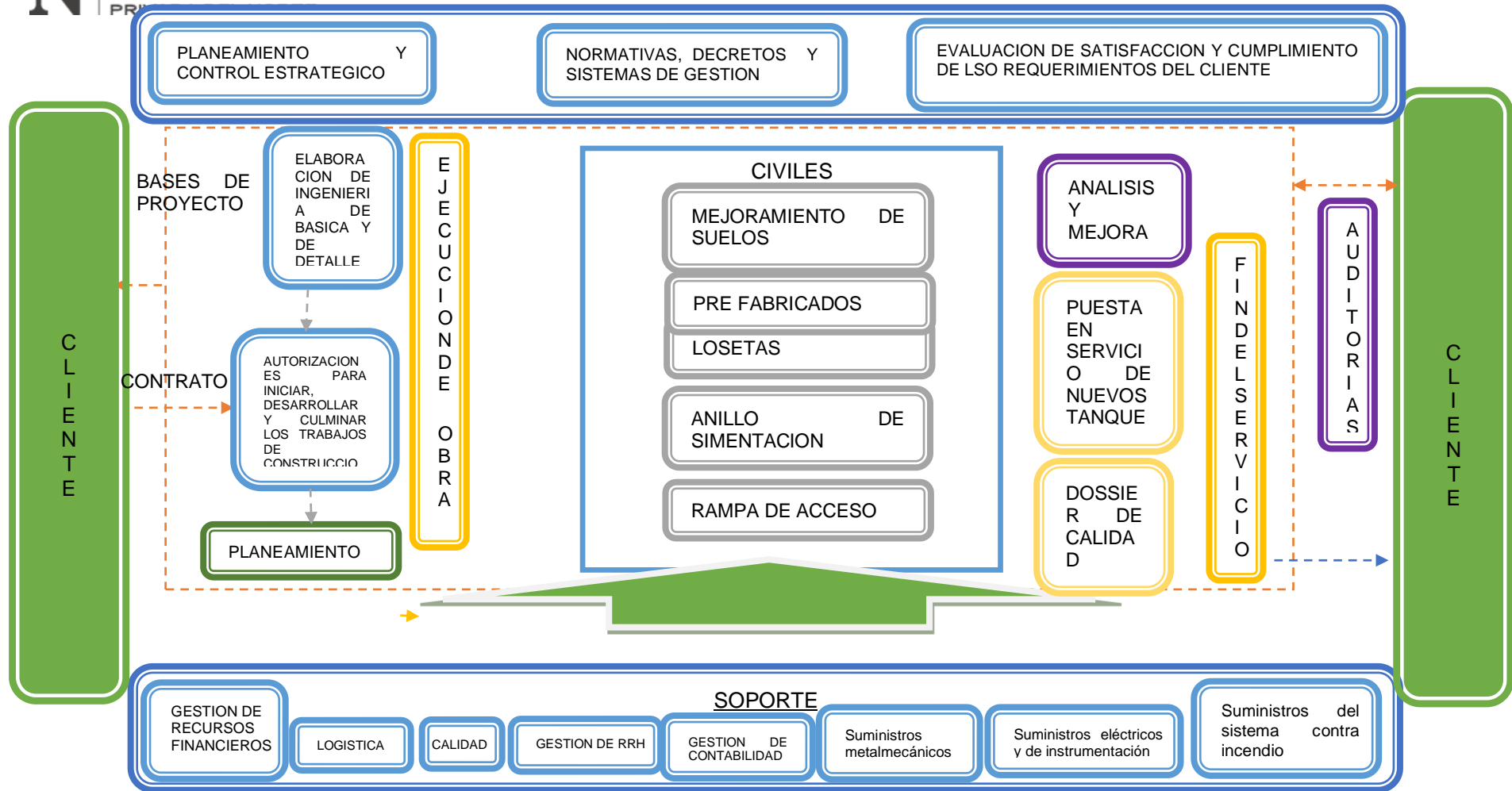
Fuente: Elaboración propia



**Figura 27.**

*Cadena de Valor*

Fuente la empresa



**Figura 28**  
 Mapa General de Procesos  
 Fuente: La empresa

## **Descripción del proceso de losetas de concreto**

La producción de losetas de concreto consta de los siguientes procesos:

### **Preparar Terreno:**

El topógrafo hace las mediciones necesarias para llevar a cabo el proyecto, en este proceso tiene que evaluarse si la base está nivelada. En el caso que este muy alto, se tendrá que quitar tierra; en el caso contrario, se tendrá que extraer tierra, esto tiene una duración de 4 horas y se trabaja con 4 operarios.

En este proceso, el rodillo durante 2 horas tiene la función de aplanar la superficie para que quede totalmente nivelada.

Terminado todo este proceso, se realiza la supervisión del topógrafo, quién da el visto bueno para poder continuar con los siguientes.

### **Encofrado:**

Este proceso consiste en preparar los moldes de madera y acero para vaciar la mezcla. Tiene una duración de 5 horas.

### **Mezclado:**

Para este proceso se utiliza el Mixer para mezclar el agua con el cemento, y luego el agregado grueso y fino. Esto dura 40 minutos.

Si la piedra, la arena, el cemento y el agua no se encuentran bien mezclados en el concreto, la parte que tenga más agua y arena será la más débil y la que se fisurará.

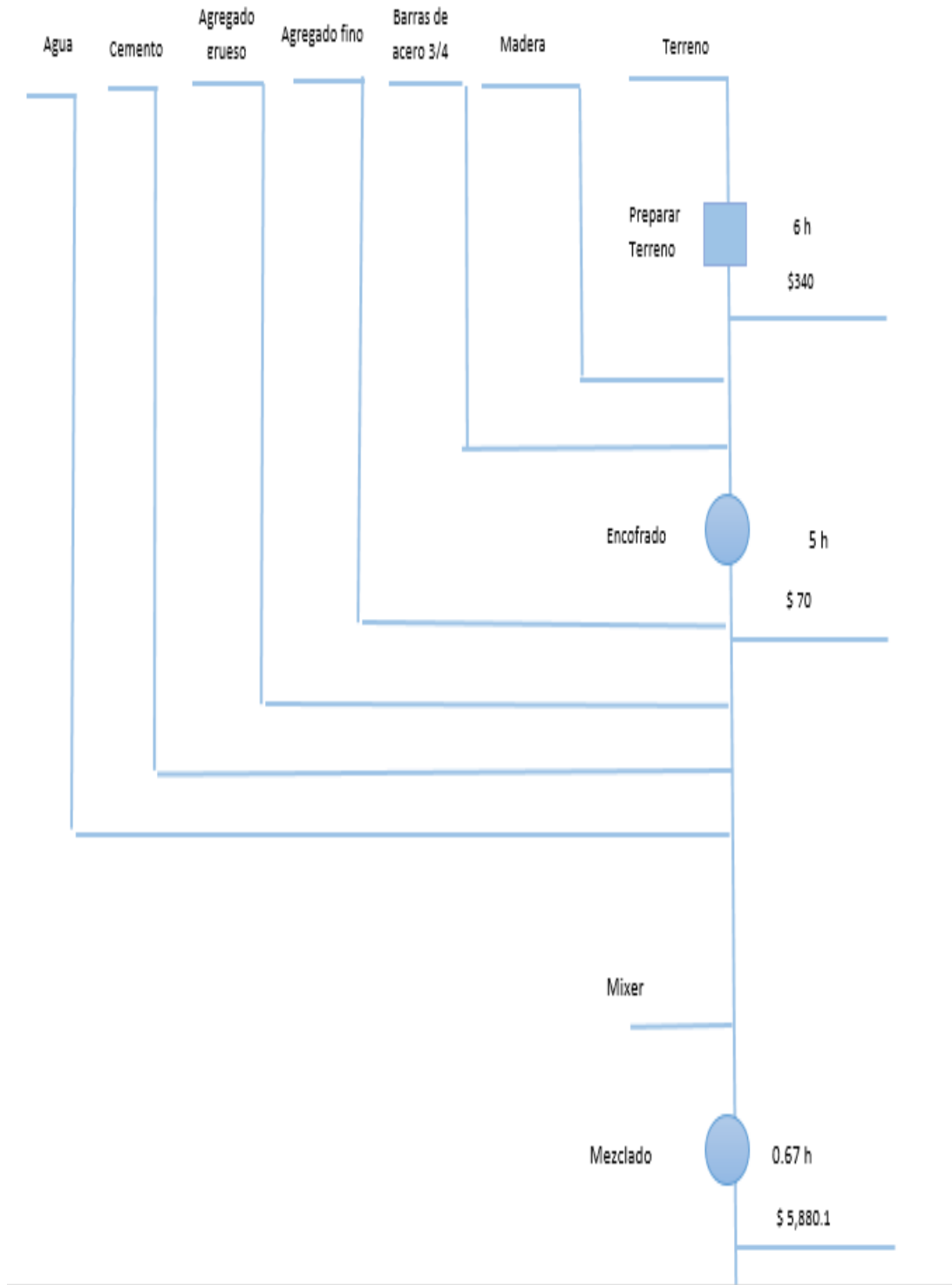
Desafortunadamente, hay una tendencia natural de que la piedra se vaya al fondo de la mezcla, por lo que el operario debe evitarlo.

### **Vaciado:**

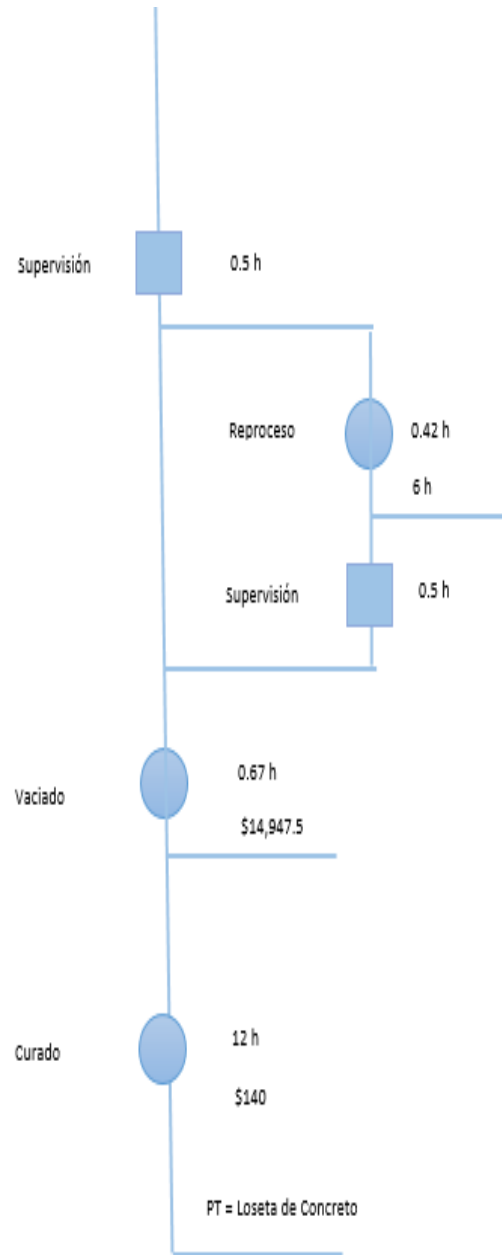
Consiste en vaciar la mezcla en los moldes.

### **Curado:**

Después de sacar las losetas de los moldes se aplica el proceso de curado. Aquí se aplican aditivos a las losetas. Con los procedimientos de curado se trata de mantener el concreto húmedo, y de esta manera asegurar la continua hidratación del cemento y el desarrollo de resistencia del concreto.







**Figura 29**

*Diagrama de Flujo Productivo de las losetas de concreto de la empresa Constructora.*

Fuente: Elaboración Propia

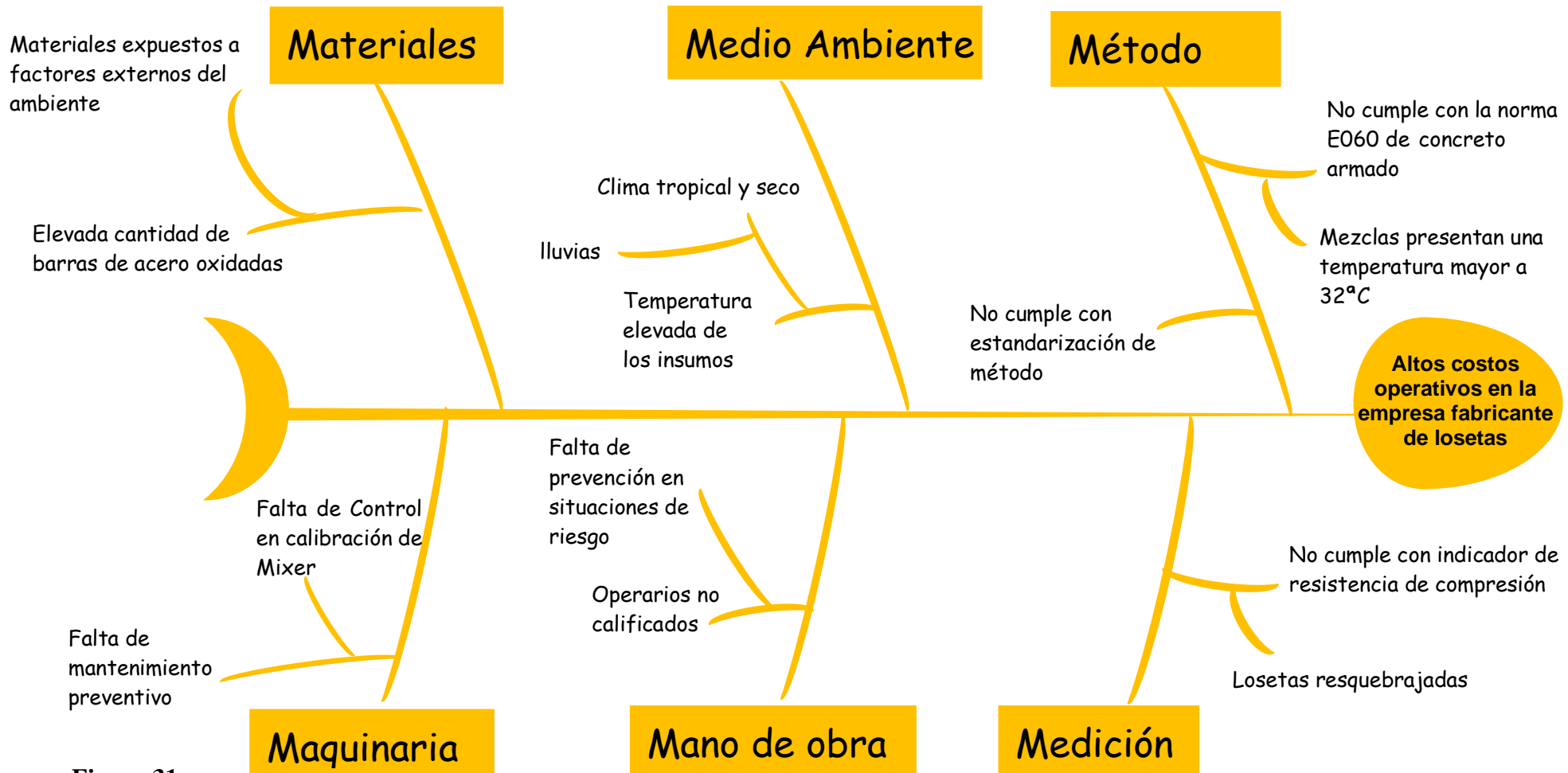
				Operario / material / equipo				
				Resumen				
Objeto				Actividad	Actual	Prop	Econ	
Elaboracion concreto				Operación	6			
				Transporte	6			
Actividad				Espera	1			
Peparar				Inspección	2			
				Almacena	0			
Método: Actual/Propuesto				Distancia	84			
Lugar: sgsdg				Tiempo	24.9			
Operario: Josue Chiron				Costo	\$21,378			
Descripción	d (m)	t (h)	●	➔	●	■	▼	Observación
Inspeccion topográfica		4	●					
Nivelacion de la tierra		2	●					
Traslado de madera	10	0.5	●	●				
Traslado de barras de acero 3/4	10	0.5	●	●				
Encofrado		4	●					
Traslado de agua	12	0.05	●	●				
Traslado de cemento	15	0.08	●	●				
Traslado de agregado grueso	19	0.1	●	●				
Traslado de agregado fino	18	0.1	●	●				
Mezclado		0.4	●					
Supervisión		0.5				●		
Vaciado		0.67	●					
Curado		12			●			
Total	84	24.9	4	6	1	2		

**Figura 30.**

*Diagrama de análisis de proceso DAP*

Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.2. Diagnóstico del Área problemática.



**Figura 31.**

*Diagrama de Ishikawa del área de Calidad de la empresa.*

Fuente: Elaboración propia

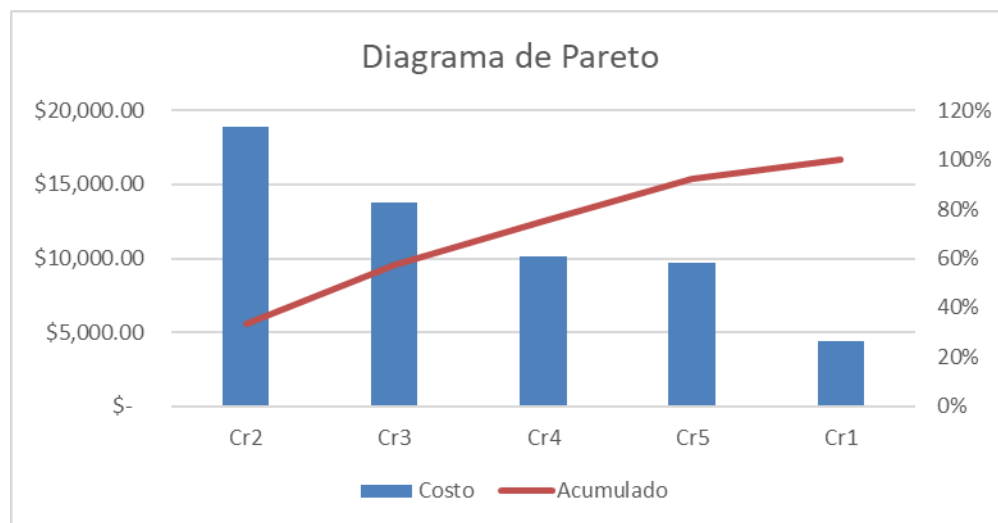
### 2.3.1.3. Identificación de indicadores

**Tabla 7.**

*Resumen Causa Raíz costo y % acumulado*

Cri	Causa Raíz	Costo
Cr2	Elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua	\$ 18,918.98
Cr3	Elevada variación de pesaje en agregados en la balanza de los carmix	\$ 13,800.00
Cr4	elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-6. concreto armado (>32°C)	\$ 10,113.98
Cr5	Elevada cantidad de probetas que no cumple con tolerancia de resistencia de compresión (Kg/cm2)	\$ 9,656.65
Cr1	Elevada cantidad de barras de acero de 3/4" oxidadas	\$ 4,417.60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 56,907.22</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 32.**

*Diagrama Pareto*

Fuente: Elaboración propia

Cri	Causa Raíz	Descripción	indicador	Formula	VA	VM	Herramienta	Breve descripción
Cr1	Elevada cantidad barras de acero 3/4" oxidadas	Cantidad de acero corrugado están expuestos a humedad y salpicadura del agua	%de barras de acero 3/4" oxidadas	(varillas barras de acero 3/4" oxidadas/total de barras de acero 3/4")*100%	4%	0.4%	Kardex / ABC	Sistema de inventarios para que se tengan los materiales requeridos en el momento oportuno para cumplir con las demandas de los clientes CriCausa
Cr2	Elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua	Cantidad de mezclas con mala dosificación causando una descompensación mostrándose en la prueba de calidad llamada "SLUMP"	%mezclas inconformes por dosificación inadecuada	((cantidad de mezclas descartadas por dosificación+cantidad de mezclas reprocesadas por dosificación)/total de mezclas)*100%	50%	15%	Gestión de los riesgos del proyecto	proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentarsus características. El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos existentes y el conocimiento y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos.
Cr3	Elevada variación en lectura de pesaje de agregados en la	Error en las balanzas internas que marcando el pesaje para llenar el material	Fallas por año en la balanza de los carmix	(Cantidad de fallas por año en la balanza de los carmix/cantidad total de días de utilización de carmix )*100%	0.79%	0.132%	Mantenimiento preventivo	hacer una evaluación de especificaciones del equipo a modo de registro
Cr4	cantidad de mezclas que no cumple con el limite permitido de norma E-060 concreto	cantidad de mezclas descartadas debido a que la temperatura de la mezcla era superior a 32 grados centígrados	%Mezclas inconformes por incumplimiento de la Norma E-060	(cantidad de mezclas que no cumplen con el limite permitido por la norma E-060 concreto armado(>32°C)/total de mezclas)*100%	35%	0%	Aplicación de equilibrio térmico	Software que determine la temperatura del agua mediante Equilibrio termico para obtener una mezcla a temperatura aceptable Breve
Cr5	Elevada cantidad de probetas que	Cantidad de probetas con una resistencia inferior a los 280 kg/cm2	Capacidad de proceso cPk	PORCENTAJE DE LA ESPECIFICACION INFERIOR SE NO SECUMPLE	8.25%	2.54%	Six sigma	Evalua si un proceso es capaz de elaborar un producto o servicio de acuerdo con las especificaciones

**Tabla 8.**

*Cuadro de indicadores*

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3.2. Solución propuesta

### 2.3.2.1. Descripción de las causas

#### **CR1 Elevada cantidad de barras de acero 3/4"**

En el área de almacén, así como lo observamos en la Figura 33 la materia prima y los insumos están a la intemperie; el acero corrugado está expuesto a humedad y salpicadura del agua.



**Figura 33.**

*Área de almacenaje de acero corrugado.*

Fuente: elaboración propia.

En la empresa, como norma se vacía un roció de agua dos veces por día asó como se observa en la figura 37, este roció es realizado debido al clima árido de la zona, lo que sirve para contrarrestar los ventarrones de arena.



**Figura 34.**

*Roció de agua.*

Fuente: elaboración propia.

En la figura 03 se observa el impacto de la corrosión respecto al material existente y al material que recientemente fue adquirido.



**Figura 35.**

*Acero corrugado recién llegado y acero corrugado con corrosión*

Fuente: elaboración propia.

En la figura 04 se observa que, de un total de 500 revisadas, 20 unidades de acero corrugado fueron descartadas, llevadas a la zona de desechos de metales, para su posterior eliminación.

Evidencias:



**Figura 36.**

*Acero corrugado descartado debido a la corrosión*

Fuente: elaboración propia.

## CR2 Elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua

En la zona se registró lluvias, y sumado a ello, tenemos la exposición de los insumos tales como el cemento, agregado fino y agregado grueso que, acumulan humedad, lo que causa incertidumbre para calcular la cantidad exacta de agua a usar y así lograr una dosificación óptima, causando una descompensación que se muestra en la prueba de calidad llamada “SLUMP”.

Cuarenta y cinco días es el periodo que durará el estado de emergencia en Piura, decretado por el gobierno regional, ante la difícil situación que atraviesan sus poblados debido a las fuertes lluvias.



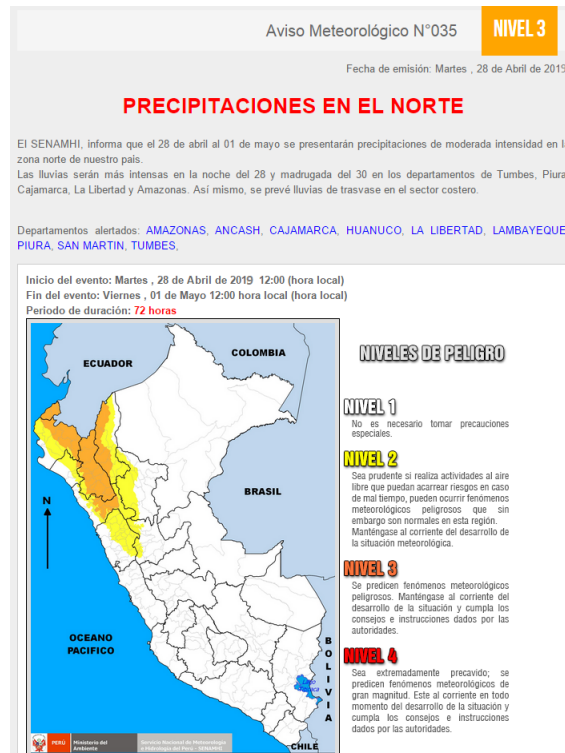
*Figura 37.*

*Aviso meteorológico N°33*

Fuente: Senamhi



“Propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad para reducir los costos operativos de una empresa fabricante de losetas de construcción”



**Figura 38.**

*Aviso meteorológico N°35*

Fuente: Senamhi

Evidencias:



**Figura 39.**

*Fotografía de cemento expuesto al ambiente.*

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 10 se registró los resultados de las primeras pruebas SLUMP a lo largo del mes de junio, indicando como límite inferior 9 cm., normal esperado de 10 cm y límite superior 11 cm donde se determinará el reproceso, aceptación o descarte del proceso respectivamente.

**Tabla 9.**

*Resumen de conformidades, reproceso y descarte de la mezcla.*

	<b>Total</b>	<b>%</b>
Reproceso	9	41%
Conforme	11	50%
Descartado	2	9%
	22	

Fuente: Elaboración Propia.

Encontrando que el 50% de las veces que se hacen las mezclas son aceptadas, un 41% son reprocesadas, es decir que el Mixer regresa a cargar de más agua para poder tener un SLUMP aceptado, y un 9% descarte dado que la mezcla tiene mucha cantidad de agua y ya queda inutilizada.

**Tabla 10.**

*resultados de las primeras pruebas SLUMP*

N° Mezcla	cm	Foto	N° Mezcla	cm	Foto
Mezcla 1	6.5		Mezcla 12	6.5	
Mezcla 2	9		Mezcla 13	7.5	
Mezcla 3	10.5		Mezcla 14	9.5	
Mezcla 4	10		Mezcla 15	9	
Mezcla 5	3		Mezcla 16	13.5	
Mezcla 6	9.5		Mezcla 17	7	
Mezcla 7	7.5		Mezcla 18	10	
Mezcla 8	10.5		Mezcla 19	9	
Mezcla 9	7.5		Mezcla 20	9	
Mezcla 10	6.5		Mezcla 21	6	
Mezcla 11	10		Mezcla 22	9	

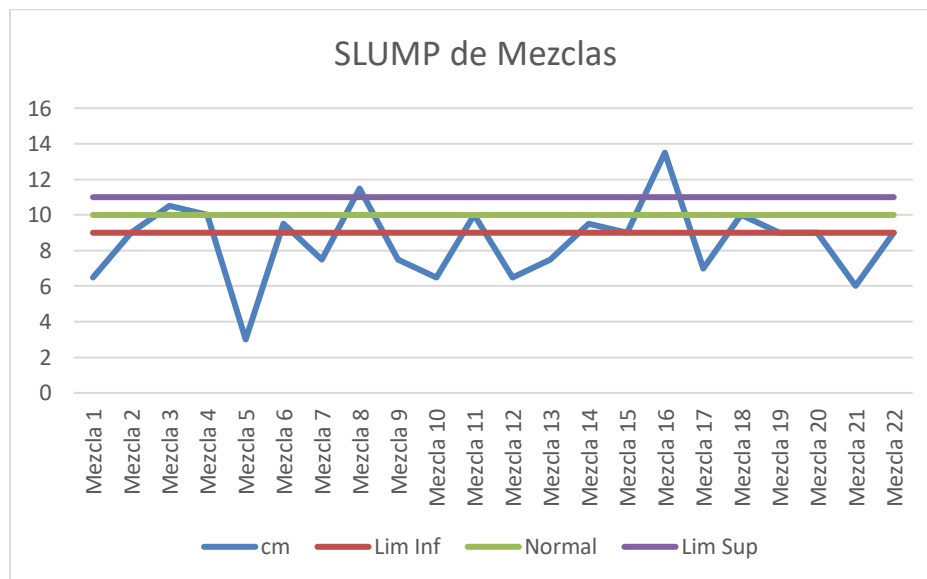
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11.**

*Resumen de SLUMP*

N° Mezcla	cm	Lim Inf	Normal	Lim Sup
Mezcla 1	6.5	9	10	11
Mezcla 2	9	9	10	11
Mezcla 3	10.5	9	10	11
Mezcla 4	10	9	10	11
Mezcla 5	3	9	10	11
Mezcla 6	9.5	9	10	11
Mezcla 7	7.5	9	10	11
Mezcla 8	11.5	9	10	11
Mezcla 9	7.5	9	10	11
Mezcla 10	6.5	9	10	11
Mezcla 11	10	9	10	11
Mezcla 12	6.5	9	10	11
Mezcla 13	7.5	9	10	11
Mezcla 14	9.5	9	10	11
Mezcla 15	9	9	10	11
Mezcla 16	13.5	9	10	11
Mezcla 17	7	9	10	11
Mezcla 18	10	9	10	11
Mezcla 19	9	9	10	11
Mezcla 20	9	9	10	11
Mezcla 21	6	9	10	11
Mezcla 22	9	9	10	11

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 40.**

*Comportamiento del registro del SLUMP respecto a su límite inferior aceptable y límite inferior utilizado para monitorizar la calidad de un proceso.*

Fuente: Elaboración Propia.

### **CR3 Elevada variación en la lectura de pesaje de agregados en la balanza de los carmix**

Falta de calibración de Mixer

Se realizó una comparación de Mixer, para determinar si las balanzas internas estaban marcando el pesaje correcto a la hora de llenar el material, al momento de comprobar esto, se pudo observar una descoordinación total de los Mixer, ya que al utilizar el mismo material arrojaban diferentes lecturas.

Cuando se revisó el reporte de mantenimiento, se encontró que no se toma en cuenta esta calibración, ver Anexo N°01

Evidencia:



***Figura 41.***

*Mixer.*

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 42.**

*Llenado de Mixer controlado por el uso de sacos de 50 kg de cada material.*

Fuente: Elaboración propia.

**CR4 Elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-6. concreto armado (>32°C)**

En los 48 días para la prueba de temperatura, se descartó 4 veces la mezcla debido a que la temperatura esta era superior a 32 grados centígrados. Según la norma E 060 de concreto armado, no se acepta una mezcla superior o igual a esta temperatura.

**Evidencia**

Temperatura Agregado Fino	Temperatura Agregado Grueso	Temperatura Cemento	Temperatura Mecla
			
			
			
			
			

**Tabla 12.**

*Fotografía de cemento expuesto al ambiente..*

Fuente: elaboración propia

### **CR5 Elevada cantidad de probetas que no cumplen con la tolerancia de resistencia de compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)**

El cliente Petro-Perú en las bases del proyecto especificó una resistencia de compresión al concreto con un mínimo de 280 kg/cm<sup>2</sup>, de la estructura fabricada al no cumplir con este, sería demolido, retirado y fabricado nuevamente.

El proceso actual para cumplir con las especificaciones de diseño del producto son 280 kg/cm<sup>2</sup> como especificación mínima de resistencia, y como requerido se asignó 310 Kg/cm<sup>2</sup>, estos valores fueron dados por el laboratorio de la universidad de Piura.

Para determinar la capacidad potencial del proceso para cumplir tales especificaciones se determinará mediante el índice Cp y Cpk.

Por la dosificación dada tenemos que, la tolerancia a las especificaciones es de 10.29%, para obtener los 290Kg/cm<sup>2</sup>, pero siempre con un mínimo de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Se tomó los datos históricos de la resistencia a compactación de las probetas, ver ANEXO 3. Control de probetas histórico.

**Tabla 13.**

*Resumen de Resistencia de Probetas Kg/cm<sup>2</sup>.*

lote	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Promedio	Rango
1	324.00	333.00	335.00	351.00	334.00	357.00	339.00	33.00
2	336.00	336.00	315.00	324.00	347.00	340.00	333.00	32.00
3	327.00	333.00	316.00	336.00	289.00	295.00	316.00	47.00
4	329.00	301.00	358.00	391.00	345.00	362.00	347.67	90.00
5	340.00	375.00	355.00	315.00	326.00	372.00	347.17	60.00
6	320.00	385.00	345.00	362.00	320.00	375.00	351.17	65.00
7	288.00	272.00	306.00	344.00	304.00	350.00	310.67	78.00
8	344.00	315.00	318.00	315.00	360.00	391.00	340.50	76.00
9	345.00	362.00	320.00	375.00	288.00	329.00	336.50	87.00
10	301.00	358.00	350.00	345.00	362.00	330.00	341.00	61.00
11	375.00	320.00	348.00	342.00	309.00	314.00	334.67	66.00
12	290.00	339.00	343.00	285.00	303.00	319.00	313.17	58.00
13	258.00	231.00	298.00	287.00	265.00	329.00	278.00	98.00
14	301.00	350.00	391.00	345.00	362.00	350.00	349.83	90.00
15	290.00	254.00	280.00	288.00	272.00	306.00	281.67	52.00
16	258.00	288.00	231.00	241.00	210.00	288.00	252.67	78.00
17	272.00	306.00	240.00	293.00	320.00	290.00	286.83	80.00
18	302.00	285.00	320.00	329.00	301.00	358.00	315.83	73.00
19	391.00	345.00	362.00	350.00	375.00	310.00	355.50	81.00
20	325.00	343.00	310.00	329.00	301.00	358.00	327.67	57.00
21	310.00	345.00	362.00	315.00	375.00	310.00	336.17	65.00
22	264.00	286.00	317.00	293.00	265.00	329.00	292.33	65.00
23	330.00	358.00	391.00	345.00	362.00	350.00	356.00	61.00
24	375.00	315.00	340.00	335.00	315.00	316.00	332.67	60.00
25	336.00	289.00	295.00	329.00	276.00	343.00	311.33	67.00
26	289.00	295.00	329.00	217.00	196.00	316.00	273.67	133.00
27	336.00	289.00	258.00	329.00	301.00	343.00	309.33	85.00
28	333.00	352.00	325.00	324.00	333.00	335.00	333.67	28.00
29	351.00	334.00	357.00	258.00	336.00	315.00	325.17	99.00
30	324.00	347.00	340.00	335.00	333.00	248.00	321.17	99.00
31	336.00	289.00	295.00	258.00	301.00	333.00	302.00	78.00
32	302.00	301.00	358.00	391.00	345.00	362.00	343.17	90.00
33	325.00	375.00	320.00	329.00	301.00	343.00	332.17	74.00
34	333.00	352.00	305.00	316.00	315.00	316.00	322.83	47.00
35	336.00	258.00	295.00	329.00	258.00	343.00	303.17	85.00
36	344.00	304.00	329.00	340.00	358.00	391.00	344.33	87.00
37	345.00	362.00	350.00	375.00	391.00	362.00	364.17	46.00
38	295.00	311.00	303.00	345.00	362.00	288.00	317.33	74.00
39	375.00	350.00	355.00	326.00	372.00	290.00	344.67	85.00
40	295.00	262.00	275.00	333.00	308.00	293.00	294.33	71.00
41	272.00	306.00	344.00	304.00	301.00	343.00	311.67	72.00
42	333.00	352.00	330.00	345.00	320.00	316.00	332.67	36.00
43	336.00	289.00	295.00	289.00	295.00	329.00	305.50	47.00
44	301.00	343.00	344.00	304.00	350.00	256.00	316.33	94.00
45	227.00	318.00	260.00	360.00	313.00	251.00	288.17	133.00
46	319.00	323.00	333.00	352.00	290.00	295.00	318.67	62.00
47	196.00	316.00	352.00	295.00	217.00	196.00	262.00	156.00
							<b>320.28</b>	<b>73.64</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 14.**

*Índices de capacidad para el Proceso.*

	10%		
ES	340		
EI	280		
d2	2.534		
Desv.Estd	29.06		
Cp	34.1%		
Cpk	22.3%	45.9%	22.3%
Cpi	45.9%		

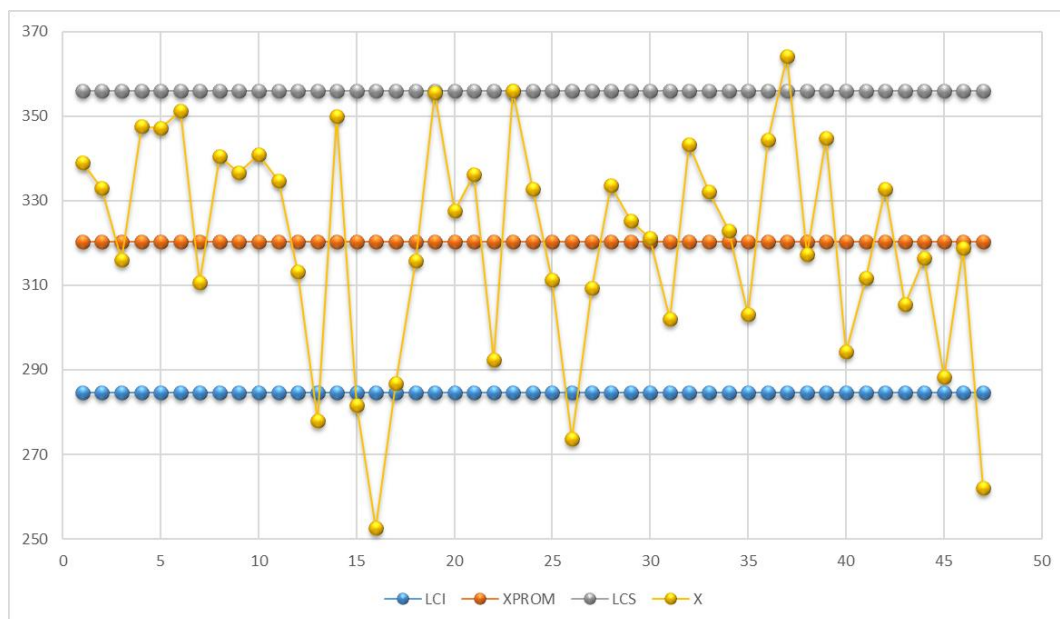
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15.**

*Índices Six Sigma*

PORCENTAJE DE LA ESPECIFICACION INFERIOR SE NO SECUMPLE
8.413%
Partes por millon fuera
66,807
Potenciales
11,135

Fuente: Elaboración propia



**Figura 43.**

*Gráfico six sigma*

Fuente: Elaboración Propia

El valor  $d_2$  se obtiene del cuadro N°08 debido a que los datos fueron tomados cada 6 probetas por lote, así mismo nos da una desviación estándar de 29.06, datos donde el  $C_p$  y el valor es de 0.341. Según el cuadro N°06 el proceso es inadecuado y se requieren modificaciones muy serias.

Determinando un porcentaje a las especificaciones que no se cumplen, es de 8.413% y según el Tabla 14 de valores de índice  $C_{pk}$  determina una sola especificación, la cual nos interesa, ya que mientras más elevado sea el valor, mejor será el resultado, entonces se tendría 66,807 partes por millón.

En los últimos 48 días el cliente rechazo 16 losetas que no cumplen con estos indicadores de resistencia.



**Figura 44.**

*Extracción de loseta descartada*

Elaboración propia.

Esta loseta fue analizada superficialmente y se observó que presentaban algunos agujeros de burbujas.



**Figura 45.**

*Parte de loseta descartada*

Elaboración propia.

#### 2.3.2.2. Monetización de pérdidas por causa raíz

##### **CR1 Monetización de Elevada cantidad de barras de acero 3/4"**

Presenta problemas por corrosión, lo cual genera costos por renovación de producto.

**Tabla 16.**

*Pérdida por renovación*

Producto	C/U	U/Mensuales	Costo/Mensual	Costo anual
Barras de acero 3/4"	S/ 18.41	20	\$ 368.13	\$ 4,417.60

Fuente: Elaboración Propia

##### **CR2 Monetización de Elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua**

**Tabla 17.**

*Costo de reproceso*

Costo de Reproceso			
	Horas	C/h	CT
Carmix	0.42	\$150.	\$62. 5
Horas hombre	0.42	\$11. 67	\$4. 86
			<b>\$67. 36</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se calculó un costo de reproceso de \$67.36 ya que el Mixer regresa para adicionarle más agua a la mezcla con un tiempo de 25 minutos que en horas son 0.42, y se considera costo de hora de mano de obra ya que los operarios de compactado quedan en espera. Detallado en la Tabla 17:

**Tabla 18.**

*Costo de Descarte*

<b>Costo de descarte</b>				
	<b>Horas</b>	<b>C/h</b>	<b>CT</b>	
Carmix	0.42	\$150.	\$62.5	
Horas hombre	0.42	\$11.67	\$4.86	
			<b>\$67.36</b>	
<b>Costo Total de de Descarte Anual Por Slump</b>				
<b>Dimensiones losas de concreto</b>				
<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>metros cubicos</b>	
2.00 m	2.00 m	0.15 m	2.5 m <sup>3</sup>	
<b>Costo de Eliminacion</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Viajes</b>	<b>Horas</b>	<b>Cu</b>	<b>CT</b>
Cargador frontal		1.0	\$50.	\$50.
Volquete	1.0		\$35.	\$35.
			<b>Costo Total de Eliminacion</b>	
			<b>\$85.00</b>	
<b>Costo de Mezclado</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Horas</b>	<b>Kg</b>	<b>Cu</b>	<b>CT</b>
Carmix	0.672		\$150.	\$100.8
Cemento		963.9	\$.212	\$204.12
Agregado fino		1789.2	\$.011	\$20.26
Agregado grueso		2595.6	\$.014	\$37.25
Agua		531.72	\$.012	\$6.38
Horas hombre	2.688		\$11.667	\$31.36
Nivelacion	84		\$6.996	
			<b>Costo Total de Mezclado</b>	
			<b>\$400.166</b>	
			<b>Costo Total de de Descarte</b>	
			<b>\$485.166</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Se calculó un Costo de Descarte de \$485.166, dividido en costo de Mezclado y Costo de eliminación. Detallado en el Tabla 18.

**Tabla 19.**

*Costo Adicional.*

N° Mezcla	Medidas	Costo Adicional/Mensual
Mezcla 1	Reproceso	\$67.36
Mezcla 2	Conforme	\$.
Mezcla 3	Conforme	\$.
Mezcla 4	Conforme	\$.
Mezcla 5	Reproceso	\$67.36
Mezcla 6	Conforme	\$.
Mezcla 7	Reproceso	\$67.36
Mezcla 8	Descartado	\$485.17
Mezcla 9	Reproceso	\$67.36
Mezcla 10	Reproceso	\$67.36
Mezcla 11	Conforme	\$.
Mezcla 12	Reproceso	\$67.36
Mezcla 13	Reproceso	\$67.36
Mezcla 14	Conforme	\$.
Mezcla 15	Conforme	\$.
Mezcla 16	Descartado	\$485.17
Mezcla 17	Reproceso	\$67.36
Mezcla 18	Conforme	\$.
Mezcla 19	Conforme	\$.
Mezcla 20	Conforme	\$.
Mezcla 21	Reproceso	\$67.36
Mezcla 22	Conforme	\$.
<b>Costo Adicional</b>		<b>\$1576.58</b>
<b>Costo Adicional/Anual</b>		<b>\$18918.98</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla de Costo adicional según el indicador Slump, donde se asignó su respectivo costo a cada mezcla según el estado de este, obteniendo un costo en 48 días hábiles de \$1,576.58 y con esto se obtuvo un costo anual de \$9,459.49 considerando 288 días hábiles por año.

### **CR3 Monetización de elevada variación en la lectura de pesaje de agregados en la balanza de los Carmix**

Cuando se realizó esta comparación, los Mixer habían sido adquiridos recientemente, y se determinó que el 3° Mixer estaba totalmente des calibrado, por lo que se comunicó con el proveedor para informarle, este indicó que era necesario una revisión técnica de la maquinaria, llevándose con un plazo de un mes.

Con este nuevo escenario la empresa perdió la tercera parte de su capacidad productiva del mezclado de los que normalmente se producía 15 m<sup>3</sup> diarios, haciendo dos turnos por Mixer, por lo que el escenario cambio de la siguiente manera:

Como los operarios que operan los Mixer son los mismos que operan la excavadora y el rodillo compactador para la preparación del terreno, se optó por expandir el tiempo de operación detallándose en las siguientes Tabla 20 para el escenario.

En la Tabla 20 se determinó el costo hacia la empresa en el mes que el Mixer estuvo en reparación, pero las causas de esta des calibración se verían reflejadas en la mala dosificación de las mezclas anteriores, las cuales no tienen registro de que el Mixer trabajó para cada área; viéndose reflejado posiblemente en las pruebas de calidad por muestreo, que son las probetas.

**Tabla 20.**

*Cálculo de Costo Total por des calibración*

Costo Total por Descalibracion						
Suceso por año	2.00					
Escenario Normal (3 Mixer)						
Recurso	Primer turno			Segundo turno		
	Horas de Preparacion de Terreno	Horas de Mezclado	Horas en Post mezclado	Horas de Preparacion de Terreno	Horas de Mezclado	Horas en Post mezclado
Operador 1	4	0.67	1.33	4	0.67	1.33
Operador 2	5	0.67	1.33	5	0.67	1.33
Operador 3	6	0.67	1.33	6	0.67	1.33

Nuevo Escenario (2 Mixer)								
Recurso	Primer turno			Segundo turno			Tiempo Extra	
	Horas de Preparacion de Terreno	Horas de Mezclado	Horas en Post mezclado	Horas de Preparacion de Terreno	Horas de Mezclado	Horas en Post mezclado	Horas de Mezclado	Horas en Post mezclado
Operador 1	4	0.67	1.33	4	0.67	1.33	0.67	1.33
Operador 2	4	0.67	1.33	4	0.67	1.33	0.67	1.33
Operador 3	4	0.67	1.33	4	0.67	1.33	0.00	0.00

Capacidad Ociosa	4.00
Tiempo Extra	4.00

Costo Adicional por Nuevo escenario			
Recurso	Horas	Costo	CT
Operario	4.00	\$15.	\$60.
Jefe de Seguridad	2.00	\$20.	\$40.
Asistente de Seguridad	2.00	\$15.	\$30.
Penalidad por Sobre tiempo	2.00	\$50.	\$100.
Costo Total/ Diario			\$230.
Costo Total/ Mensual			\$6900.
Costo Total por Descalibracion Anual			\$13800.

Fuente: Elaboración Propia

#### **CR4 Monetización de elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-6. concreto armado (>32°C)**

Las 4 veces de descarte en 48 días de mezclado significó un costo total a la empresa de \$1,685.66 que representa 10m<sup>3</sup> de mezcla de concreto, considerando un costo de eliminación de material de \$85.00, representando un costo total anual de \$10,113.98, como se detalla en la Tabla 21.

**Tabla 21.**

*Costo Total de Descarte Anual por elevada Temperatura en Mezcla*

<b>Costo Total de Descarte Anual por elevada Temperatura en Mezcla</b>				
<b>Dimensiones losas de concreto</b>				
<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>metros cubicos</b>	
2.00 m	2.00 m	0.15 m	10 m <sup>3</sup>	
<b>Total de losas</b>	<b>16.8</b>			
<b>Días</b>	<b>48</b>			
<b>Días hábiles anuales</b>	<b>288</b>			
<b>Costo de Eliminacion</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Viajes</b>	<b>Horas</b>	<b>Cu</b>	<b>CT</b>
Cargador frontal		1.0	\$50.	\$50.
Volquete	1.0		\$35.	\$35.
<b>Costo Total de Eliminacion</b>				<b>\$85.00</b>
<b>Costo de Mezclado</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Horas</b>	<b>Kg</b>	<b>Cu</b>	<b>CT</b>
Carmix	2.688		\$150.	\$403.2
Cemento		3855.6	\$. 212	\$816.48
Agregado fino		7156.8	\$. 011	\$81.02
Agregado grueso		10382.4	\$. 014	\$149.
Agua		2126.88	\$. 012	\$25.52
Horas hombre	10.752		\$11.667	\$125.44
Nivelacion	336		\$6.996	
<b>Costo Total de Mezclado</b>				<b>\$1600.664</b>
<b>Costo Total de de Descarte</b>				<b>\$1685.664</b>
<b>Costo Total de Descarte Anual por elevada Temperatura en Mezcla</b>				<b>\$10113.98</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **CR5 Monetización de elevada cantidad de probetas que no cumple con la tolerancia de resistencia de compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)**

Durante los últimos 48 días hábiles, se descartaron 16 losetas que representan 10 metros cúbicos de cemento, que significa la utilización de maquinaria pesada volquete y cargador frontal para la eliminación de estas losetas que suponen \$85. Sumado a esto, un costo de remplazo de estas 16 losetas asciende a \$1524.442, sumando el costo de eliminación, tenemos un total de \$1609.442 y considerando 288 días hábiles tenemos un costo anual de \$9,656.65.



**Tabla 22.**

*Costo total de descarte anual por incumplimiento de resistencia.*

Costo Total de Descarte Anual				
Dimensiones losas de concreto				
Largo	Ancho	Espesor	metros cubicos	
2.00 m	2.00 m	0.15 m	10 m <sup>3</sup>	
<b>Total de losas</b>	<b>16</b>			
<b>Dias</b>	<b>48</b>			
<b>Dias habiles anuales</b>	<b>288</b>			
Costo de Eliminacion				
Recurso	Viajes	Horas	Cu	CT
Cargador frontal		1.0	\$50.	\$50.
Volquete	1.0		\$35.	\$35.
			<b>Costo Total de Eliminacion</b>	<b>\$85.00</b>
Costo de Mezclado				
Recurso	Horas	Kg	Cu	CT
Carmix	2.56		\$150.	\$384.
Cemento		3672	\$. 212	\$777. 6
Agregado fino		6816	\$. 011	\$77. 16
Agregado grueso		9888	\$. 014	\$141. 91
Agua		2025.6	\$. 012	\$24. 31
Horas hombre	10.24		\$11. 667	\$119. 47
Nivelacion	320		\$6. 996	
<b>Costo Total de Mezclado</b>				<b>\$1524. 442</b>
<b>Costo Total de de Descarte</b>				<b>\$1609. 442</b>
<b>Costo Total de Descarte Anual por incumplimiento de resistencia</b>				<b>\$9656. 65</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.3. Solución Propuesta


#### **CR1: Propuesta de mejora para la “Elevada cantidad de barras de acero 3/4”**

Aplicación de LIFO, la última mercancía que entra en almacén es la primera que sale, para ello se elaboró un registro de manera organizada de la mercancía que se tiene en un almacén, logrando así una reducción de acero corrugado descartado de 2 de un total de 500 revisados.



Las columnas de ingreso y salida están validadas para usar solo una y exclusivamente para el ingreso de números.

Y por último, el código de producto es la última entrada, para poder identificar el producto de una forma más estándar; así, automáticamente aparecerá el nombre del producto.

Codigo De Material	Producto	MATERIAL NO EXISTENTE, POR FAVOR CREE MATERIAL
1001b3	Bikini color sin copas - XS	
3232	MATERIAL NO EXISTENTE	

**Figura 48.**

*Modo de guardar*

Fuente: Elaboración Propia

En el caso que no se reconozca el material (MATERIAL NO EXISTENTE), podemos crear el material o nos dará opción para la creación de uno nuevo.

El cuadro superior al botón guardar, es una ayuda para validar datos que nos muestra el estado por colores y con avisos para un correcto uso del aplicativo, como se muestra a continuación:



**Figura 49.**

*Error al guardar.*

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 52.**

*Creación de material*

Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTO	FECHA	MARCA/ PROVEEDOR	TIPO DOCUMENTO	NÚMERO	COD. OBRA / PROVEEDOR	UNID.	INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES	Codigo	Precio
TRIPODE ALUMINIO	jueves, 12/feb/15		GS				3	0		1009b3	80
TRIPODE ALUMINIO	viernes, 27/feb/15		GS	021036	010-2013		3	0		1009b3	80
TRIPODE ALUMINIO	lunes, 26/may/14		RED	050290				1		1009b3	80
TRIPODE ALUMINIO	sábado, 29/mar/14		RED	026219				2		1009b3	80
TRIPODE ALUMINIO	sábado, 29/mar/14		GS	016116	010-2013		2			1009b3	80
TRIPODE ALUMINIO	domingo, 25/may/14		GS	016212	010-2013		1			1009b3	80
TRIPODE ALUMINIO	lunes, 26/may/14		GD	15706	GS#016116				-1 (LETRAS COLOR NEGRO)	1009b3	80
PRISMA Y PORTA PRISMA	sábado, 29/mar/14		RED	026219	E. GIRON P			1		1009b4	100
PRISMA Y PORTA PRISMA	sábado, 14/feb/15		G.D				0	1		1009b4	100
PRISMA Y PORTA PRISMA	viernes, 28/mar/14		GS	016116	010-2013		1			1009b4	100
PRISMA Y PORTA PRISMA	jueves, 02/abr/15						10			1009b4	100
NIVEL TOPOGRAFICO	sábado, 14/mar/15		GS	016149	010-2013		3	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	jueves, 26/mar/15		G.S	017852	010-2013	UND	3	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	sábado, 28/mar/15		GS	016116	010-2013		3	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	domingo, 29/mar/15		GS	016116	010-2013		3	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	domingo, 29/mar/15		GS	016116	010-2013		4	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	sábado, 04/abr/15		GS	016169	010-2013		3	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	lunes, 25/may/15		GS	016212	010-2013		3	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	martes, 26/may/15		GD	15706	GS#016116		0	0		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	jueves, 16/ene/14		GS	15733				1		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	sábado, 29/mar/14		RED	026218				1		1009b6	370
NIVEL TOPOGRAFICO	lunes, 26/may/14		RED	050294				1		1009b6	370

**Figura 53.**

*Base de datos*

Fuente: Elaboración Propia

**FUNCIONALIDAD**

El objetivo es poder analizar los productos de mayor demanda y de mayor consumo para poder pronosticar de una forma más eficiente la producción, se lleva un control en tres dimensiones: producto, mes de salida y cantidad de salida.

En otra hoja podemos observar el inventario actual por producto:

Etiquetas de fila	Suma de Stock
ESTRIBOS P ZAPATAS 5/8 "	3096
HOJAS BOND A4 80 gr	3000
ESTRIBOS 1/2" COLUMNAS	1980
ALAMBRE NEGRO # 8	1305
ALAMBRE NEGRO # 16	1235
FORMATO DE ASISTENCIA PERSONAL	1029
FORMATOS DE ACTA REUNION	790
CABLE VULCANIZADO 2x12 (C/ENCHUFE INDUSTRIAL)	743
FORMATO SW GUIA DE SALIDA	525
FORMATOS DE ANALISIS DE TRABAJO	368
DIESEL #2 GRUPO ELECTROGENO GEP 83:3	356.4
CABLE PARA SOLDAR 2/0 AWG C/TENAZA TIERRA 500 AMP + TERMINAL OJO 250 AMP	310
FORMATO REGISTRO ENTREGA/ DEVOLUCION MATERIAL Y EQUIPO	305
DRIZA 3/4"	278
FORMATOS KARDEX	202
ALAMBRE GALVANIZADO DE PUAS	201
DIESEL #2 D/ GRUPO ELECTROGENO OLYMPIAN GEP 88:1	178.5
CABLE SOLDAR AWG 2/0 C/TENAZA PORTA ELECTRODO + TERMINAL OJO	160
AGUA POTABLE	150
LUNAS TRANSPARENTES PARA CARETA SOLDAR	150
GRASA SHELL RETINAX HD2	146.82
ARCHIVADOR OFICIO LOMO ANCHO	133
AMBIENTADORES SPRAY	127
FORMATOS GUIAS DEVOLUCION	109
BOLSAS COLOR NEGRO	101
ESTACAS DE MADERA 2"x2"x 1.3MTS	100
AUTOPERFORANTE N°6x1" PTA. BROCA C/ARANDELA NEOPRENO	100
CABLE NYY 2x10 MM2	91
BOLSAS COLOR ROJO	86
FOLDER MANILA A-4	67
FASTENERS	50
GANCHOS P. ETERNIT (C/ TUERTA Y CAPUCHA)	50
ABRAZADERA 1/2" (01 OREJA)	50
LIJA FIERRO #100	39
GEOSELDA - GEOWEB PERFORADA GW30V60829 PT	38
DIESEL #2 P/ MAQUINA SOLDAR RANGER350/ SN° 41040906432	35.2
HOJAS SIERRA 12X18X300 MM (SANDEF/EX)	33
GUANTES DE JEBE M . SOLVEX	27
BALDE DE PLASTICO	26
LIJA FIERRO #60	26
ARCHIVADOR 1/2 OFICIO LOMO ANCHO T/PALANCA	25
CABLE AWG 2/0 CABLE SOLDAR - C/TENAZA TIERRA + CONECTOR	24
FORMATO INSPECCION MAQUINARIA PESADA	24
DISCOS DESBASTE 1/4" X 7" X 7/8"	23
ESCRITORIO EN MELAMINE	21

### Figura 54.

*Stock.*

Fuente: Elaboración Propia

Etiquetas de fila	Costo Tot: +	Acumulad %	%	Suma de Stock	Precio		
ESTRIBOS P ZAPATAS 5/8 "	92880	19.0%	80%	19.0%	3096	30	
ESTRIBOS 1/2" COLUMNAS	69300	33.1%	80%	14.2%	1980	35	
ALAMBRE NEGRO # 8	45675	42.5%	80%	9.3%	1305	35	
ALAMBRE NEGRO # 16	44460	51.5%	80%	9.1%	1235	36	
CABLE VULCANIZADO 2x12 (C/ENCHUFE INDUSTRIAL)	23776	56.4%	80%	4.9%	743	32	
ESTACION TOTAL	15000	59.5%	80%	3.1%	3	5000	
GRUPO ELECTROGENO	12000	61.9%	80%	2.5%	3	4000	
MAQUINA DE SOLDAR A COMBUSTIBLE - LINCON ELECTRIC MOD RANGER 350	12000	64.4%	80%	2.5%	3	4000	
CONTAINER METALICO C/AZUL ELECTRICO 6x2.50 MTR	10500	66.5%	80%	2.1%	7	1500	A
MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA MILLER MODELO XMT 350 CC/V	10000	68.5%	80%	2.0%	10	1000	
MAQUINA SOLDAR INVERSORA MILLER XMT 350 SV	10000	70.6%	80%	2.0%	5	2000	
HOJAS BOND A4 80 gr	9000	72.4%	80%	1.8%	3000	3	
CABLE PARA SOLDAR 2/0 AWG C/TENAZA TIERRA 500 AMP + TERMINAL OJO 250 AMP	8680	74.2%	80%	1.8%	310	28	
ABRAZADERA 1/2" (D1 OREJA)	7500	75.7%	80%	1.5%	50	150	
DIESEL #2 GRUPO ELECTROGENO GEP 83:3	7128	77.2%	80%	1.5%	356.4	20	
ALAMBRE GALVANIZADO DE PUAS	6633	78.5%	80%	1.4%	201	33	
COMPRESOR	6500	79.9%	80%	1.3%	13	500	
NIVEL TOPOGRAFICO	6290	81.2%	80%	1.3%	17	370	
MAQUINA DE SOLDAR M/LINCON ELECTRICA MODELO FLETEC 450	5000	82.2%	80%	1.0%	1	5000	
MAQUINA DE SOLDAR ELCTR M/ LINCON MODELO 450	4500	83.1%	80%	0.9%	1	4500	
CABLE SOLDAR AWG 2/0 C/TENAZA PORTA ELECTRODO + TERMINAL OJO	4320	84.0%	80%	0.9%	160	27	
DIESEL #2 D/ GRUPO ELECTROGENO OLYMPIAN GEP 88:1	3213	84.6%	80%	0.7%	178.5	18	
ACETILENO INDUSTRIAL	3000	85.2%	80%	0.6%	12	250	
HIDRO LAVADORA PROFESIONAL KARCHER HDS-5/17	3000	85.9%	80%	0.6%	10	300	
MAQUINA SOLDAR ELCTR M/LINCON ELECTRIC - MODELO FLEXTEC 450	2800	86.4%	80%	0.6%	1	2800	
CABLE NYY 2x10 MM2	2639	87.0%	80%	0.5%	91	29	B
AGUA POTABLE	2553.4	87.5%	80%	0.5%	150.2	17	
FORMATO DE ASISTENCIA PERSONAL	2058	87.9%	80%	0.4%	1029	2	
EQUIPOS OXICORTE	2000	88.3%	80%	0.4%	2	1000	
MOTOBOMBAS	1750	88.7%	80%	0.4%	5	350	
ABRAZADERA 1/2" PARA MANGUERA MELLIZA	1600	89.0%	80%	0.3%	10	160	
FORMATOS DE ACTA REUNION	1580	89.3%	80%	0.3%	790	2	
CONTAINER METALICO 6.00 MTx2.45x2.50 MT C/AZUL	1500	89.6%	80%	0.3%	1	1500	
HORNO PORTATIL P. SOLDADURA C. AZUL H-10	1500	89.9%	80%	0.3%	1	1500	
LUNAS TRANSPARENTES PARA CARETA SOLDAR	1500	90.2%	80%	0.3%	150	10	C
ESCRITORIO EN MELAMINE	1470	90.5%	80%	0.3%	21	70	
GRASA SHELL RETINAX HD2	1468.2	90.8%	80%	0.3%	146.82	10	
DRIZA 3/4"	1390	91.1%	80%	0.3%	278	5	
AMBIENTADORES SPRAY	1270	91.4%	80%	0.3%	127	10	
FORMATO SW GUIA DE SALIDA	1050	91.6%	80%	0.2%	525	2	
DOBLE LINEA VIDA PRO CABLE ACERO M/ PROTECTA MOD 1340452	1000	91.8%	80%	0.2%	10	100	
GRUPO ELECTROGENO N°05	1000	92.0%	80%	0.2%	1	1000	

**Figura 55.**

*ABC Costo Total*

Fuente: Elaboración Propia

“Propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad para reducir los costos operativos de una empresa fabricante de losetas de construcción”



**Figura 56.**

*Pareto ABC Costo total.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó que los Productos que representaban el 80% de costo total son:

- ESTRIBOS P ZAPATAS 5/8 "
- ESTRIBOS 1/2" COLUMNAS
- ALAMBRE NEGRO # 8
- ALAMBRE NEGRO # 16
- CABLE VULCANIZADO 2x12 (C/ENCHUFE INDUSTRIAL)
- ESTACIÓN TOTAL
- GRUPO ELECTRÓGENO
- MÁQUINA DE SOLDAR A COMBUSTIBLE - LINCON ELECTRIC MOD RANGER 350
- CONTAINER METÁLICO C/AZUL ELÉCTRICO 6x2.50 MTR
- MÁQUINA DE SOLDAR INVERSORA MILLER MODELO XMT 350 CC/V



- MÁQUINA DE SOLDAR INVERSORA MILLER XMT 350 SV
- HOJAS BOND A4 80 gr
- CABLE PARA SOLDAR 2/0 AWG C/TENAZA TIERRA 500 AMP + TERMINAL OJO 250 AMP
- ABRAZADERA 1/2" (01 OREJA)
- DIESEL #2 GRUPO ELECTROGENO GEP 83:3
- ALAMBRE GALVANIZADO DE PUAS
- COMPRESOR

**Tabla 23.**

*Resumen beneficio Cr1*

Para implementar dicho sistema se requiere de :		
Lector de código de barras	\$ 120.00	
PC	\$ 450.00	
Escritorio	\$ 200.00	
Estabilizador	\$ 50.00	
Mensualmente gasto de:		
Etiquetas de barras	\$ 100.00	
<b>Ahorro</b>		
\$ 441.76		
<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	<b>ahorro mensual</b>
\$ 4,417.60	\$ 541.76	\$3,875.84

Fuente: Elaboración Propia

**Cr2: Propuesta de mejora para la elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua**

**Herramienta: Gestión de riesgos PMI**

**Identificación de riesgos:**

La identificación de los riesgos se llevó a cabo teniendo como resultado nueve riesgos de tipo técnico, trece de tipo externo, seis de tipo organizacionales y trece que se dan por la dirección del proyecto, tal como se muestra en la tabla N°24.

**Tabla 24.**

*Identificación de riesgos*

<b>Código</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>
RT	TÉCNICOS
RT-01	Especificaciones técnicas poco detalladas
RT-02	Cantidades adicionales por obras no previstas
RT-03	Suelo inestable
RT-04	Cambios en la Ingeniería de detalle
RT-05	Nivel freático muy cerca de la superficie
RT-06	Cambios en método constructivo
RT-07	Herramientas y tecnología obsoleta utilizadas
RT-08	Rechazo de trabajos
RT-09	Contaminación ambiental
RE	EXTERNOS
RE-01	Bajo rendimiento del personal de contratistas
RE-02	Escases de la mano de obra
RE-03	Poca disponibilidad de materiales
RE-04	Bajo rendimiento de los equipos
RE-05	Entrega tardía de materiales
RE-06	Aumento de costos de materiales
RE-07	Materiales con defectos de fábrica
RE-08	Lluvias abundantes.
RE-09	Quejas y reclamos de la comunidad



RE-10	Demora en la adjudicación de licencias
RE-11	Suspensión del Proyecto
RE-12	Cambios en la normatividad local o nacional
RE-13	Clima árido
RO	ORGANIZACIONAL
RO-01	Retraso en el pago
RO-02	Desmotivación del equipo de trabajo
RO-03	Contratación inadecuada
RO-04	Asignación inadecuada de tareas y/o responsabilidades
RO-05	Jornadas de trabajo excesivas y horas extras no previstas
RO-06	Demoras en las adquisiciones
RA	DIRECCIÓN DE PROYECTOS
RA-01	Conveniencia de la ejecución del proyecto
RA-02	Deficiencia en la planificación del proyecto
RA-03	Deficiencia en la elaboración de la Ingeniería conceptual
RA-04	Deficiencia en la elaboración de la Ingeniería detallada
RA-05	Deficiencia en la elaboración del plan de gestión ambiental del proyecto
RA-06	Deficiencia en la elaboración del plan de calidad del proyecto
RA-07	Deficiencia en la elaboración del plan de comunicaciones del proyecto
RA-08	Entrega tardía del cronograma del proyecto
RA-09	Deficiencias en la elaboración del presupuesto
RA-10	Deficiencia en el control del proyecto

RA-11	Falta de liderazgo del director del proyecto
RA-12	Cambios en alcance, cronograma y presupuesto del proyecto
RA-13	Cierre inadecuado del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis de riesgos:**

La Tabla 25, muestra la evaluación del impacto de acuerdo al marcador de riesgos, donde se evidencia que del total de los riesgos del proyecto solo son 2 tienen evaluación alta, 14 tienen evaluación baja y 22 de los riesgos tienen evaluación media.

También se evidencia que el promedio total de los riesgos es de 0.15, lo que le da una evaluación al proyecto con riesgo medio.

**Tabla 25.**

*Análisis de riesgos.*

Código	Tipo de Riesgo	P	I	Pxl	Cronograma	Costo	Alcance	Evaluación del impacto de acuerdo al marcador
RT-01	Especificaciones técnicas poco detalladas	0.2	0.5	0.10	x	x		MEDIO
RT-02	Cantidades adicionales por obras no previstas	0.3	0.6	0.18		x		MEDIO
RT-03	Cambios en la Ingeniería de detalle	0.5	0.2	0.10	x	x	x	MEDIO
RT-04	Nivel freático muy cerca de la superficie	0.5	0.6	0.30	x	x	x	MEDIO
RT-05	Cambios en método constructivo	0.4	0.2	0.08	x			BAJO
RT-06	Herramientas y tecnología obsoleta utilizadas	0.1	0.1	0.01		x		BAJO
RT-07	Rechazo de trabajos	0.5	0.9	0.45	x	x	x	ALTO
RT-08	Contaminación ambiental	0.1	0.1	0.01		x		BAJO
RE-01	Bajo rendimiento del personal de contratistas	0.4	0.4	0.16	x	x		MEDIO
RE-02	Escases de la mano de obra	0.2	0.5	0.10				MEDIO
RE-03	Poca disponibilidad de materiales	0.2	0.5	0.10				MEDIO
RE-04	Bajo rendimiento de los equipos	0.4	0.3	0.12	x	x		MEDIO
RE-05	Entrega tardía de materiales	0.2	0.1	0.02	x			BAJO
RE-06	Aumento de costos de materiales	0.5	0.4	0.20		x		MEDIO
RE-07	Materiales con defectos de fábrica	0.4	0.3	0.12		x		MEDIO
RE-08	Lluvias abundantes.	0.7	0.9	0.63	x	x		ALTO
RE-09	Quejas y reclamos de la comunidad	0.1	0.1	0.01	x			BAJO
RE-10	Demora en la adjudicación de Licencias	0.5	0.4	0.20	x		x	MEDIO
RE-11	Suspensión del Proyecto	0.1	0.4	0.04	x		x	BAJO
RE-12	Cambios en la normatividad local o Nacional	0.1	0.4	0.04	x		x	BAJO
RE-13	Clima árido	0.7	0.8	0.56				ALTO
RO-01	Retraso en el pago	0.2	0.2	0.04	x	x		BAJO
RO-02	Desmotivación del equipo de trabajo	0.1	0.8	0.08			x	BAJO
RO-03	Contratación inadecuada	0.5	0.5	0.25			x	MEDIO
RO-04	Asignación inadecuada de tareas y/o responsabilidades	0.2	0.2	0.04			x	BAJO
RO-05	Jornadas de trabajo excesivas y horas extras no previstas	0.5	0.2	0.10	x		x	MEDIO
RO-06	Demoras en las adquisiciones	0.2	0.1	0.02	x		x	BAJO
RA-01	Conveniencia de la ejecución del proyecto	0.2	0.6	0.12			x	MEDIO
RA-02	Deficiencia en la planificación del proyecto	0.5	0.3	0.15			x	MEDIO
RA-03	Deficiencia en la elaboración de la Ingeniería conceptual	0.5	0.3	0.15	x	x	x	MEDIO
RA-04	Deficiencia en la elaboración de la Ingeniería detallada	0.5	0.3	0.15	x	x	x	MEDIO
RA-05	Deficiencia en la elaboración del plan de gestión ambiental del proyecto	0.2	0.1	0.02	x	x	x	BAJO
RA-06	Deficiencia en la elaboración del plan de calidad del proyecto	0.5	0.2	0.10	x		x	MEDIO
RA-07	Deficiencias en la elaboración del presupuesto	0.3	0.4	0.12		x	x	MEDIO
RA-08	Deficiencia en el control del Proyecto	0.5	0.6	0.30	x		x	MEDIO
RA-09	Falta de liderazgo del Director de Proyecto	0.5	0.6	0.30	x	x	x	MEDIO
RA-10	Cambios en alcance, cronograma y presupuesto del proyecto	0.5	0.5	0.25	x	x	x	MEDIO
RA-11	Cierre inadecuado del proyecto	0.5	0.2	0.10	x	x	x	MEDIO
SUMA P x I				5.82				
Riesgos Priorizados				38.00				
PROMEDIO P X I				0.15				
CALIFICACIÓN DEL RIESGO DEL PROYECTO				MEDIO				

Fuente: Elaboración propia.

### Respuesta al Riesgos

La Tabla 26, muestra la respuesta a cada uno de los riesgos contemplados para la ejecución del proyecto.

**Tabla 26.**

*Respuesta a los riesgos*

Codigo	Tipo de Riesgo	Evaluación del impacto de acuerdo al marcador de riesgo	Respuesta
RT-01	Especificaciones técnicas poco detalladas	MEDIO	Realizar chequeo de cada detalle de las especificaciones técnicas antes de ejecutar el proyecto.
RT-02	Cantidades adicionales por obras no previstas	MEDIO	Reservar un porcentaje del presupuesto como imprevisto
RT-03	Cambios en la Ingeniería de detalle	MEDIO	Reservar un porcentaje del presupuesto como imprevisto
RT-04	Nivel freático muy cerca de la superficie	MEDIO	Utilizar equipos tipo Well Point
RT-05	Cambios en método constructivo	BAJO	Acordar con la interventoría métodos constructivos que se deben proponer.
RT-06	Herramientas y tecnología obsoleta utilizadas	BAJO	Realizar control de calidad en las herramientas y tener personal calificado para la utilización de las mismas.
RT-07	Rechazo de trabajos	ALTO	Dar seguimiento el control de calidad
RT-08	Contaminación ambiental	BAJO	Controlar los aspectos ambientales
RE-01	Bajo rendimiento del personal de contratistas	MEDIO	Controlar los rendimientos de acuerdo a lo propuesto por los contratistas
RE-02	Escasos de la mano de obra	MEDIO	Contratar con empresas de otras zonas
RE-03	Poca disponibilidad de materiales	MEDIO	Contratar proveedores de otras zonas
RE-04	Bajo rendimiento de los equipos	MEDIO	Usar equipos con uso menor a siete años
RE-05	Entrega tardía de materiales	BAJO	Asegurar la entrega oportuna de materiales
RE-06	Aumento de costos de materiales	MEDIO	Reservar un porcentaje del presupuesto como imprevisto
RE-07	Materiales con defectos de fábrica	MEDIO	Exigir el certificado de calidad de los materiales
RE-08	Lluvias abundantes.	ALTO	Verificar el registro de lluvias y pronóstico del clima
RE-09	Quejas y reclamos de la comunidad	BAJO	Realizar concertación con la comunidad
RE-10	Demora en la adjudicación de Licencias	MEDIO	Gestionar las licencias con anticipación al inicio de la ejecución del proyecto
RE-11	Suspensión del Proyecto	BAJO	Acompañar a los municipios para gestionar ante otras entidades de Gobierno la aprobación del proyecto o su continuación
RE-12	Cambios en la normatividad local o Nacional	BAJO	Acompañar a los municipios para gestionar ante otras entidades de Gobierno la aprobación del proyecto o su continuación
RE-13	Clima arido	ALTO	Verificar pronóstico de clima
RO-01	Retraso en el pago	BAJO	Realizar control en el flujo financiero del proyecto
RO-02	Desmotivación del equipo de trabajo	BAJO	Motivar al equipo de trabajo con bonificaciones
RO-03	Contratación inadecuada	MEDIO	Revisar el contenido del contrato para incluir garantías en caso de incumplimiento
RO-04	Asignación inadecuada de tareas y/o responsabilidades	BAJO	Verificar los perfiles de los cargos
RO-05	Jornadas de trabajo excesivas y horas extras no previstas	MEDIO	Controlar el cronograma para evitar atrasos
RO-06	Demoras en las adquisiciones	BAJO	Chequear el plan de adquisiciones
RA-01	Conveniencia de la ejecución del proyecto	MEDIO	Verificar el estudio de factibilidad del proyecto
RA-02	Deficiencia en la planificación del proyecto	MEDIO	Verificar la formulación y planificación del proyecto
RA-03	Deficiencia en la elaboración de la Ingeniería conceptual	MEDIO	Revisar la ingeniería conceptual previamente a la ejecución del proyecto
RA-04	Deficiencia en la elaboración de la Ingeniería detallada	MEDIO	Revisar la ingeniería detallada previamente a la ejecución del proyecto
RA-05	Deficiencia en la elaboración del plan de gestión ambiental del proyecto	BAJO	Revisar el plan de gestión ambiental previamente a la ejecución del proyecto
RA-06	Deficiencia en la elaboración del plan de calidad del proyecto	MEDIO	Revisar el plan de calidad previamente a la ejecución del proyecto
RA-07	Deficiencias en la elaboración del presupuesto	MEDIO	Inspeccionar la elaboración del presupuesto
RA-08	Deficiencia en el control del Proyecto	MEDIO	Monitorear en el control de actividades realizados por la interventoría
RA-09	Falta de liderazgo del Director de Proyecto	MEDIO	Realizar una excelente gestión al adquirir el recurso
RA-10	Cambios en alcance, cronograma y presupuesto del proyecto	MEDIO	Realizar gestión de los cambios propuestos
RA-11	Cierre inadecuado del proyecto	MEDIO	Verificar el cierre de todas las fases del proyecto

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.**

*Resumen beneficio Cr2*

Inversión	\$ 6,482.18
Probabilidad de falla	15%
Impacto	\$ 18,918.98

Costos de probabilidad de falla	
Invertir:	\$ 2,837.85

Actual	Propuesto	Ahorro mensual
\$ 18,918.98	\$ 9,320.03	\$ 9,598.95

Fuente: Elaboración Propia

### CR3 Propuesta de mejora para la elevada variación en la lectura de pesaje de agregados en la balanza de los Carmix.

**Herramienta: Mantenimiento**

**Tabla 28.**

*Costo Mantenimiento Preventivo*

**Mantenimiento Preventivo**

Probabilidad de averia

0.1	1
0.15	2
0.1	3
0.2	4
3 numero de maquinas	

0.3							
0.03				0.45			
0.003		0.045		0.045		0.3	
0.0003	0.0045	0.0045	0.03	0.0045	0.0675	0.03	0.6

280 costo MP

\$6900. costo de averia

Arbol de averías

n	An	AN/n	CA=Ca*An	Cmp=N*Cmp/n	CT
1	0.3	0.3	2,070.00	840.00	\$2910.
2	0.8	0.4	2,691.00	420.00	\$3111.
3	1.2	0.4	2,697.90	280.00	\$2977. 9
4	1.9	0.5	3,302.17	210.00	\$3512. 168

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29.**

*Cálculo de la frecuencia de inspección de mantenimiento preventivo*

**Calculo de la frecuencia de inspección de mantenimiento preventivo**

350 Ci= costo de una inspección preventivo ( en unidades monetarias)

\$13800. Cf= costo en que se incurre por no detectar la falla (en unidades monetarias)

20 Fi= (fallas por inspección) es la cantidad de modos de falla que pueden ser detectados utilizando la tecnología predictiva

0.33  $\lambda=1$  vez cada tres años =1/3 (fallas por año)

0.025 C: Factor de costo

60.00 F: Factor de Falla:

1.26065 A: Factor de Ajuste

1.91838592 I: Intervalo de inspecciones preventivo (años/ inspeccion)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30.**

*Número óptimo de inspecciones a realizar*

**Numero optimo de inspecciones a realizar**

2.00 K: es la tasa de falla, cuando realizamos una inspección por unidad de tiempo (u/año)

4 i: tiempo medio para las inspecciones (hora)

8 u: tiempo medio de reparaciones MTTR (hora)

\$13800. B: beneficio de la operación no interrumpida por unidad de tiempo.

\$1000. R: es el costo promedio de las reparaciones.

\$300. I: es el costo promedio de las inspecciones.

2 n: es el número óptimo de inspecciones a realizar

$$n = \sqrt{\frac{Ki}{\mu} \left( \frac{B + R}{B + I} \right)}$$

600 Costo de inspecciones

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31.**

*Resumen beneficio Cr3*

Propuesta de mejora			
Invertir			
Inspecciones	2	\$ 600.00	\$ 1,200.00
Reparaciones	2	\$ 1,000.00	\$ 2,000.00
Costo de averia al año	1	\$ 3,564.67	\$ 3,512.17
Total inversion			\$ 6,712.17

Actual	Propuesto	Ahorro
\$ 13,800.00	\$ 6,712.17	\$ 7,087.83

Fuente: Elaboración Propia

**CR4 Propuesta de mejora para la elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-6. concreto armado (>32°C).**

**Herramienta: Software para cambios climáticos**



### Condiciones generales:

Este software tiene la funcionalidad de indicar a qué nivel debemos descender la temperatura del agua para poder cumplir con la temperatura de la mezcla con una eficacia del 100%. Para el desarrollo de este software se recopiló los siguientes datos:

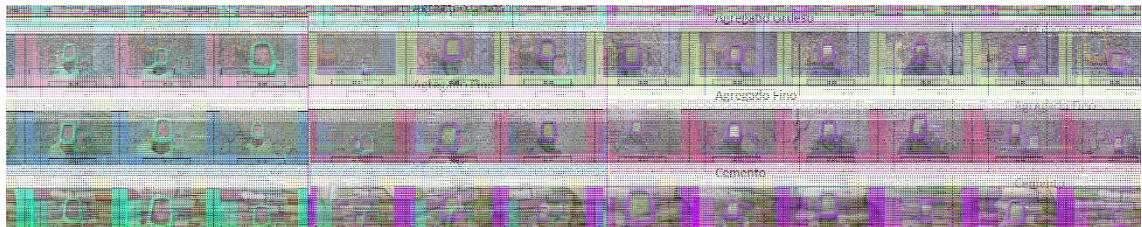
Se realizó un seguimiento a los agregados en 48 días con diferentes condiciones ambientales, el instrumento de medición utilizado fue un pirómetro, debidamente certificado y calibrado.



**Figura 57.**

*Día Nublado, estado del clima para el día 12-03-2018 en la refinería Talara*

Fuente: *Elaboración propia*



**Figura 58.**

*Registro de Seguimiento de Temperatura de los agregados del día 12-03-2018*

Fuente: *Elaboración propia*



**Figura 59.**

*Estado del clima para el día 14-03-2018 en la refinería Talara*

Fuente: Elaboración propia



**Figura 60.**

*Registro de Seguimiento de Temperatura de los agregados del día 14-03-2018*

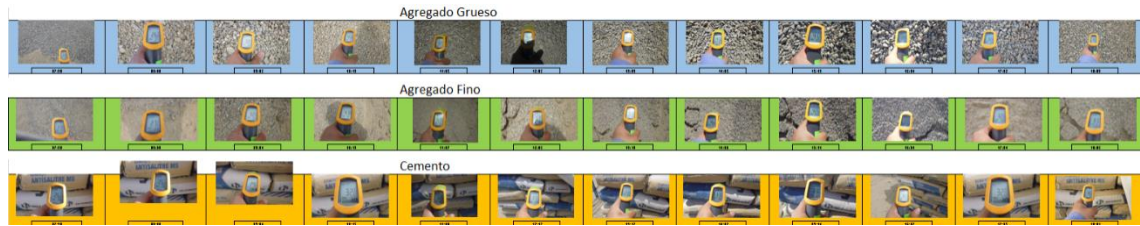
Fuente: *Elaboración propia*



**Figura 61.**

*Estado del clima para el día 18-03-2018 en la refinería Talara*

Fuente: Elaboración propia



**Figura 62.**

*Registro de Seguimiento de Temperatura de los agregados del día 18-03-2018.*

Fuente: Elaboración propia.

### Cálculo de la radiación

Para calcular la radiación se partió de un registro de clima ambiental proporcionado por la página web meteorológica” Foreca”, la radiación se determinó en función de la hora y las condiciones respectivas.

**Tabla 32.**

*Registro del clima y cálculo de radiación para el día 12-03-2018*

Hora	Temperatura	Viento	Condicion	Posibilidad de Precipitacion	Humedad	Radiacion Saliente	emisividad atmosférica	Radiacion W/m2
0	24	3 m/s	Nublado	3%	78%	3.6	0.7	0.0
1	24	3 m/s	Nublado	3%	78%	3.6	0.7	0.0
2	24	3 m/s	Nublado	4%	79%	3.6	0.7	0.0
3	23	3 m/s	Nublado	5%	80%	3.5	0.7	0.0
4	23	3 m/s	Nublado	6%	81%	3.5	0.7	0.0
5	23	3 m/s	Nublado	7%	80%	3.5	0.7	0.1
6	23	3 m/s	Nublado	8%	79%	3.5	0.7	0.3
7	23	3 m/s	Nublado	9%	77%	3.5	0.7	0.9
8	25	4 m/s	Nublado	9%	75%	3.6	0.7	1.9
9	27	4 m/s	Nublado	8%	73%	3.7	0.7	3.3
10	29	4 m/s	Nublado	8%	70%	3.8	0.7	5.0
11	30	5 m/s	Nublado	7%	68%	3.9	0.7	6.3
12	31	6 m/s	Nublado	7%	65%	4.0	0.7	6.8
13	32	6 m/s	Nublado	6%	63%	4.0	0.7	6.5
14	31	6 m/s	Nublado	6%	67%	3.9	0.7	5.2
15	30	6 m/s	Nublado	6%	72%	3.9	0.7	3.6
16	29	6 m/s	Nublado	6%	77%	3.8	0.7	2.1
17	28	5 m/s	Nublado	5%	79%	3.7	0.7	1.0
18	27	5 m/s	Nublado	5%	81%	3.7	0.7	0.4
19	26	4 m/s	Nublado	5%	84%	3.6	0.7	0.1
20	25	4 m/s	Nublado	5%	82%	3.6	0.7	0.0
21	25	4 m/s	Nublado	5%	81%	3.6	0.7	0.0
22	25	4 m/s	Nublado	5%	80%	3.6	0.7	0.0
23	25	3 m/s	Nublado	4%	79%	3.6	0.7	0.0
24	25	2 m/s	Nublado	4%	79%	3.6	0.7	0.0

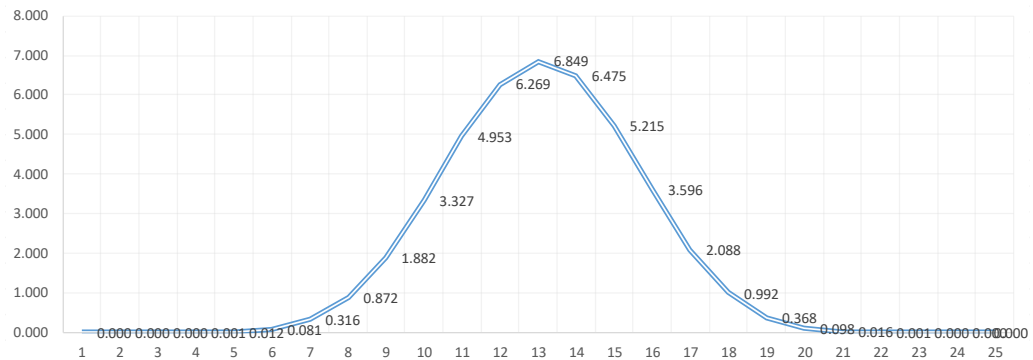
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33.**

*Condiciones del clima para el día 12-03-2018*

<b>Puesta de la Luna:</b>	<b>Despejado</b>
	04:48 Sensación térmica: <b>+26°</b>
Salida de la Luna:	Barómetro: <b>1012.0 mb</b>
	17:15 Punto de rocío: <b>+20°</b>
Fase lunar:	Humedad: <b>69.5%</b>
Waxing Gibbou	Visibilidad: <b>10 km</b>
	Salida del sol: <b>06:30</b>
	Puesta del sol: <b>18:38</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 63.**

*Gráfico de la radiación entrante en función horaria para el día 12-03-2018*

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34.**

*Registro del clima y cálculo de radiación para el día 14-03-2018*

Hora	Temperatura	Viento	Condición	Posibilidad de Precipitación	Humedad	Radiación Saliente	emisividad atmosférica	Radiación W/m2
0	24	3 m/s	Nublado	3%	79%	3.6	0.73	0.00
1	24	3 m/s	Nublado	3%	77%	3.6	0.73	0.00
2	24	3 m/s	Nublado	4%	78%	3.6	0.73	0.00
3	24	3 m/s	Nublado	5%	79%	3.6	0.73	0.00
4	23	3 m/s	Nublado	6%	80%	3.5	0.73	0.01
5	23	3 m/s	Nublado	7%	80%	3.5	0.73	0.08
6	23	3 m/s	Nublado	8%	80%	3.5	0.73	0.32
7	23	3 m/s	Nublado	9%	80%	3.5	0.73	0.87
8	25	4 m/s	Nublado	9%	76%	3.6	0.73	1.88
9	27	4 m/s	Nublado	8%	72%	3.7	0.73	3.33
10	28	4 m/s	Nublado	8%	69%	3.8	0.73	4.92
11	29	5 m/s	Nublado	7%	67%	3.9	0.73	6.23
12	30	6 m/s	Nublado	7%	66%	3.9	0.73	6.81
13	31	6 m/s	Nublado	6%	64%	4.0	0.73	6.43
14	31	6 m/s	Nublado	6%	67%	3.9	0.73	5.22
15	30	6 m/s	Nublado	6%	69%	3.9	0.73	3.60
16	29	6 m/s	Nublado	6%	71%	3.8	0.73	2.09
17	28	5 m/s	Nublado	5%	72%	3.8	0.73	0.99
18	27	5 m/s	Nublado	5%	74%	3.7	0.73	0.37
19	26	4 m/s	Nublado	5%	75%	3.7	0.73	0.10
20	26	4 m/s	Nublado	5%	76%	3.7	0.73	0.02
21	25	4 m/s	Nublado	5%	77%	3.6	0.73	0.00
22	25	4 m/s	Nublado	5%	78%	3.6	0.73	0.00
23	25	3 m/s	Nublado	4%	76%	3.6	0.73	0.00
24	25	2 m/s	Nublado	4%	74%	3.6	0.73	0.00

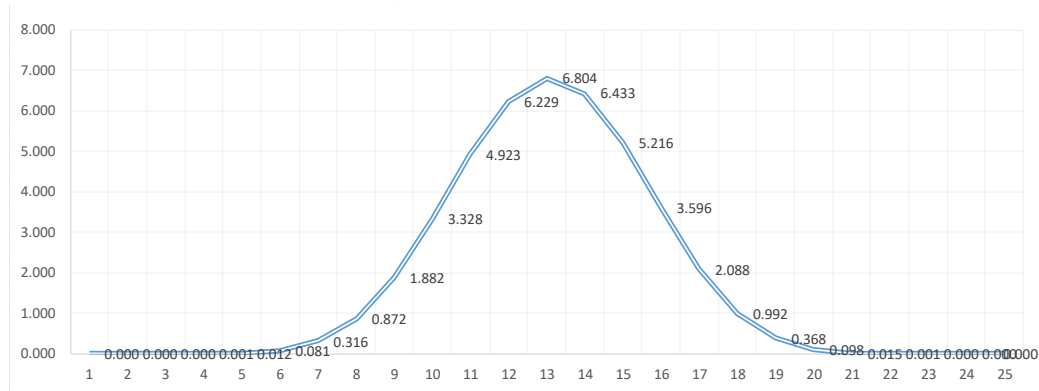
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 35.**

*Condiciones del clima para el día 14-03-2018*

**Puesta de la Luna: Despejado**  
 04:44 Sensación térmica: +26°  
 Salida de la Luna: Barómetro: 1010.0 mb  
 17:13 Punto de rocío: +20°  
 Fase lunar: Humedad: 69.5%  
 Waxing Gibbou Visibilidad: 10 km  
 Salida del sol: 06:30  
 Puesta del sol: 18:38

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 64.**

*Gráfico de la radiación entrante en función horaria para el día 14-03-2018*

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 36.**

*Registro del clima y cálculo de radiación para el día 18-03-2018*

Hora	Temperatura	Viento	Condicion	Posibilidad de Precipitacion	Humedad	Radiacion Saliente	emisividad atmosférica	Radiacion W/m2
0	23	3 m/s	Nublado	4%	78%	3.5	0.73	0.000
1	24	3 m/s	Nublado	3%	78%	3.6	0.73	0.000
2	24	3 m/s	Nublado	4%	79%	3.6	0.73	0.000
3	23	2 m/s	Nublado	5%	80%	3.5	0.73	0.001
4	23	2 m/s	Nublado	5%	81%	3.5	0.73	0.012
5	23	2 m/s	Nublado	6%	80%	3.5	0.73	0.081
6	23	3 m/s	Nublado	6%	79%	3.5	0.73	0.316
7	23	3 m/s	Nublado	7%	77%	3.5	0.73	0.873
8	25	3 m/s	Nublado	8%	75%	3.6	0.73	1.885
9	27	4 m/s	Nublado	8%	73%	3.7	0.73	3.332
10	28	4 m/s	Nublado	9%	67%	3.8	0.73	4.929
11	29	5 m/s	Nublado	9%	63%	3.9	0.73	6.237
12	31	6 m/s	Nublado	1%	59%	4.0	0.73	6.858
13	31	6 m/s	Nublado	1%	59%	4.0	0.73	6.442
14	30	6 m/s	Nublado	9%	61%	4.0	0.73	5.191
15	29	6 m/s	Nublado	8%	61%	3.9	0.73	3.581
16	29	7 m/s	Nublado	7%	63%	3.9	0.73	2.091
17	29	6 m/s	Nublado	6%	63%	3.9	0.73	0.996
18	29	5 m/s	Nublado	5%	61%	3.9	0.73	0.368
19	29	4 m/s	Nublado	4%	63%	3.9	0.73	0.096
20	27	4 m/s	Nublado	4%	69%	3.8	0.73	0.015
21	26	4 m/s	Nublado	4%	47%	4.0	0.73	0.001
22	24	4 m/s	Nublado	4%	81%	3.6	0.73	0.000
23	23	3 m/s	Nublado	4%	84%	3.5	0.73	0.000
24	23	3 m/s	Nublado	4%	84%	3.5	0.73	0.000

Fuente: Elaboración Propia

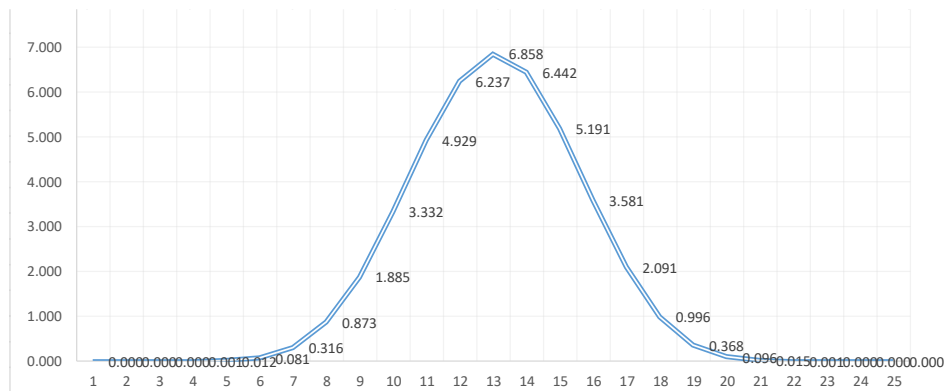
**Tabla 37.**

*Condiciones del clima para el día 18-03-2018*

<b>Puesta de la Luna:</b>	<b>Despejado</b>
	04:48 Sensación térmica: <b>+26°</b>
Salida de la Luna:	Barómetro: <b>10019.8</b>
	17:15 Punto de rocío: <b>+20°</b>
Fase lunar:	Humedad: <b>69.5%</b>
Waxing Gibbou	Visibilidad: <b>10 km</b>
	Salida del sol: <b>06:30</b>

Puesta del sol: **18:38**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 65.**










*Gráfico de la radiación entrante en función horaria para el día 18-03-2018*

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó 5 muestras para determinar los calores específicos de cada ingrediente

**Tabla 38.**

*Registro de Mezclas*

Mezcla 1 (14:10)- Carmix 3.5	
	
	
Mezcla 2 (9:50) - Carmix 3.5	
	
Mezcla 3 (16:11) – Carmix 5.5	
	
Mezcla 4 (14:25) – Carmix 5.5	
	
Mezcla 5 (8:15) – Carmix 3.5	





Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 39.**

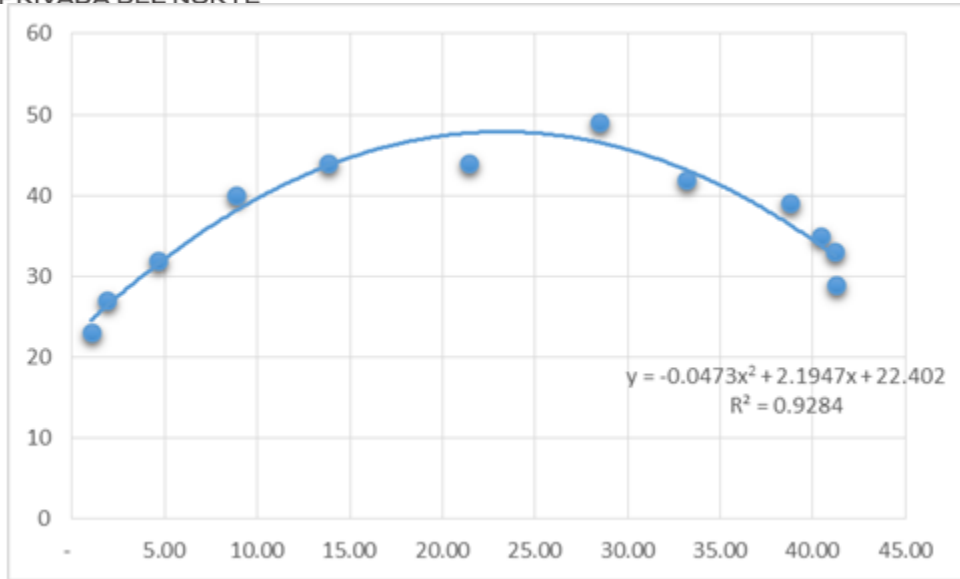
*Relación de radiación de Over.*

Over				
hora	Hora Decm	Radiacion Acum	Tmax	t
07:31	7.52	1.03	23	23.4
08:03	8.05	1.89	27	26.8
09:03	9.05	4.64	32	31.8
10:02	10.03	8.86	40	39.4
10:56	10.93	13.83	44	43.4
12:08	12.13	21.41	44	41.4
13:15	13.25	28.50	49	49
14:05	14.08	33.16	42	42.2
15:28	15.47	38.80	39	38.2
16:13	16.22	40.46	35	35.6
17:11	17.18	41.16	33	32.8
18:09	18.15	41.24	29	27.4

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 2.**

Ecuación de temperatura en Over.



**Tabla 40.**

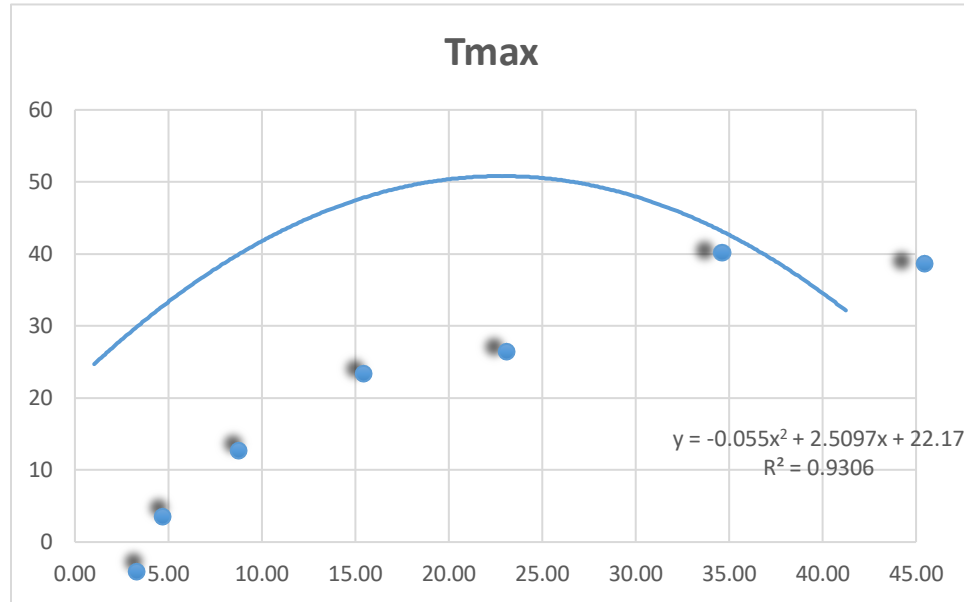
*Relación de radiación de hormigón*

Hormigon				
hora	Hora Decm	Radiacion Acum	Tmax	t
07:31	7.52	1.03	23	23.8
08:04	8.07	1.93	28	27.6
09:02	9.03	4.57	34	34.4
10:03	10.05	8.96	41	40.2
10:57	10.95	13.95	43	43.4
12:09	12.15	21.54	52	50.6
13:16	13.27	28.62	51	51.2
14:06	14.10	33.26	42	42.8
15:29	15.48	38.83	39	39.6
16:14	16.23	40.47	36	35
17:12	17.20	41.16	33	32.8
18:10	18.17	41.25	28	27.8

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 3.**

*Ecuación de temperatura en hormigón*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41.**

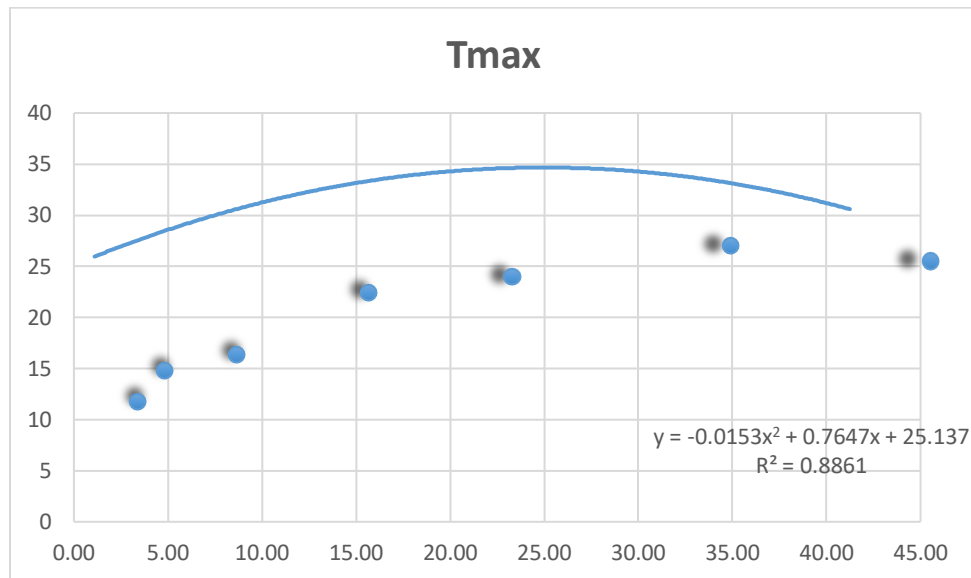
*Relación de radiación de cemento*

Cemento				
hora	Hora Decm	Radiacion Acum	Tmax	t
07:34	7.57	1.10	25	24.6
08:06	8.10	1.99	27	26.6
09:01	9.02	4.54	28	27.6
10:05	10.08	9.11	32	32
10:59	10.98	14.13	33	32
12:11	12.18	21.74	35	37.6
13:17	13.28	28.68	34	31.8
14:05	14.08	33.16	32	32
15:30	15.50	38.89	32	32.4
16:16	16.27	40.53	32	32
17:13	17.22	41.16	32	31.4
18:10	18.17	41.25	29	29.4

Fuente: Elaboración propia.

#### Ecuación 4.

*Ecuación de temperatura en cemento*



#### Tabla 42.

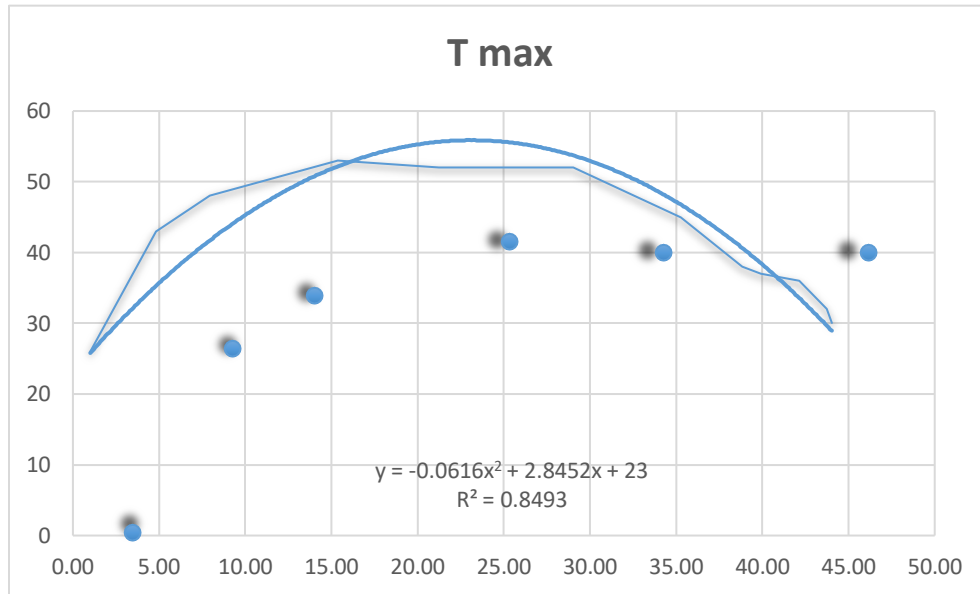
*Relación de radiación de Over*

Over				
hora	Hora Decm	Radiacion Acum	Tmax	t
07:47	7.78	1.01	26	26.6
09:09	9.15	4.84	43	42.6
09:51	9.85	7.94	48	48.8
11:09	11.15	15.36	53	52.6
12:07	12.12	21.22	52	0.51180556
13:15	13.25	29.02	52	52.4
14:25	14.42	35.26	45	45
15:12	15.20	38.83	38	37.6
15:28	15.47	39.92	37	38.2
16:17	16.28	42.15	36	37.4
17:22	17.37	43.75	32	32.8
17:50	17.83	44.03	30	28.8

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 5.**

*Ecuación de temperatura en Over*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 43.**

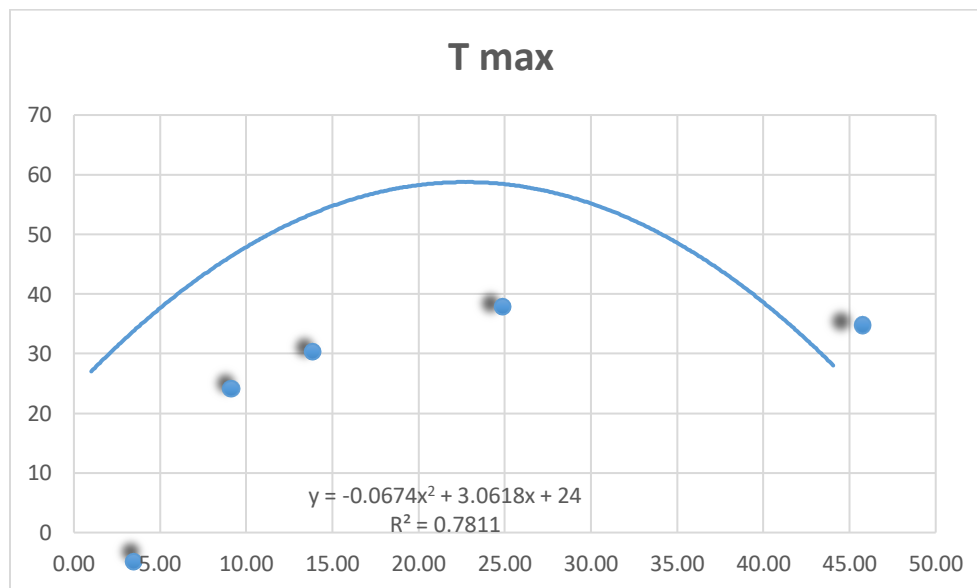
*Relación de radiación de hormigón*

Hormigón				
hora	Hora Decm	Radiación Acum	Tmax	t
07:48	7.80	1.01	27	27.4
09:10	9.17	4.72	46	45.2
09:52	9.87	7.79	50	49.8
11:09	11.15	15.04	55	53.8
13:15	13.25	28.71	53	51.6
14:26	14.43	35.41	42	40.2
15:12	15.20	38.83	39	39.2
15:29	15.48	39.86	38	37.4
16:18	16.30	42.15	37	37.4
17:23	17.38	43.73	32	32
17:50	17.83	44.05	29	29.4

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 6.**

*Ecuación de temperatura en hormigón*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 44.**

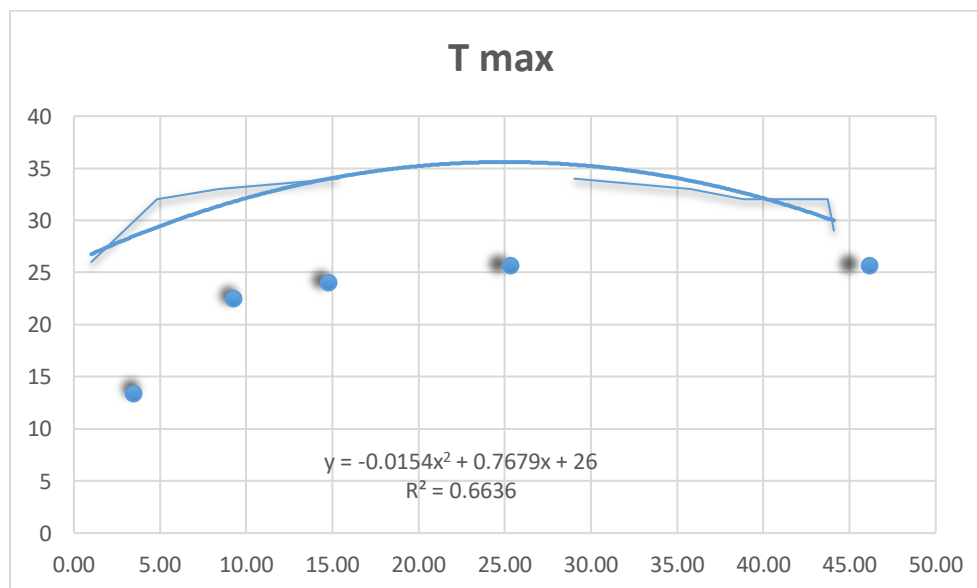
*Relación de radiación de cemento*

Cemento				
hora	Hora Decm	Radiación Acum	Tmax	t
07:49	7.82	1.01	26	26
09:12	9.20	4.84	32	32.2
09:57	9.95	8.44	33	32.8
11:10	11.17	15.36	34	34.8
13:17	13.28	29.02	34	33.8
14:28	14.47	35.76	33	29
15:14	15.23	38.83	32	31
15:30	15.50	39.92	32	32.4
16:20	16.33	42.15	32	32.2
05:24	17.40	43.75	32	31.8
05:54	17.90	44.09	29	29.2

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 7.**

*Ecuación de temperatura en cemento*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 45.**

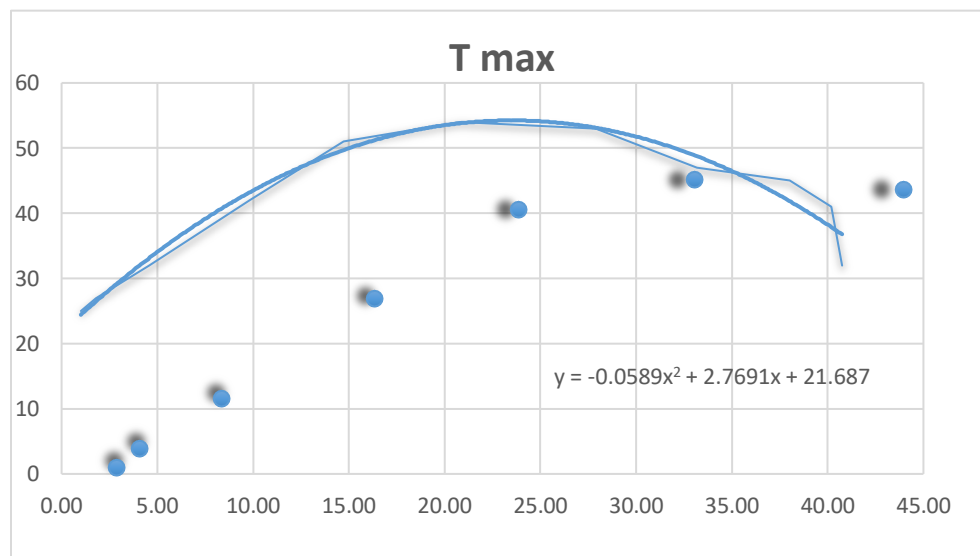
*Relación de radiación en Over*

Over				
hora	Hora Decm	Radiacion Acum	Tmax	t
07:30	7.50	1.01	25	24.41
08:00	8.00	1.79	27	26.45
09:02	9.03	4.57	32	33.12
10:13	10.22	9.83	42	43.21
11:05	11.08	14.74	51	49.70
12:02	12.03	20.76	54	53.79
13:09	13.15	27.90	53	53.10
14:05	14.08	33.16	47	48.75
15:13	15.22	38.03	45	41.82
16:04	16.07	40.21	41	37.81
18:03	18.05	40.75	32	36.71

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 8.**

*Ecuación de temperatura en Over.*



Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 46.**

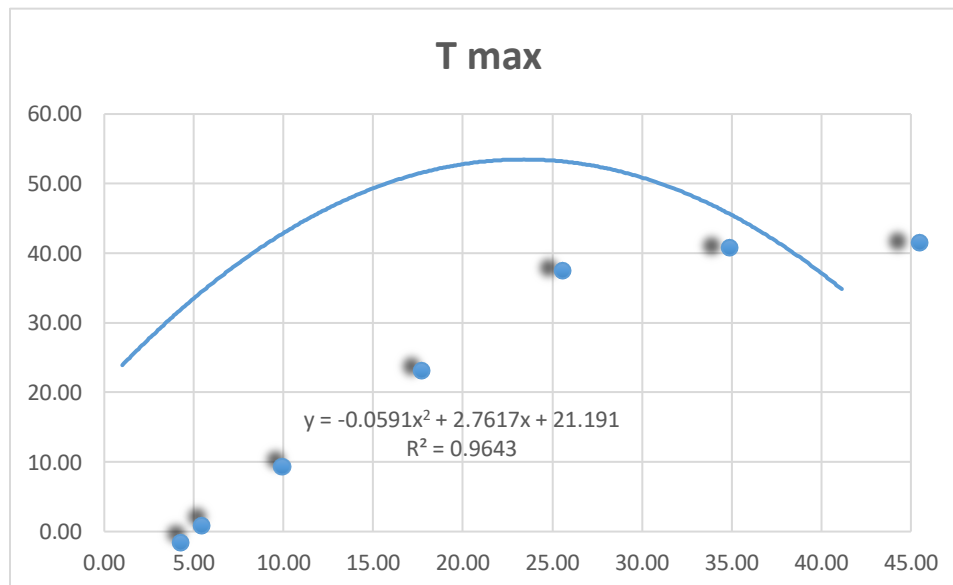
*Relación de radiación en hormigón*

Hormigón				
hora	Hora Decm	Radiación Acum	Tmax	t
07:30	7.50	1.01	24.80	24.52
08:00	8.00	1.79	26.40	26.28
09:04	9.07	4.71	32.00	32.53
10:13	10.22	9.83	41.00	41.78
11:07	11.12	14.98	50.40	48.63
12:05	12.08	21.09	52.60	53.03
13:10	13.17	28.02	53.00	52.51
14:06	14.10	33.26	47.00	47.86
15:14	15.23	38.06	43.00	40.20
16:04	16.07	40.21	39.00	35.69
17:04	17.07	41.15	35.40	33.50
18:02	18.03	40.79	31.00	34.34

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 9.**

*Ecuación de temperatura en hormigón*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47.**

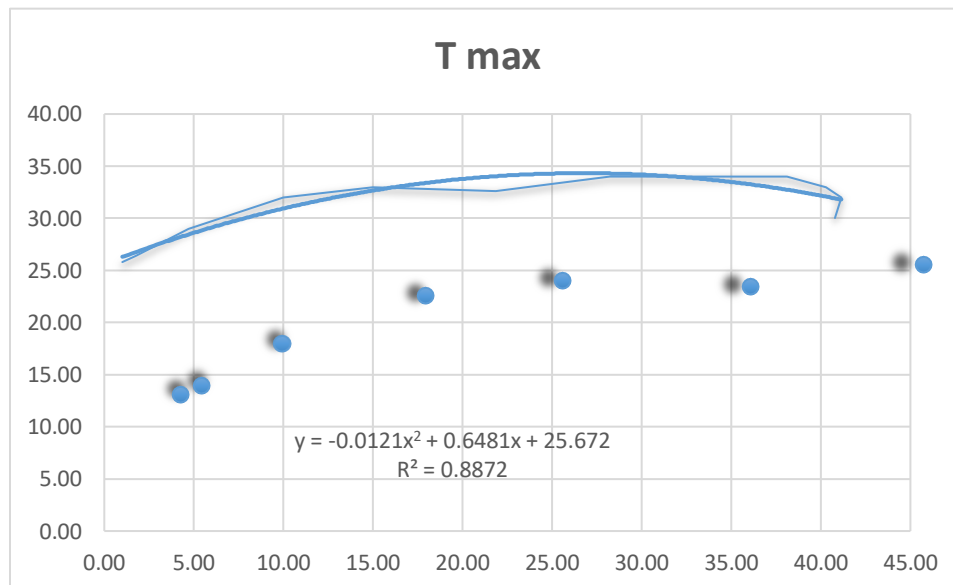
*Relación de radiación en cemento.*

Cemento				
hora	Hora Decm	Radiacion Acum	Tmax	t
07:30	7.50	1.01	25.80	26.34
08:00	8.00	1.79	26.40	26.72
09:04	9.07	4.71	29.00	28.07
10:15	10.25	9.99	32.00	30.17
11:08	11.13	14.98	33.00	31.77
12:12	12.20	21.87	32.60	33.35
13:12	13.20	28.20	34.00	34.17
14:07	14.12	33.36	34.00	34.39
15:15	15.25	38.13	34.00	34.23
16:07	16.12	40.29	33.00	34.04
17:05	17.08	41.15	32.00	33.95
18:01	18.02	40.78	30.00	33.99

Fuente: Elaboración Propia

**Ecuación 10.**

*Ecuación de temperatura en hormigón.*



**Tabla 48.**

*Cálculo de Calores específicos*

CUBOS	2.5
RESITENCIA	280 Kg/cm <sup>2</sup>
CEMENTO	1250
ARENA	1375
PIEDRA	2643
AGUA	535

Fuente: Elaboración Propia

### Ecuación 11.

Ecuación de calores específicos.

Mezcla 1:

$$(1250\text{kg}) \times (33.98^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{cem}}} + (2643\text{Kg}) \times (44.06^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{ove}}} + (1375\text{Kg}) \times (49.66^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{are}}}$$

$$= (960\text{Kg} - 450\text{Kg}) \times (30.7^\circ\text{C} - 16.2^\circ\text{C}) \times \left(1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}\right) + (450\text{Kg}) \times (30.7^\circ\text{C} - 16.5^\circ\text{C}) \times \left(1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}\right)$$

Mezcla 2:

$$(1250\text{kg}) \times (31.11^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{cem}}} + (2643\text{Kg}) \times (46.74^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{ove}}} + (1375\text{Kg}) \times (39.92^\circ\text{C} - 26.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{are}}}$$

$$= (960\text{Kg}) \times (26^\circ\text{C} - 9.9^\circ\text{C}) \times \left(1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}\right)$$

Mezcla 3

$$(1250\text{kg}) \times (33.98^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{cem}}} + (2643\text{Kg}) \times (44.06^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{ove}}} + (1375\text{Kg}) \times (49.66^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{are}}}$$

$$= (960\text{Kg}) \times (30.7 - 16.3^\circ\text{C}) \times \left(1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}\right)$$

Mezcla 4

$$(1250\text{kg}) \times (33.79^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{cem}}} + (2643\text{Kg}) \times (42.41^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{ove}}} + (1375\text{Kg}) \times (48.39^\circ\text{C} - 30.7^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{are}}}$$

$$= (960\text{Kg}) \times (30.7 - 16.5^\circ\text{C}) \times \left(1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}\right)$$

Mezcla 5

$$(1250\text{kg}) \times (27.8^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{cem}}} + (2643\text{Kg}) \times (31.41^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{ove}}} + (1375\text{Kg}) \times (28.37^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \times C_{e_{\text{are}}}$$

$$= (960\text{Kg}) \times (25^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C}) \times \left(1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}\right)$$

$$C_{e_{\text{cem}}} = 1.96944 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$$

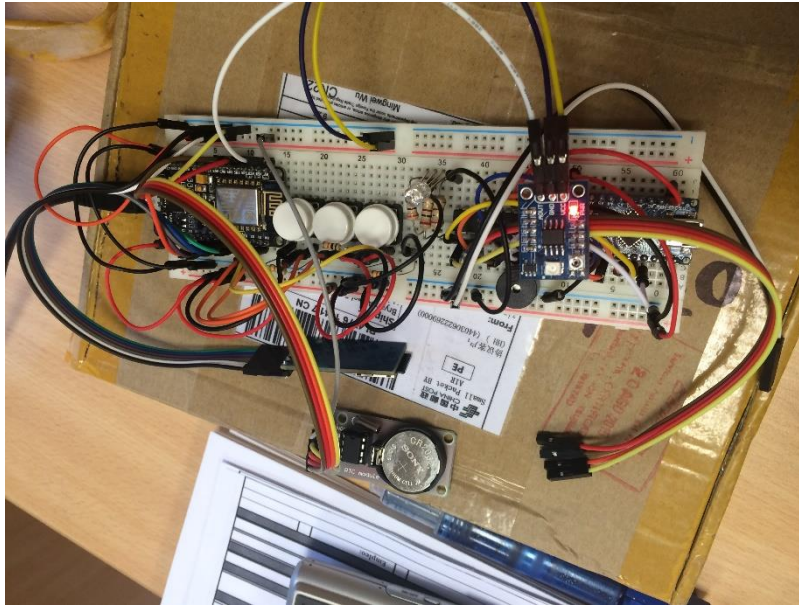
$$C_{e_{\text{ove}}} = 0.003 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$$

$$C_{e_{\text{are}}} = 0.00114 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$$

### Funciones del software:

Clic en las letras “RELOJ” activará un macro que ejecutará el aplicativo en tiempo real.

1. Visualizador de reloj segundo a segundo.
2. La casilla donde se indica la temperatura objetivo, por parámetros de seguridad se indicó que la temperatura objetivo de la mezcla sea 30 °C.
3. Es una celda desplegable donde podemos elegir entre dos fuentes meteorológicas que son “Foreca” y “The Weather Channel”.
4. Es una celda donde nos indica el tiempo de la última actualización de la fuente meteorológica.
5. Las celdas de color plomizo nos indican las condiciones ambientales actuales las cuales son: sensación térmica en °C, velocidad del viento en Km/h, dirección del viento, presión atmosférica en mb, probabilidad de precipitación, humedad en %, índice Uv, hora de amanecer, hora de puesta de la luna, atardecer y salida de la luna.
6. En esta celda nos indica la temperatura actual.
7. En esta columna visualizamos el pronóstico de la temperatura en el día respecto a la hora.
8. Gráfico del pronóstico de temperatura en el día respecto a la hora.
9. Indicador en el gráfico de temperatura en el día, que nos indica la temperatura correspondiente a la hora actual.
10. Gráfico en forma de Acelerómetro que nos indica la radiación Uv.
11. Gráfico de la radiación en Kw respecto a la hora.
12. Botón en Activex que genera un gráfico animado que nos indica el paso de las nubes de lluvia.
13. Visualizador animado que nos indica el paso de las nubes de lluvia respecto a la hora, las cuales son rojizo las más intensas y se atenúan hasta un color azul.
14. En esta columna observamos la probabilidad de precipitación del día respecto a la hora.
15. En esta columna observamos la probabilidad de precipitación del día siguiente respecto a la hora.
16. Calculadora de dosificaciones, donde indicamos los metros cúbicos de mezcla requeridos y la resistencia en Kg/cm<sup>2</sup> y como resultado nos indica en Kg la cantidad de agregados requeridos.
17. Especificaciones de Dosificación.
18. Gráfico de Comportamiento de la temperatura de los agregados respecto a la hora.
19. Temperatura actual del agregado en el gráfico ubicado en la hora actual.
20. Indicador de la temperatura actual del agregado.
21. La temperatura recomendada que debe alcanzar el agua para cumplir con el objetivo que es temperatura de la mezcla a 30°C.



**Figura 66.**

*Micro controlador Arduino*

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 69, se visualiza el hardware del sistema , que incluye los sensores UV, controlador y demás implementos electrónicos.

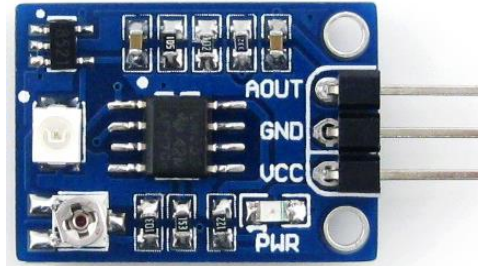


**Figura 67.**

*Aplicación de monitoreo*

Fuente: Elaboración propia

En la figura 69, se aprecia el microcontrolador, el cual se puede conectar mediante la red wifi al servidor para poder enviar datos del sensor de la figura 71



**Figura 68.**

*Sensor de Radiación UV*

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra el costo unitario de la fabricación del dispositivo en la Tabla 48, el cual asciende a \$300

**Tabla 49.**

*Costo del dispositivo*

Implementos	Costo	Cantidad	C. Total
Sensor de Radiación UV	\$ 50.00	3	\$ 150.00
Arduino Esp8266 chip	\$ 40.00	3	\$ 120.00
RTC ds3231	\$ 20.00	3	\$ 60.00
Arduino	\$ 20.00	3	\$ 60.00
Carcasa	\$ 80.00	3	\$ 240.00
Indicador LED	\$ 10.00	3	\$ 30.00
Convertior 5v 3v	\$ 10.00	3	\$ 30.00
Fuente de energia 5v	\$ 50.00	3	\$ 150.00
Cableado	\$ 20.00	3	\$ 60.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 900.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 50.**

*Resumen beneficio Cr4*

Actual	Propuesto	Ahorro
\$ 10,113.98	\$ 900.00	\$ 9,213.98

Fuente: Elaboración Propia

### **CR5 Propuesta de mejora para la elevada cantidad de probetas que no cumple con la tolerancia de resistencia de compresión (Kg/cm<sup>2</sup>).**

Después de medir las variables y analizar los datos obtenidos se propone a la empresa de estudio para mejorar el proceso de vaciado, agregar vibradoras al proceso de vaciado, para compactar el cemento y no quede aberturas u agujeros.

#### **Vibrador:**

Un vibrador interno consta de una aguja vibrante que se sumerge en el interior de la mezcla fresca de concreto. La herramienta mejora la resistencia del producto pues reduce el nivel de aire ocluido, optimizando la distribución de las partículas.

#### **La compactación de concreto:**

La compactación del concreto es la operación por la cual se densifica la masa, todavía blanda, reduciendo a un mínimo la cantidad de vacíos, los cuales provienen de varias causas siendo las principales el aire atrapado y los vacíos producidos por la evaporación de parte del agua de amasado.

Ese exceso de líquido y el volumen de aire atrapado es lo que se trata de eliminar cuando se compacta el concreto recién colocado. El agua no reactiva que pueda quedar en el interior del volumen no participa de la función resistente del concreto y, si se deseca, deja vacíos en forma de burbujas o de canales. Esos vacíos internos son, además, volúmenes sin resistencias mecánicas, siendo puntos débiles desde el punto de vista de la durabilidad.

#### **Ventajas de compactación:**

- Liberación del aire atrapado.
- Liberación del agua no reactiva.
- Aprovecha la condición tixotrópica del concreto, permite su acomodo al molde.

#### **Fase de pruebas**

Se realizó 3 mezclas con 6 probetas, 3 de las cuales se utilizó el vibrado y 3 no, obteniendo una mejora en la resistencia de 6.21% en promedio.



**Tabla 51.**

*Resumen de Resistencia de Probetas Kg/cm<sup>2</sup> de las 3 mezclas de prueba*

lote	Sin vibrado				Con vibrado				Mejora
	x1	x2	x3	Promedio	x4	x5	x6	Promedio	
1	302	290	310	301	324	312	321	319	0.061
2	294	310	305	303	325	319	321	322	0.062
3	190	198	193	194	210	205	203	206	0.064
% promedio de mejora									6.21%

Fuente: Elaboración Propia

### Fase a controlar

Luego de la propuesta de mejora se proyecta que disminuyamos los errores en el proceso de vaciado, en la siguiente tabla 51 se estima datos de como sería la tabla con una mejora estimada del 6.21% en su resistencia si se hubiese utilizado el vibrado.

**Tabla 52.**

*Resumen de Resistencia de Probetas Kg/cm<sup>2</sup>, con una mejora del 6.21% en su resistencia*

“Propuesta de mejora en el área de gestión de la calidad para reducir los costos operativos de una empresa fabricante de losetas de construcción”

lote	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Promedio	Rango
1	344	354	356	373	355	379	360	35
2	357	357	335	344	369	361	354	34
3	347	354	336	357	307	313	336	50
4	349	320	380	415	366	384	369	96
5	361	398	377	335	346	395	369	64
6	340	409	366	384	340	398	373	69
7	306	289	325	365	323	372	330	83
8	365	335	338	335	382	415	362	81
9	366	384	340	398	306	349	357	92
10	320	380	372	366	384	350	362	65
11	398	340	370	363	328	333	355	70
12	308	360	364	303	322	339	333	62
13	274	245	317	305	281	349	295	104
14	320	372	415	366	384	372	372	96
15	308	270	297	306	289	325	299	55
16	274	306	245	256	223	306	268	83
17	289	325	255	311	340	308	305	85
18	321	303	340	349	320	380	335	78
19	415	366	384	372	398	329	378	86
20	345	364	329	349	320	380	348	61
21	329	366	384	335	398	329	357	69
22	280	304	337	311	281	349	310	69
23	350	380	415	366	384	372	378	65
24	398	335	361	356	335	336	353	64
25	357	307	313	349	293	364	331	71
26	307	313	349	230	208	336	291	141
27	357	307	274	349	320	364	329	90
28	354	374	345	344	354	356	354	30
29	373	355	379	274	357	335	345	105
30	344	369	361	356	354	263	341	105
31	357	307	313	274	320	354	321	83
32	321	320	380	415	366	384	364	96
33	345	398	340	349	320	364	353	79
34	354	374	324	336	335	336	343	50
35	357	274	313	349	274	364	322	90
36	365	323	349	361	380	415	366	92
37	366	384	372	398	415	384	387	49
38	313	330	322	366	384	306	337	79
39	398	372	377	346	395	308	366	90
40	313	278	292	354	327	311	313	75
41	289	325	365	323	320	364	331	76
42	354	374	350	366	340	336	353	38
43	357	307	313	307	313	349	324	50
44	320	364	365	323	372	272	336	100
45	241	338	276	382	332	267	306	141
46	339	343	354	374	308	313	338	66
47	208	336	374	313	230	208	278	166
							<b>340.17</b>	<b>78.21</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 53.**

*Índices de capacidad para el proceso, con una mejora del 6.21% en su resistencia.*

	10%		
ES	340		
EI	280		
d2	2.534		
Desv.Estd	30.86		
Cp	32.1%		
Cpk	-0.4%	64.7%	-0.4%
Cpi	64.7%		

PORCENTAJE DE LA ESPECIFICACION INFERIOR SE NO SECUMPLE
2.609%

Partes por millon fuera
17,805

Potenciales
2,968

Fuente: *Elaboración Propia*

Implementando esta mejora se estima una desviación estándar de 30.86, donde el Cp y el valor es de 0.321.

Determinando un porcentaje a las especificaciones que no se cumple es de 2.609% y según el tabla 52 de valores de índice Cpk nos determina para una sola especificación, la que importa, ya que mientras más elevado sea el valor, será mejor el resultado, entonces se tendría 17,805 partes por millón.

**Tabla 54.**

*Cantidad estimada de losetas rechazadas*

% de la especificación inferior se no secumple	Cantidad de losetas rechazadas
8.413%	16
2.609%	5

Fuente: *Elaboración Propia*

**Tabla 55.**

*Costo total de descarte anual por incumplimiento de resistencia*

Costo Total de Descarte Anual				
<b>Dimensiones losas de concreto</b>				
<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>metros cubicos</b>	
2.00 m	2.00 m	0.15 m	3 m <sup>3</sup>	
<b>Total de losas</b>	<b>5</b>			
<b>Días</b>	<b>48</b>			
<b>Días hábiles anuales</b>	<b>288</b>			
<b>Costo de Eliminación</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Viajes</b>	<b>Horas</b>	<b>Cu</b>	<b>CT</b>
Cargador frontal		1.0	\$50.	\$50.
Volquete	1.0		\$35.	\$35.
<b>Costo Total de Eliminación</b>				<b>\$85.00</b>
<b>Costo de Mezclado</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Horas</b>	<b>Kg</b>	<b>Cu</b>	<b>CT</b>
Carmix	0.8		\$150.	\$120.
Cemento		1147.5	\$. 212	\$243.
Agregado fino		2130	\$. 011	\$24. 11
Agregado grueso		3090	\$. 014	\$44. 35
Agua		633	\$. 012	\$7. 6
Horas hombre	3.2		\$11. 667	\$37. 33
Nivelación	100		\$6. 996	
<b>Costo Total de Mezclado</b>				<b>\$476. 388</b>
<b>Costo Total de de Descarte</b>				<b>\$561. 388</b>
<b>Costo Total de Descarte Anual por incumplimiento de resistencia</b>				<b>\$3368. 33</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 56.**

*Resumen beneficio Cr5*

<b>Inversion</b>		
<b>Costo de vibrado</b>	<b>\$1650.</b>	
<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	<b>Ahorro</b>
<b>\$9656. 65</b>	<b>\$5018. 329</b>	<b>\$4638. 321</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.3. Evaluación económica

**Tabla 57.**

*Flujo de caja proyectado*

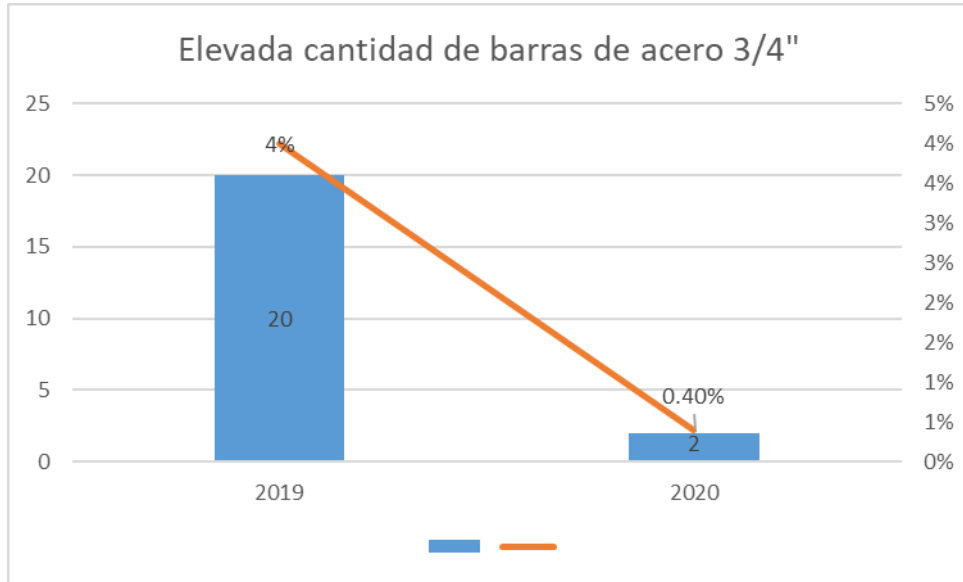
		FLUJO DE CAJA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Inversion</b>													
Lector de código de barras	\$ 120.00												
PC	\$ 450.00												
Escritorio	\$ 200.00												
Estabilizador	\$ 50.00												
UV	\$ 900.00												
Vibradora	\$ 1,650.00												
Gestión de riesgos	\$ 6,482.18												
<b>Pérdida Mejorada</b>													
Beneficios de la propuesta de mejora para la “Elevada cantidad de barras”	\$ 3,975.84	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32	\$ 331.32
Beneficios de la propuesta de mejora para la elevada cantidad de mezclas	\$ 16,081.14	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09	\$ 1,340.09
Beneficios de la propuesta de mejora para la elevada variación en la ley	\$ 10,287.83	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32	\$ 857.32
Beneficios de la propuesta de mejora para la elevada cantidad de mezclas	\$ 10,113.98	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83	\$ 842.83
Beneficios de la propuesta de mejora para la elevada cantidad de productos	\$ 6,288.32	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03	\$ 524.03
TOTAL DE INGRESOS ANUALES	\$ 46,747.12												
<b>TOTAL DE INGRESOS MENSUALES</b>		<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>	<b>\$3,895.59</b>
<b>EGRESOS</b>													
Etiquetas de barras	\$ 100.00	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33	\$ 8.33
Gestión de mantenimiento	\$ 3,200.00	\$ 1,600.00											
TOTAL DE EGRESOS ANUALES	\$ 3,300.00												
<b>TOTAL DE EGRESOS MENSUALES</b>		<b>\$1,608.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$1,608.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>	<b>\$ 8.33</b>
<b>Flujo actual</b>		<b>\$ -9,852.18</b>	<b>\$ 2,287.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 2,287.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>	<b>\$ 3,887.26</b>
<b>VAN</b>		<b>\$ 29,171.04</b>											
Tasa interés ref. anual caja trujillo	21.60%												
Tasa interés ref. mensual caja trujillo	1.64%												
TIR	33%												
B/C	3.0												

Fuente: Elaboración propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

**Figura 69.**

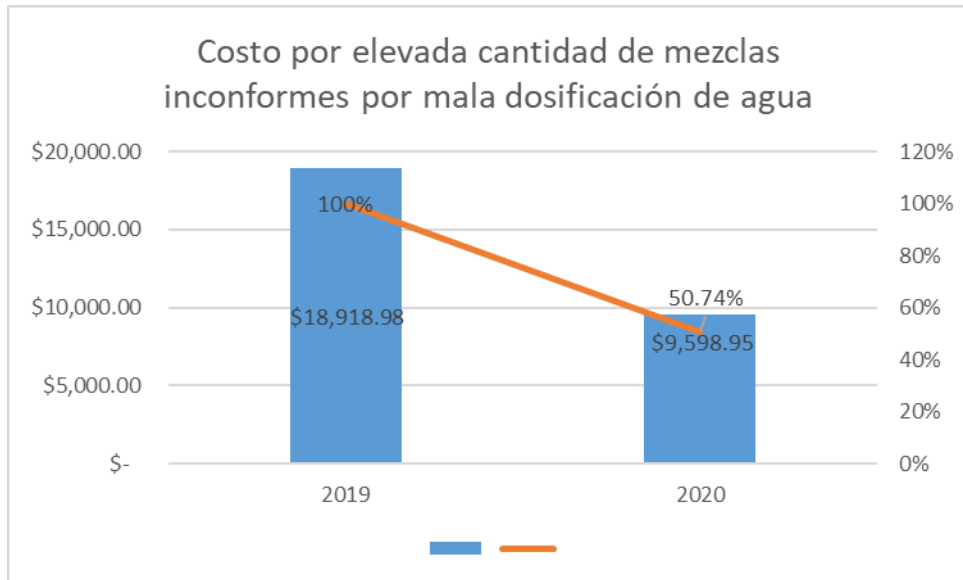
*Elevada cantidad de barras de acero 3/4"*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 70.**

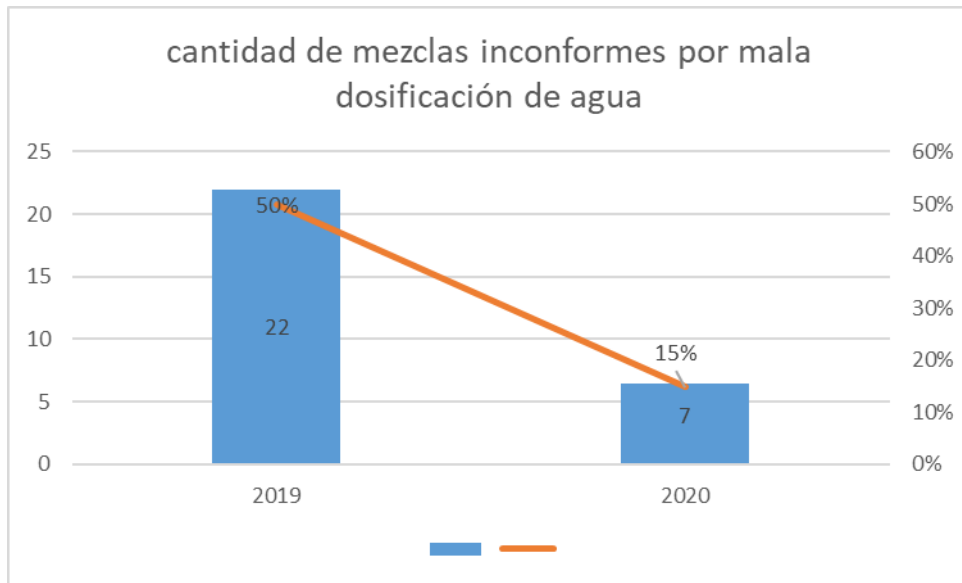
*Costo por elevada cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 71.**

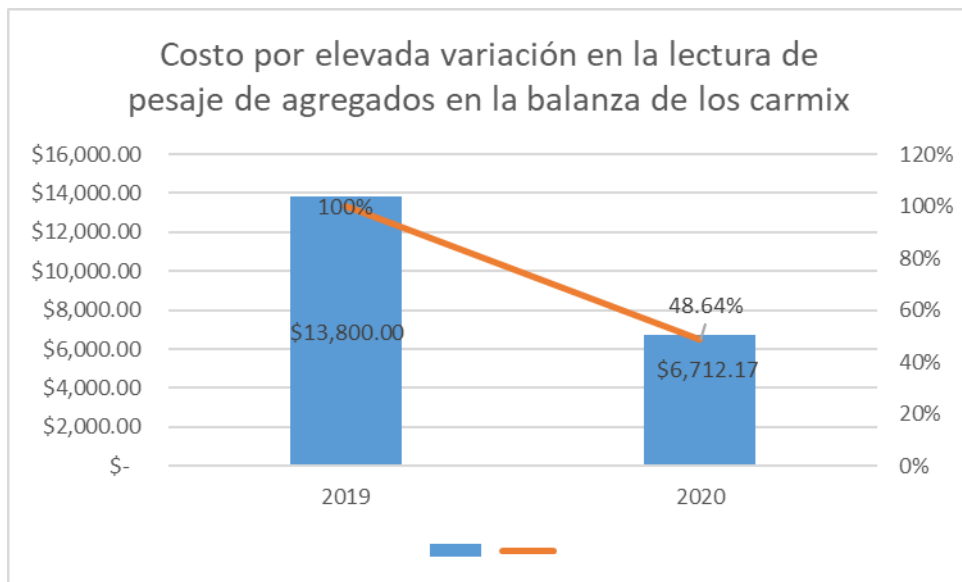
*Cantidad de mezclas inconformes por mala dosificación de agua*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 72.**

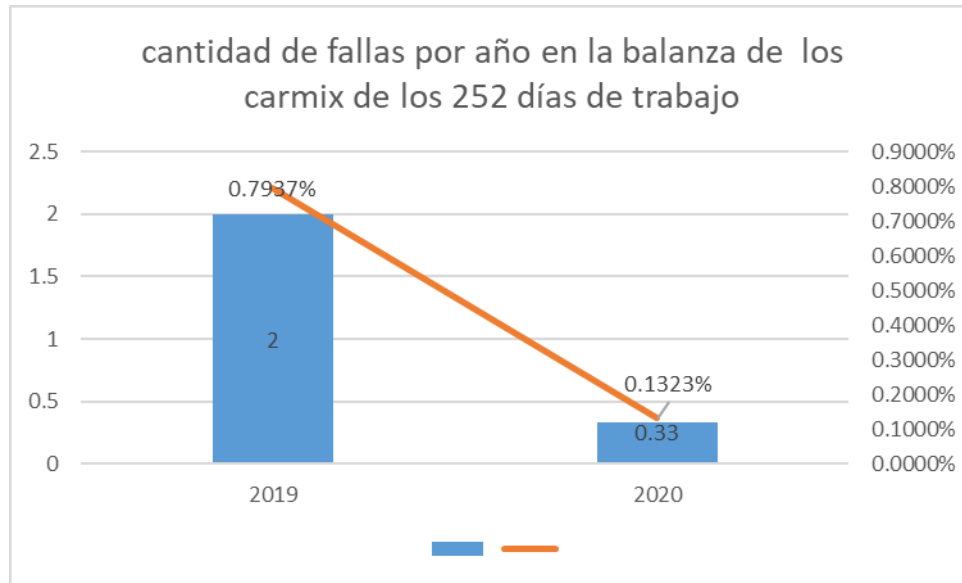
*Costo por elevada variación en la lectura de pesaje de agregados en la balanza de los Carmix*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 73.**

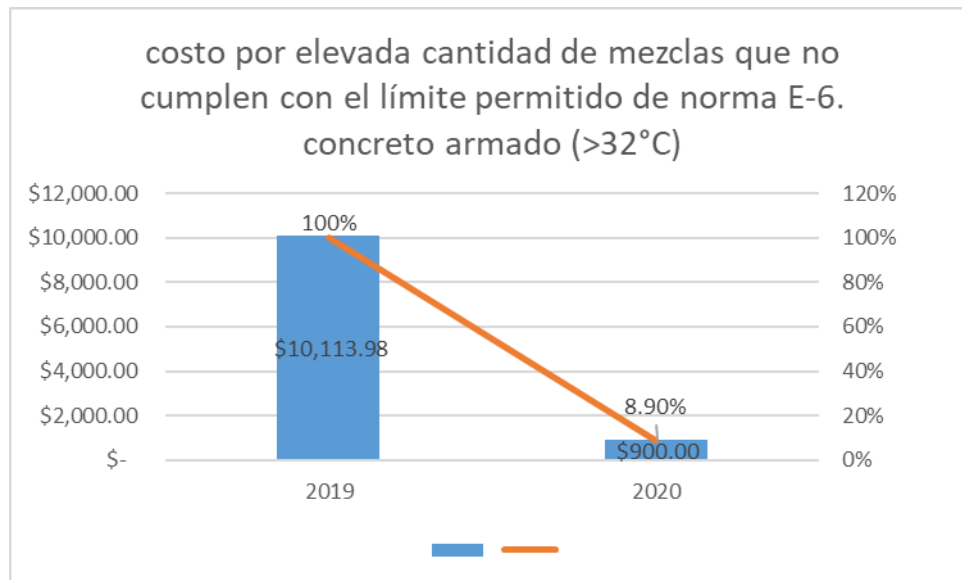
*Cantidad de fallas por año en la balanza de los Carmix de los 252 días de trabajo*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 74.**

*Costo por elevada cantidad de mezclas que no cumplen con el límite permitido de norma E-6. concreto armado (>32°C)*

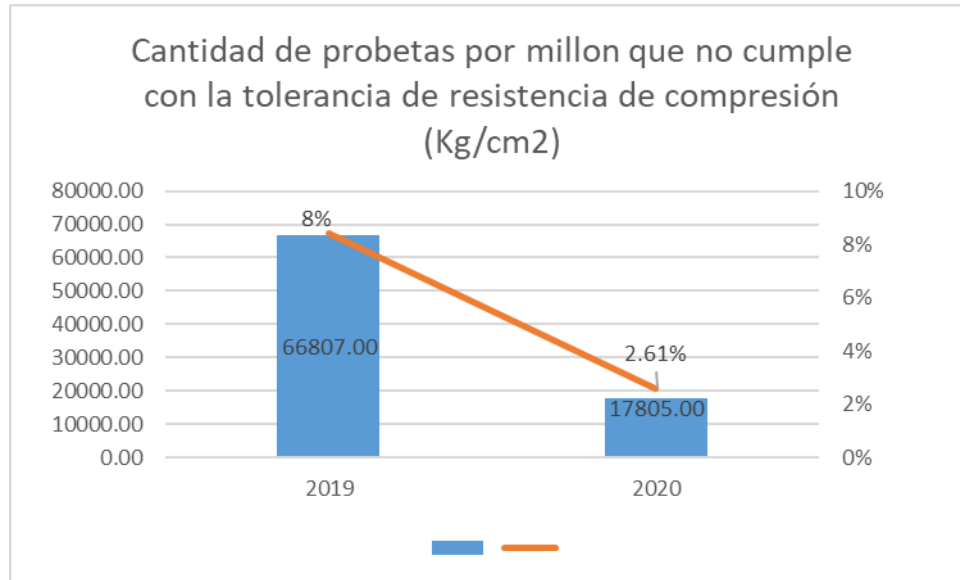


Fuente: Elaboración Propia



**Figura 75.**

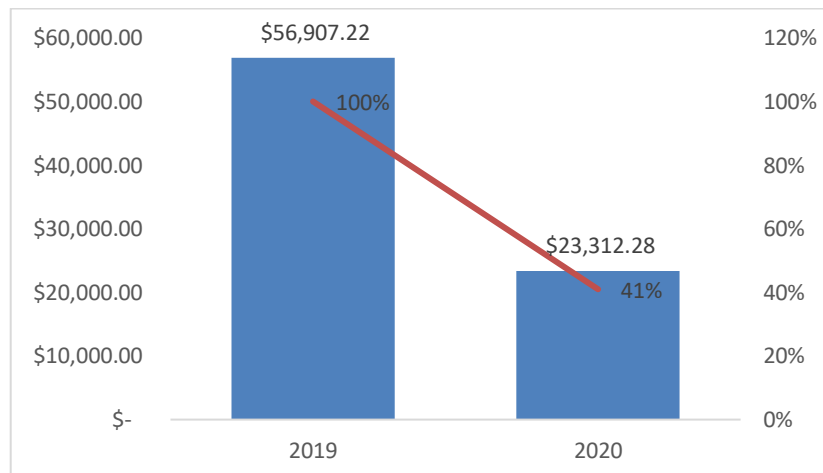
*Cantidad de probetas por millón que no cumple con la tolerancia de resistencia de compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 76.**

*Costo Total*



Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- Si bien es cierto que es posible aplicar Modelo de aseguramiento de la Calidad, como afirma Izquierdo Tacuri, Diego (2013), la situación actual de la empresa no permite la inversión que se requiere para las auditorías dentro de las instalaciones del cliente. En la presente tesis brinda otra alternativa, la del uso de Índices de capacidad para el proceso, opción que es viable de acuerdo a los indicadores analizados.
- Conociendo la problemática planteada por Cava Curilaf, Elizabeth (2010) la cual indica que la calidad es uno de los factores que más relación tiene con la productividad de las obras y el éxito operacional, se ha creído conveniente dedicar parte de esta tesis a proponer una reducción de error en el cumplimiento con las especificaciones.
- El autor Medina Bocanegra, Josué (2013) tuvo como principal objetivo en su estudio evitar los cumplimientos establecidos por el cliente. En ella se detalla la importancia de la implementación del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008 en una empresa del sector construcción. En la presente tesis, se proponen controles para medir de forma constante la temperatura de los materiales y así asegurar la calidad de los productos.
- A través de un Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de control de la calidad, Calderón Pozo, Francisco (2014) logró reducir los costos relevantes a partir de las inspecciones, puesto que dicho programa aseguraba un incremento en la calidad y productividad de la empresa. En la presente

los costos por averías.

- Polo Olivero (2012) propone implementar el sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008, para mejorar la rentabilidad de una empresa. En la presente tesis, también se han desarrollado herramientas de la Ingeniería Industrial como el equilibrio térmico y controles estadísticos para llegar al objetivo planteado.

## 4.2 Conclusiones

- La propuesta de mejora redujo los costos operativos de una empresa en 39%.
- Se demuestra que la propuesta de mejora es viable y se ve reflejado en los indicadores VAN, TIR y Beneficio/Costo, que resultan \$29,171.04, 33% y 3.0 respectivamente.
- La herramienta de mejora de Kardedx con aplicación LIFO permitió gestionar de manera más eficiente de manera que la última mercancía que entra en almacén es la primera que sale, reduciendo así de 4% a 0.4% las barras de acero descartadas. Esto representa una disminución de costo de \$3,875.84.84.
- La propuesta de mejora en la gestión de riesgos PMI, brinda un ahorro de \$9,598.95.
- La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento brinda una reducción de costo de \$ 6,712.17 tras una inversión total de \$ 6,712.17.
- La herramienta de Software para cambios climáticos brinda un ahorro de \$ 9,213.98.
- La propuesta de mejora en la gestión de la calidad brinda una reducción de costo de \$4,638.32 con una inversión de \$ 5,018.33.

- La propuesta de mejora en la gestión de la calidad brinda una reducción de la especificación inferior de 8.413% y partes por millón fuera de 66,807 probetas, mientras que en el año 2020 representaría un 2.609% de la especificación inferior que no cumple con 17,805 partes por millón fuera.

## REFERENCIAS

### LIBROS

Joseph Juran, (1986) La Trilogía de la calidad. Madrid España. Editorial Diaz Santos, S.A.

Javier Miranda, (2007) Introducción a la gestión de calidad, Madrid España, Editorial Delta.

Cudmani L.C., (1990), El histograma una herramienta de aprendizaje constructivista, Madrid España Editorial Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física.

Candido Lopez, (2002), On The Simulation Of Queues With Pareto Service, Pontevedra, España, Editorial ETSE

Gea, M. M., Batanero, C., Arteaga, P., Cañadas, G. R., & Contreras, J. M. (2014). Análisis del lenguaje sobre la correlación y regresión en libros de texto de bachillerato. Suma, 76, 37-45.

Cudmani L.C (1990). El histograma: una técnica de aprendizaje constructivista, Sao Paulo, Brasil, Editorial Scielo

Candido Lopez (2002). On The Simulation Of Queues With Pareto Service, Vigo España, Editorial Etse

Montgomery, D. C. (2004). CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD, MEXICO, editorial LIMUSA

Riu Jordi. Gráficos de control de Shewhart. Accesado online el 9 de Abril de

José Francisco Vilar Barrio (1997) Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad, Barcelona, Editorial FC

Luis Angulo Aguirre (2005) Preparación para la Certificación PMP, Lima Perú , Editorial Macro ERIL

García Martínez (2002) A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R) Guide-Sixth, EEUU, editorial Newtown Square

Miguel Ángel Ladrón de Guevara (2007) Técnicas de recepción y comunicación. España, Editorial Tutor formación

#### TESIS

Izquierdo Tacuri, Diego (Ecuador – 2013) en su tesis “Modelo De Aseguramiento De La Calidad En La Construcción De La Vivienda Unifamiliar”

Cava Curilaf, Elizabeth (Chile 2010) En Su Tesis “Propuesta De Un Plan De Aseguramiento De La Calidad Para El Área Servicio Postventa De La Empresa Constructora Pocuro, “Obra El Rosario”


Medina Bocanegra, Josué (Lima 2013) En su Tesis “Propuesta Para La Implementación Del Sistema De Gestión De Calidad Basado En La Norma ISO 9001:2008 En Una Empresa Del Sector Construcción”,

Calderón Pozo, Francisco (Lima – 2014) En su Tesis “Diagnóstico Y Propuesta De Mejora Del Proceso De Control De La Calidad En Una Empresa Que Elabora Aceites Lubricantes Automotrices E Industriales Utilizando Herramientas Y Técnicas De La Calidad,

Polo Olivero (Trujillo – 2012), Pamela En su Tesis “Propuesta Para La Implementación Del Sistema De Gestión De Calidad Basado En La Norma ISO 9001:2008 La Empresa Edicas S.A.”,

**ANEXOS**

**ANEXO 1. Dosificación de concreto**



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**DOSIFICACIÓN DE CONCRETO**

**Solicitante:** CONSORCIO DEMEN S.A. - M Y C PARIÑAS S.A II  
**Orden de servicio N°:** 16287  
**Informe N°:** 140002  
**Fecha de emisión:** 13/02/2018

**Obra:** FABRICACION Y MONTAJE E INTERCONEXION DE 03 TANQUES DE 120MB CADA UNO  
**Ubicación:** Refinería Talara

**PARAMETROS FISICOS DE LOS AGREGADOS**

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Módulo de fineza	2.30	--
TMN (pulg.)	--	3/4"
Peso unitario suelto en stock(kg/m <sup>3</sup> )	1612	1438
Peso unitario varillado en stock(kg/m <sup>3</sup> )	1716	1578
Gravedad específica (SSS)	2.59	2.62
Capacidad de absorción (%)	1.47%	1.20%
Humedad total (%)	0.54%	0.31%


**DOSIFICACION**

f <sub>c</sub> (especificada):	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>
Desviación estándar:	----- <b>No especificada</b>
f <sub>cr</sub> (requerida):	<b>365 kg/cm<sup>2</sup> (Calculada según tabla 5.3 del R.N.E. Norma E.060 Concreto Armado)</b>
Edad especificada (días):	<b>28</b>

	Tipo	Procedencia	Cantidades en peso en stock para 1m <sup>3</sup> de concreto	Unidades	Proporción de mezcla en volumen (estado suelto)
Cemento	Tipo MS	Pacasmayo	500	kg	1
Agregado fino	Arena	Cantera Piedritas - Talara	550	kg	1.02
Agregado grueso	Piedra	Cantera Piedritas - Talara	1057	kg	2.21
Agua	Potable	--	214	kg	--
Aditivo 1	-	--	0.00	kg	--
Aditivo 2	-	--	0.00	kg	--
Relación agua cemento	--	--	0.40	--	--
Slump	--	--	80 a 100	mm	--
Factor cemento	--	--	11.76	bls/m <sup>3</sup>	--

**Observaciones:**


**Técnico encargado:** Francisco Castro  
**Supervisor:** Ing. Christian Varhen García



**L.E.M.C.**  
Shirley Carrillo Siancas  
Ingeniero Civil  
CURP: 1168  
Responsable



ANEXO 2. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

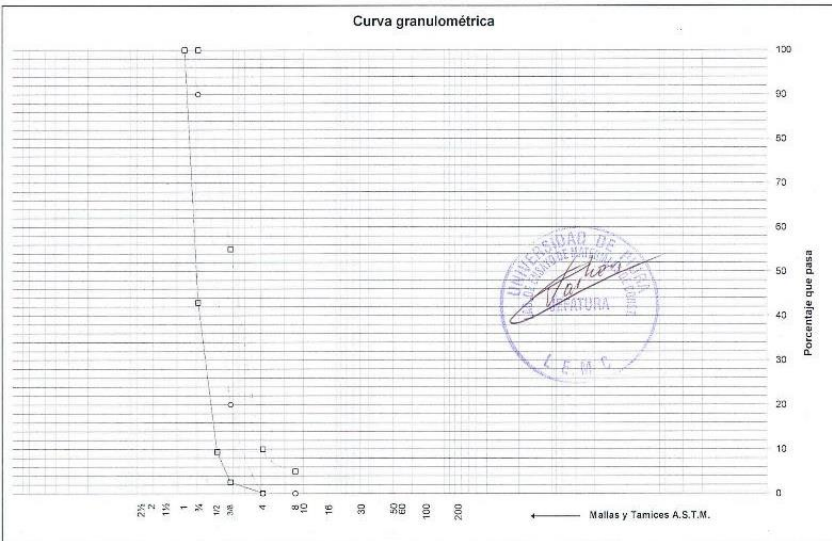
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL**  
Norma: NTP 400.012 2001

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Orden de servicio N° : 16287	Solicitante : CONSORCIO DEMEM S.A, M Y C PARIÑAS S.A. II	Ubicación : REFINERÍA TALARA
Informe N° : 140001	Obra : FABRICACIÓN, MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE 03 TANQUES DE 120 MB CADA UNO	Muestreo realizado por : El solicitante
Fecha de ensayo : 07/01/2018	Procedencia : Cantera Piedritas - Talara	
Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.		

Abertura (mm)	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido parcial %	Retenido total %	Pasa %
63,50	2 1/2"				
50,8	2"				
38,1	1 1/2"				
25,4	1"	0,00	0,00	0,00	100
19,1	3/4"	7930,00	57,10	57,10	43
12,7	1/2"	4658,00	33,54	90,64	9
9,53	3/8"	943,00	6,79	97,43	3
4,76	4	345,00	2,48	99,91	0
2,38	8				
1,19	16				
0,59	30				
0,297	50				
0,149	100				
0,074	200				
	Fondo	10,00			
	Total	13886,00			
	Peso inicial	13888,00			
	Pérdida	2,00			

**Curva granulométrica**



Mallas y Tamices A.S.T.M.

Supervisó el ensayo: Christian Varhen Garcia Ingeniero Civil CIP 106420	Descripción de la muestra: Agregado grueso de tamaño máximo nominal 3/4" (19,1 mm) Huso granulométrico trazado: N°67 NTP 400.037 - 2002
---	--

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información





#### ANEXO 4. Código Arduino:

```
#define BLYNK_PRINT Serial // Comment this out to disable prints and save
space

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#include <SimpleTimer.h>

// You should get Auth Token in the Blynk App.

// Go to the Project Settings (nut icon).

char auth[] = "6c67908f107442d9982771700c9969c9";

int val = 0;

int analogPin = A0;

int valrad = 0;

SimpleTimer timer;

void setup()

{

  Serial.begin(9600);

  Blynk.begin(auth, "iPhone", "12345678");

}

void loop()

{  val = analogRead(analogPin);

  valrad = (val-38)/30;

  Blynk.virtualWrite(0, valrad);

  Blynk.run();

  timer.run();

}
```