



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

COMPARATIVO EN TIEMPO-COSTO ENTRE UNA VIGA DE CONCRETO Y UNA  
VIGA DE ACERO EN EL PROYECTO KFC-PUENTE PIEDRA

**Línea de investigación:**

**Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio**

Modalidad de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

**Autor (a):**

Calderon Paucar, Yeison Never

**Asesor (a):**

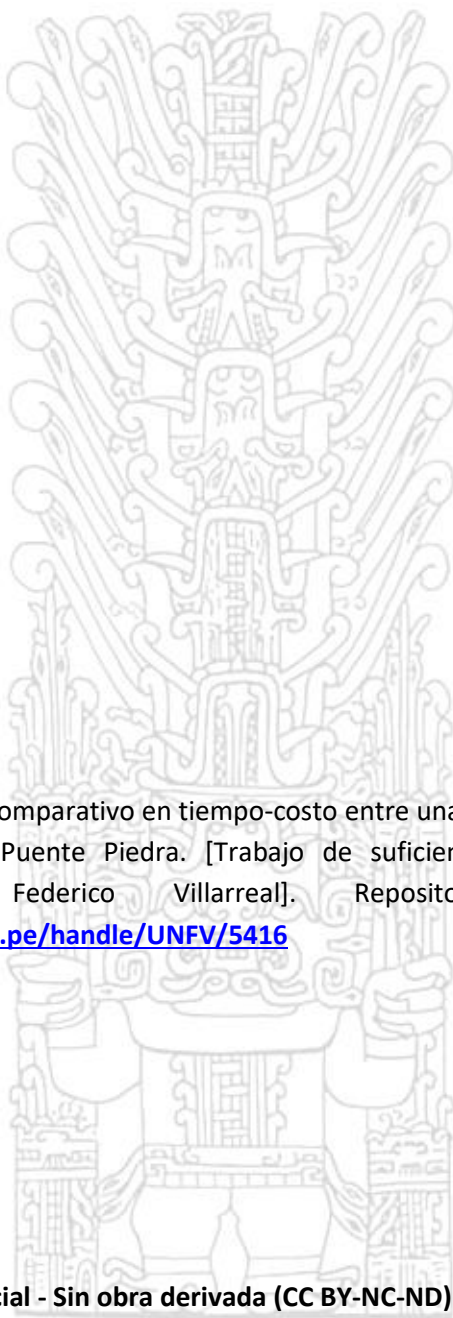
Tello Malpartida, Omart Demetrio  
(ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**Jurado:**

Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino  
Jaramillo Tarazona, Francisco  
Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

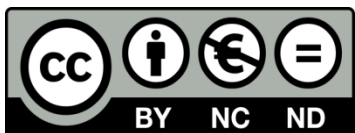
**Lima – Perú**

**2021**



**Referencia:**

Calderon Paucar, Y. (2021). Comparativo en tiempo-costo entre una viga de concreto y una viga de acero en el Proyecto KFC-Puente Piedra. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5416>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

COMPARATIVO EN TIEMPO-COSTO ENTRE UNA  
VIGA DE CONCRETO Y UNA VIGA DE ACERO EN EL PROYECTO  
KFC-PUENTE PIEDRA

Línea de Investigación:

Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio

Modalidad de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Calderon Paucar, Yeison Never

Asesor:

Tello Malpartida, Omart Demetrio

ORCID: 0000-0002-5043-6510

Jurado:

Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino

Jaramillo Tarazona, Francisco

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

Lima – Perú

2021

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRAC</b>	<b>V</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Trayectoria del autor	2
1.2. Descripción de la empresa	2
1.3. Organigrama de la empresa	3
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	3
<b>II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA</b>	<b>4</b>
2.1. Descripción del problema	5
2.1.1. <i>Formulación del problema</i>	6
2.1.2. <i>Objetivo general</i>	6
2.2. Definiciones teóricas básicas	7
2.2.1. <i>Planificación.</i>	7
2.2.2. <i>Proceso de planeamiento.</i>	7
2.2.3. <i>La programación.</i>	7
2.2.4. <i>Etapas de control.</i>	7
2.2.5. <i>Gastos generales fijos.</i>	8
2.2.6. <i>Gastos generales variables</i>	8
2.2.7. <i>Reforzar.</i>	8
2.2.8. <i>Modificación del proyecto.</i>	8
2.2.9. <i>Remodelación.</i>	8
2.2.10. <i>Retail.</i>	9
2.2.11. <i>Franquicia Kentucky Fried Chicken en el Perú</i>	9

2.2.12. Aditivo	9
2.2.13. Aditivo acelerante	9
2.2.14. Vigas de concreto	10
2.2.15. Vigas de acero	11
2.3. Proyecto de aplicación o descripción del caso.	16
2.3.1. Proyecto base –KFC Puente Piedra.	16
2.3.2. Proyecto alternativo 1: Reforzamiento a base de vigas de concreto usando aditivo.	34
2.3.3. Proyecto Alternativo 2: Reforzamiento estructural con vigas de acero	40
2.3.4. Comparación de resultados.	53
<b>III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA</b>	<b>60</b>
<b>IV. CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>V. RECOMENDACIONES</b>	<b>62</b>
<b>VI. REFERENCIAS</b>	<b>63</b>
<b>VII. ANEXOS</b>	<b>65</b>
Anexo A: Cálculos de diseño de vigas de acero W8x31.	65
Anexo B: Planos del proyecto.	68
Anexo C: Registro fotográfico del proyecto KFC-Puente Piedra.	70
Anexo D: Ficha técnica de aditivo.	74

## RESUMEN

El presente informe tuvo como objetivo comparar ventajas en tiempo y costo al utilizar sistemas constructivos de reforzamiento, a base de vigas de acero o a base de vigas de concreto usando aditivo, en la ejecución del proyecto “KFC” Puente Piedra, con la finalidad de acelerar procesos debido a la omisión de actividades en las partidas del expediente contractual, para lograr el objetivo se analizó tres situaciones; la primera el estudio del proyecto contractual en adelante “proyecto base” donde se expone la influencia de la omisión de actividades del expediente, en costo y tiempo, la segunda se analizó utilizar un sistema constructivo de reforzamiento a base de vigas de concreto usando aditivo en adelante “alternativa 1” donde se expone la influencia del aditivo acelerante de fragua en la reducción de tiempo de ejecución de obra y la tercera se analizó utilizar un sistema constructivo de reforzamiento a base de vigas de acero en adelante “alternativa 2” donde se expone la influencia de la celeridad en su colocación y una reducción de gastos generales. Realizando la comparación de ventajas entre las alternativas y el proyecto base, dando como resultado para la alternativa 2 un mayor costo en materiales, sin embargo, una disminución en tiempo de ejecución, mostrando una reducción de costos en mano de obra y gastos generales, por tanto, un menor presupuesto general, en conclusión, se optó emplear la alternativa 2 para la ejecución de obra, obteniendo resultados satisfactorios.

*Palabras Clave:* reforzamiento con vigas, comparación de ventajas en vigas, tiempo y costo en reforzamiento.

## ABSTRACT

The objective of this report was to compare advantages in time and cost when using reinforcement construction systems, based on steel beams or based on concrete beams using additive, in the execution of the “KFC” Puente Piedra project, in order to accelerate processes due to the omission of activities in the items of the contractual file, to achieve the objective three situations were analyzed; the first the study of the contractual project hereinafter "base project" where the influence of the omission of activities in the file is exposed, in cost and time, the second was analyzed using a constructive reinforcement system based on concrete beams using additive in from now on "alternative 1" where the influence of the forging accelerator additive is exposed in the reduction of the execution time of the work and the third one was analyzed to use a construction system of reinforcement based on steel beams from now on "alternative 2" where it is exposed the influence of speed on your placement and a reduction in overhead costs. Making the comparison of advantages between the alternatives and the base project, resulting for alternative 2 a higher cost in materials, however, a decrease in execution time, showing a reduction in labor costs and general expenses, for Therefore, a lower general budget, in conclusion, it was decided to use alternative 2 for the execution of the work, obtaining satisfactory results.

*Keywords:* reinforcement with beams, comparison of advantages in beams, time and cost in reinforcement

## I. INTRODUCCIÓN

Kentucky Fried Chicken (KFC), es uno de los conglomerados líder de comida rápida a nivel mundial, en el Perú está presente bajo la franquicia DELOSI S.A. En el distrito de Puente Piedra-Lima-Perú, se construye por primera vez el local KFC, la ejecución de este tipo de proyectos son acelerados debido a que la franquicia requiere generar ingresos por sus ventas, particularmente en dicho proyecto el contratista incurre en errores al momento de la licitación que le ocasionan desventajas en tiempo y costo en la construcción de la obra, para solucionar inconvenientes se ve obligado a implementar procesos constructivos que aceleran la culminación de partidas, donde la pregunta central del trabajo es ¿Cuáles son las ventajas en tiempo y costo al utilizar sistemas constructivos de reforzamiento, a base de vigas de acero o a base de vigas de concreto usando aditivo, analizando el expediente del proyecto KFC-Puente Piedra? así mismo el objetivo es, comparar ventajas en tiempo y costo al utilizar sistemas constructivos de reforzamiento a base de vigas de acero o a base vigas de concreto usando aditivo, analizando el expediente del proyecto “KFC” a construirse en el distrito de Puente Piedra-Lima-Perú.

Para llevar a cabo el estudio, el trabajo se ha estructurado en cinco capítulos. En el capítulo I, se detallan las consideraciones tanto del autor como de la empresa. En el capítulo II, consiste en el “descripción de una actividad específica” donde se fijan la formulación del problema, objetivos, se definen términos básicos utilizados en el trabajo, se realiza el desarrollo del proyecto de aplicación donde se expresa específicamente el análisis del proyecto KFC-Puente Piedra realizando comparación de resultados. En el capítulo III, se detallan aportes del presente trabajo en beneficio de la empresa. En el capítulo IV. Se detallan las conclusiones. En el capítulo V. se indican las recomendaciones.



### **1.1. Trayectoria del autor**

Profesional bachiller en ingeniería civil, con experiencia en gestión de proyectos realizando trabajos de control de calidad y productividad en obra, así mismo con conocimiento en la especialidad de estructuras, los proyectos donde participe se puede resaltar la construcción de colegios Innova School a nivel lima, obras retail como la construcción del “Starbucks Lap 2” en el Aeropuerto Jorge Chávez, el proyecto “Mejoramiento y aplicación de servicios de salud, Hospital de Llata”, perteneciente a la provincia de Huamalíes, departamento de Huánuco”-obra por impuestos con más de 130 millones de soles de inversión.

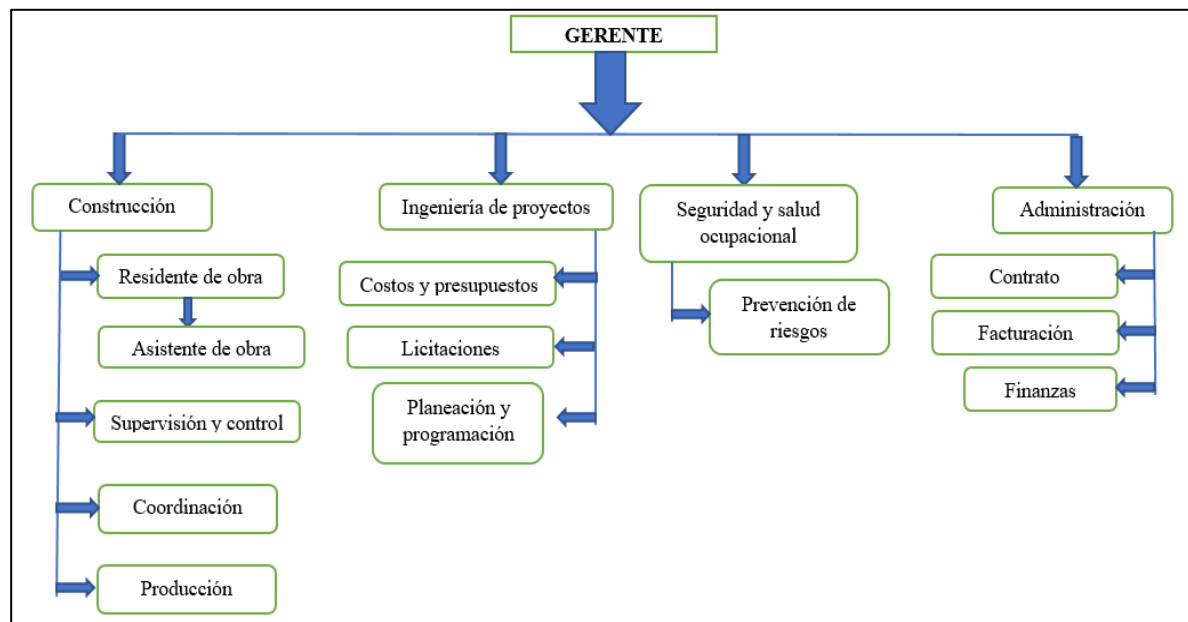
### **1.2. Descripción de la empresa**

La empresa donde cumplí mis funciones lo cual hace referencia el presente trabajo es la constructora KAMSAU SAC, ubicada en la Av. primavera nro. 695, San Borja con 10 años de experiencia en el sector construcción, comprometida a desarrollar proyectos y ejecutar obras, empleando las más exigentes especificaciones del mercado. Las especialidades de desempeño son construcción de obras comerciales, industriales, viviendas, remodelaciones, reforzamientos, estructuras metálicas entre otros.

### 1.3. Organigrama de la empresa

**Figura 1**

*Se muestra organigrama general de la constructora KAMSAU SAC.*



*Nota.* Según el organigrama presentado mi persona desempeñó el puesto de asistente de obra.

Fuente: Constructora KAMSAU SAC.

### 1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Con referencia a la empresa Kamsau S.A.C. me desempeñe en el área de construcción, en el puesto de asistente de obras cumpliendo las funciones de supervisión de obras de diversas especialidades del proyecto, control de sub contratistas, asistencias en la elaboración de valorización de obra, elaboración de cierre de obra, elaboración del dossier de calidad, así mismo en la asistencia de la especialidad de estructuras.

## II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

EL Informe describe el desarrollo de la construcción del proyecto KFC y sus alternativas de reforzamiento con vigas, el proyecto en mención se ejecuta en el distrito de Puente Piedra – Lima – Perú, propiedad de la franquicia DELOSI SA. La empresa contratista encargada de realizar la obra fue KAM SAU S.A.C. Siendo la modalidad de contratación a suma alzada, la ejecución de la obra consiste en la demolición parcial, reforzamiento y remodelación de una edificación existente. En este trabajo se realiza la comparación en tiempo y costo analizando como “alternativa 1” realizar reforzamiento estructural de la edificación con vigas de concreto usando aditivo y la “alternativa 2” con vigas de acero, del análisis se tomara la decisión para realizar el reforzamiento con la alternativa de mayor ventaja, en primer lugar se detallan el planteamiento de problema seguido de sus objetivos, también se conceptualizan los diversos términos usados en el trabajo así mismo se definen sus procesos constructivos, posteriormente se hace una comparación entre ambas alternativas y el proyecto original denominado “proyecto base”, finalmente se realiza las conclusiones, recomendaciones también citando la bibliografía.

Cabe recalcar que en la construcción de proyecto KFC-Puente Piedra, cumplí la función de asistente de ingeniero residente, donde presento este trabajo para exponer mi experiencia y contribuir con el conocimiento de la ingeniería.

## 2.1. Descripción del problema

El cambio de uso en una edificación existente generalmente implica hacer reforzamiento, la franquicia de comida rápida KFC en Perú, DELOSI SA, en ocasiones, acondiciona sus restaurantes en estructuras existentes que implican reforzamiento en su sistema estructural, el tiempo de construcción habitualmente es corto debido a que su prioridad es generar ingresos por sus ventas.

Particularmente en la ejecución del proyecto KFC-Puente Piedra se observa posibles retrasos en la partida de reforzamiento con vigas debido a la omisión de actividades en la partida demolición parcial que ponen en riesgo de no culminar la obra según contrato e incurrir a penalidades. Como acción correctiva se realiza la comparación de ventajas en tiempo y costo analizando como “alternativa 1” realizar reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo y la “alternativa 2” reforzamiento con vigas de acero, estos elementos junto con las columnas de concreto formaran pórticos, esta acción nos lleva a las siguientes interrogantes: ¿De las dos alternativas analizadas cuál será más económico? ¿En cuanto al tiempo de construcción que alternativa será el más eficiente?

Por tanto, se plantea desarrollar un análisis comparativo en tiempo y costo entre las dos alternativas para verificar ventajas y así definirse con que elemento ejecutar el trabajo.

### ***2.1.1. Formulación del problema***

¿Cuáles son las ventajas en tiempo y costo al utilizar sistemas constructivos de reforzamiento, a base de vigas de acero o a base de vigas de concreto usando aditivo, analizando el expediente del proyecto KFC-Puente Piedra?

### ***2.1.2. Objetivo general***

Comparar ventajas en tiempo y costo al utilizar sistemas constructivos de reforzamiento, a base de vigas de acero o a base de vigas de concreto usando aditivo, analizando el expediente del proyecto “KFC” a construirse en el distrito de Puente Piedra-Lima-Perú.

## **2.2. Definiciones teóricas básicas**

### ***2.2.1. Planificación.***

Según la American Management Asociación. Oroz (2015) sostiene que “la planificación consiste en determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué” (p.16).

### ***2.2.2. Proceso de planeamiento.***

Se enfocará establecer los pasos de planificación mediante un orden jerárquico los cuales son “estudio”, “análisis”, “ordenamiento”; en el “estudio” se explora los alcances generales de la ejecución del proyecto donde se establecen los objetivos y el orden para la planificación; En cuanto al “análisis” de detalla aún más la planificación por actividades e hitos lo cuales crean un plan de trabajo; Finalmente en cuanto al ordenamiento, en este tramo se verifican y crean nexos entre las actividades para implantar un orden entre ellas. (Oroz, 2015)

### ***2.2.3. La programación.***

Debe ser ordenado y concatenado de todas las actividades para ejecutar la obra, teniendo en cuenta su dependencia recíproca, se detalla los tiempos de duración de cada actividad y se asigna recursos para su ejecución se recalca también el tiempo total de duración de la ejecución del proyecto así mismo de las actividades críticas. (Wilde y Forenza, 2016)

### ***2.2.4. Etapa de control.***

Es el seguimiento de la ejecución del proyecto donde se detectan situaciones en obra durante su desarrollo, los datos obtenidos de las situaciones se compararán con la programación general de modo que se haga una actualización de programa, este proceso nos dará un diagnóstico del futuro y durante la ejecución del proyecto. (Oroz, 2015)

### **2.2.5. Gastos generales fijos.**

Según el Anexo 1 Reglamento de la ley N°30225-ley de contrataciones con el estado-D.S-344-2018-EF (2018), “Son aquellos que no están relacionados con el tiempo de ejecución de la prestación a cargo del contratista” (p. 108).

### **2.2.6. Gastos generales variables**

Según el Anexo 1 Reglamento de la ley N°30225-ley de contrataciones con el estado -D.S-344-2018-EF (2018) señala:

Son aquellos que están directamente relacionados con el tiempo de ejecución de la obra y por lo tanto pueden incurrirse a lo largo de todo el plazo de ejecución de la prestación a cargo del contratista. (p. 108)

### **2.2.7. Reforzar.**

“Se entiende la manera de incrementar la capacidad resistente a mayores solicitudes en una estructura en general o parte de ella” (Malpartida, 2016, p.2).

### **2.2.8. Modificación del proyecto.**

Según el reglamento nacional de edificaciones en la norma G.040 (2016), argumenta como: cambios que se introducen a un proyecto o a una obra de construcción entre la fecha de la licencia y la conformidad de obra, supongan o no un aumento del área techada. (p.3)

### **2.2.9. Remodelación.**

Según el reglamento nacional de edificaciones en la norma G.040 (2016), se argumenta como:

Obra que se ejecuta para modificar la distribución de los ambientes con el fin de adecuarlos a nuevas funciones o incorporar mejoras sustanciales, dentro de una edificación existente, sin modificar el área techada” (p.4).

### **2.2.10. Retail.**

En este sector las empresas comercializan productos o servicios masivamente a inmensas cantidades de consumidores, entre ellas podemos encontrar los supermercados, restaurants de comida rápida, tiendas por departamento, entre otras. (Peru retail, 2018)

### **2.2.11. Franquicia Kentucky Fried Chicken en el Perú**

La franquicia KFC en el Perú, es una asociación perteneciente al grupo DELOSI S.A. el cual usa la marca para vender sus productos bajo condiciones, a nivel internacional se recalca que es una cadena de restaurantes su principal servicio es ofrecer productos de pollo, está presente en más de 109 países y el conglomerado pertenece al grupo Yum. (Mundo franquisia, 2000)

### **2.2.12. Aditivo**

Según el reglamento nacional de edificaciones en la norma E.060 (2009), se indica como: Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades. (p.13)

### **2.2.13. Aditivo acelerante**

Según el reglamento nacional de edificaciones en la norma E.060 (2009), se indica como “Sustancia que al ser añadida el concreto, mortero o lechada, acorta el tiempo de fraguado, incrementando la velocidad de desarrollo inicial de resistencia” (p. 13).



### **2.2.14. Vigas de concreto**

**2.2.14.1. Definiciones.** Según el reglamento nacional de edificaciones en la norma E.060 (2009), se indica como “Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante” (p.17).

**2.2.14.2. Desencofrado.** Según las especificaciones técnicas de estructuras del proyecto, KFC-Puente Piedra (2018), se cita como:

El desencofrado se debe realizar al asegurarse que la estructura soportará su peso propio mas el peso superpuesto que pueden colocarse sobre ella. Se debe tener en cuenta que se puede desencofrar cuando las resistencias hayan alcanzado un 80%  $f'c$  según rotura de probeta, si no se cuenta con ensayos de laboratorio, en específico para la viga se deberá desencofrar a los 21 días. (p.17)

Cabe recalcar que según el instructivo de rotura de probetas del proyecto KFC Puente Piedra, “La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 65%-75% de la resistencia a los 28 días” (Expediente técnico del proyecto KFC-Puente Piedra, 2018).

**2.2.14.3. Utilización del aditivo acelerante.** El acelerante se utiliza para disminuir los tiempos de fraguado o incrementar las resistencias tempranas en el concreto, la obtención de resultados para una de ellas o ambas será según el porcentaje de adición del acelerante en la mezcla.

Particularmente para acelerante que promueven el endurecimiento, se puede realizar desencofrados en menor tiempo, existen acelerante compuesto por cloruros, nitratos. Cabe recalcar que un acelerante modifica el calor de hidratación de las partículas del cemento con el agua, es decir este fenómeno se acelera. (Grupo Argos, 2020)

**2.2.14.4. Sika Cem acelerante PE.** Es un aditivo acelerante cuya acción resalta sobre el tiempo de fraguado y las resistencias a edades tempranas, cumple con la norma “ASTM 494”, entre sus principales ventajas son la reducción de tiempo en el desencofrado y la obtención de altas resistencias a edades tempranas obtener estos beneficios depende en la dosificación del aditivo según ficha técnica del fabricante, la obtención de resistencias se verificará según ensayos de laboratorio. (Sika, 2015)

### 2.2.15. Vigas de acero

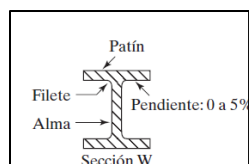
**2.2.15.1. Definiciones acero estructural.** Según el reglamento nacional de edificaciones en la norma, E.090 (2006) señala:

Se referirá a aquellos elementos de acero de sistemas estructurales de pórticos y reticulados que sean parte esencial para soportar las cargas de diseño. Se entiende como este tipo de elementos a: vigas, columnas. (p. 3)

**2.2.15.2. Perfiles de acero en vigas.** Los aceros estructurales para vigas se pueden laminar en diferentes perfiles los más comunes son las I, T, C. particularmente para la viga de sección I, existen dos tipos las llamadas vigas estándar americanas S y las vigas de patín ancho llamadas vigas W, por ejemplo, para las vigas de patín ancho su asignación puede ser “W20\*100” el cual significa que tiene un peralte aproximado de 20 pulgadas y un peso de 100 libras por pie. (McCormac y Csernak, 2012)

### Figura 2

*Sección de un perfil de viga W.*

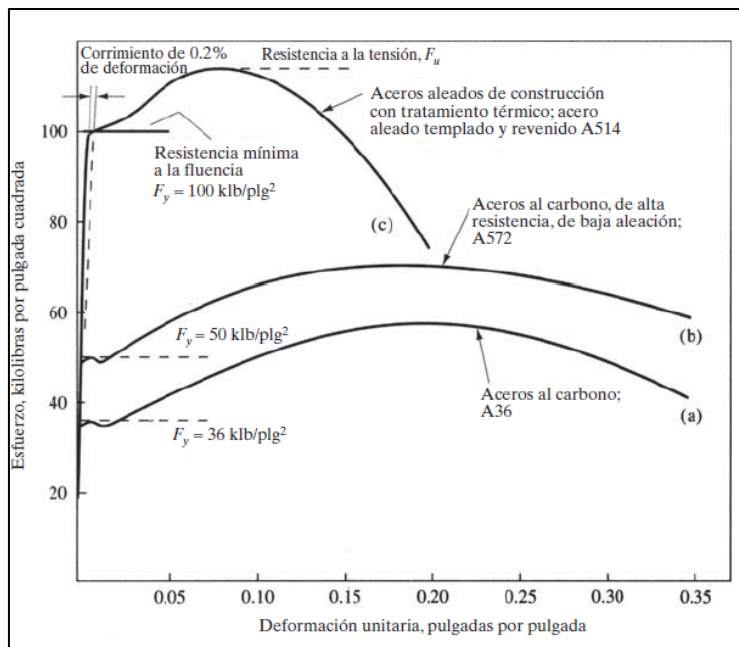


*Nota.* Perfiles de acero A36. Adaptada de “Perfiles de acero”, McCormac y Csernak , 2012, (Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, 2012)

### 2.2.15.3. Límite de fluencia del acero estructural.

**Figura 3**

*Límites de Fluencia para Diferentes Tipos de Acero*



*Nota.* Se observa para el acero A36, el límite de fluencia de 36 Ksi o 250 Mpa. Adaptada de “Límites de fluencia”, McCormac y Csernak, 2012, (Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, 2012).

**2.2.15.4. Diseño de vigas por momentos.** Las vigas, al igual que en el concreto, están sometidas a cargas de flexión, debido a estas cargas se deberá controlar la deflexión de las vigas, las especificaciones del AISC-LRFD establecen que el momento nominal en flexión será mayor que el momento debido a cargas factorizadas según la siguiente ecuación. (McCormac y Csernak, 2012)

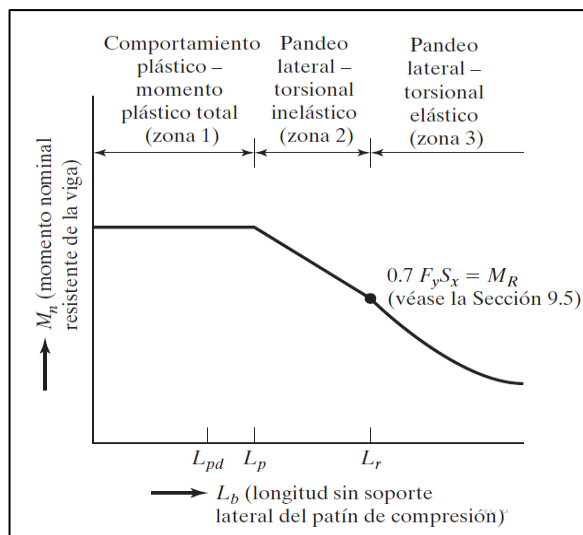
$$\Phi M_n \geq M_u \quad (1)$$

Dónde:  $\Phi$  = Factor de resistencia (0.9),  $M_n$  = Resistencia Nominal en flexión,  $M_u$  = Momento ultimo debido a cargas.

Se diseñan bajo la teoría plástica, donde se limitan 3 zonas de diseño que se obtienen bajo la gráfica de curva típica de los momentos resistentes nominales en función de longitudes variables no soportadas lateralmente según la gráfica. (McCormac y Csernak, 2012)

#### Figura 4

Grafica de Momento Resistentes Versus Longitud de Viga A36.



*Nota.* La gráfica se utilizará para el diseño de vigas. Adaptada de “Diseño de viga a flexión”, McCormac y Csernak , 2012, (Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, 2012).

**A. La zona 1.** Se diseñan bajo la teoría plástica, cuando el elemento a alcanzado su máxima fluencia bajo una carga de momento, ese momento es denominado como momento plástico y se da por la siguiente explicación. (McCormac y Csernak, 2012)

$$Mn = Mp = FyZ \rightarrow (\text{Ecuación del LRFD}). \quad (2)$$

$$\phi b Mn = \phi b FyZ (\phi b = 0.90) \rightarrow (\text{Ecuación del LRFD}). \quad (3)$$

$$\frac{Mn}{\Omega b} = \frac{FyZ}{\Omega b} (\Omega b = 1.67) \rightarrow (\text{Ecuación del LRFD}) \quad (4)$$

$$Lp = 1.76 ry \sqrt{\frac{E}{Fy}} \rightarrow (\text{Ecuación F2 del LRFD}). \quad (5)$$

**B. La zona 2.** Se diseña bajo el pandeo inelástico que ocurre cuando la viga tiene una separación considerable entre apoyos esto hace que no alcanza su máximo esfuerzo de fluencia en su totalidad, bajo la siguiente ecuación. (McCormac y Csernak, 2012)

*Ecuaciones de momentos en la zona 2.*

$$M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \text{ (Ecuación F2 } \rightarrow \text{ del AISC)} \quad (6)$$

$$L_r = \frac{r_y \pi}{(F_y - F_r) S_x} \sqrt{\frac{EAGJ}{2}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{4C_w}{I_y} \left( \frac{S_x}{GJ} \right)^2}} (F_y - F_r)^2 \quad (7)$$

La ecuación 7 se obtiene de la fuente: Vinnakota, S. (2006).

**C. Zona 3.** Cuando la longitud de separación es aún mayor y la viga no tiene soporte lateral la sección se pandeará elásticamente antes de que se alcance el esfuerzo de fluencia en cualquier punto. (McCormac y Csernak, 2012)

**2.2.15.5. Procedimiento para pre dimensionamiento de vigas de acero.** Se detallan el orden correlativo en lo siguiente:

**A. Paso 1.** Se debe determinar el acero comercial en una determina región donde se pretende realizar el trabajo, verificación de peraltes y pesos.

**B. Paso 2.** La sección elegida debe acomodarse razonablemente a la estructura, la transferencia de cargas debe ser la más simétrica posible.

**C. Paso 3.** En cuanto al peralte en ocasiones se elige de acuerdo a la arquitectura para no cambiar alturas de entrepiso.

**D. Paso 4.** Para la selección del peso de la viga se debe calcular el momento ultimo máximo de la estructura y como primera aproximación se puede igualar al momento plástico con ese valor ingresar a “LA TABLA 3-2 AISC”, y selecciones el peso más ligero.

**2.2.15.6. Procedimiento de diseño de vigas de acero.** Se detallan el orden correlativo en lo siguiente:

**A. Paso 1.** Verificar que el elemento de diseño de la viga debe ser el más crítico, donde la luz de la viga se denomina “Lb”.

**B. Paso 2.** Calcular las longitudes “Lp”, “Lr”, según las ecuaciones presentados en las figuras 4, 6, según expuesto en el ítem diseño de vigas.

**C. Paso 3.** Calcular los momentos de acuerdo a las ecuaciones presentadas en las figuras 4 y 5 según expuesto en el ítem diseño de vigas.

**D. Paso 4.** Realizar la gráfica momento nominal versus longitudes.

**E. Paso 5.** Sitúa la longitud “Lb”, en la gráfica. En función a la zona donde se ubica haga el diseño.

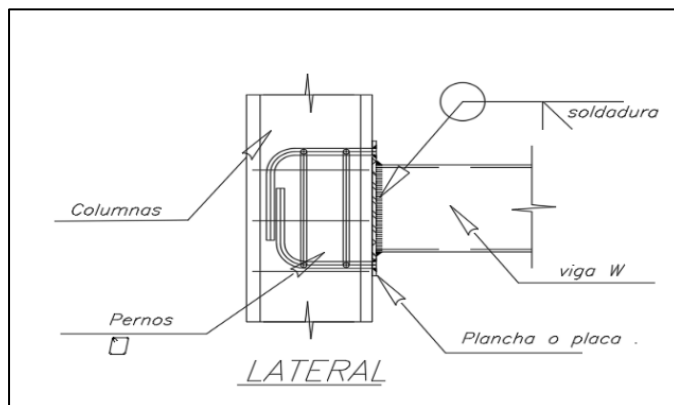
**F. Paso 6.** El diseño se realiza bajo la concepción de la zona elegida según el “Lb”.

**2.2.15.7. Proceso constructivo de reforzamiento a base de vigas de acero.** Las vigas acero son utilizadas regularmente para formar pórticos, en esta ocasión se hablará de pórticos compuestos, que son vigas de acero ancladas con soldadura a columnas de concreto mediante placas de anclaje su proceso constructivo es de la siguiente manera.

**A. Realizar el procedimiento típico de la colocación de la columna.** Antes del vaciado colocar una plancha o placa mediante pernos de anclaje que irán soldadas a las placas y fijadas a la armadura de la columna según la figura 7.

**Figura 5**

*Detalle de anclaje, viga de acero A36, columna de concreto*



*Nota.* La viga se une mediante soldadura. Fuente: Elaboración Propia.

**B. Una vez vaciado la columna.** La placa quedara fija empotrada a la columna, posteriormente se coloca la viga mediante soldadura el cual formara pórtico con las columnas de concreto.

### **2.3. Proyecto de aplicación o descripción del caso.**

#### **2.3.1. Proyecto base –KFC Puente Piedra.**

El proyecto KFC Puente Piedra es propiedad de franquicia DELOSI SA, así mismo es la encargada de supervisar a la contratista Kamsau S.A.C. La ejecución de la obra consiste en el reforzamiento, demolición parcial y remodelación de una edificación de tres niveles, acondicionándolo a un restaurante de comida rápida.

Este proyecto fue diseñado bajo normas y reglamentos nacionales, proporcionando, seguridad, confort, condiciones de salubridad y facilidades de acceso y salida para el personal y clientes, incluyendo para personas con discapacidad.

**2.3.1.1. Ubicación del proyecto.** Se encuentra ubicado en la vía expresa Panamericana Norte esquina con calle R. Thorne Mz. E Lote 22. Urbanización Santo Domingo Primera Etapa, Distrito de Puente Piedra, Lima.

### Figura 6

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* El proyecto cuenta con dos frentes. Adaptada de “Ubicación de proyecto”, 2018, fuente: expediente del proyecto KFC-Puente Piedra.

**2.3.1.1. Datos del terreno.** Área de terreno: 160.00 m<sup>2</sup> con área construida: 235.42 m<sup>2</sup>

**2.3.1.2. Linderos y medidas perimétricas.** Por el frente, es una línea recta de un tramo de 8.00 m, colinda con la Calle Thorne, por el lado izquierdo, es una línea recta de un tramo de 20.00 ml, colinda con la Vía Expresa Panamericana Norte, por el fondo, es una línea recta de un tramo de 8.00 m, colinda con propiedad de terceros, por el lado derecho, es una línea recta de un tramo de 20.00 m, colinda con propiedad de terceros.



**2.3.1.3. Distribución del proyecto.** Es una edificación existente de tres pisos con habilitación urbana e inscrita en registros públicos con registro de predios, Nro. De partida 11112176, se plantea una demolición parcial, reforzamiento y remodelación, en la edificación para el funcionamiento de un local comercial como restaurante de comida rápida de dos pisos.

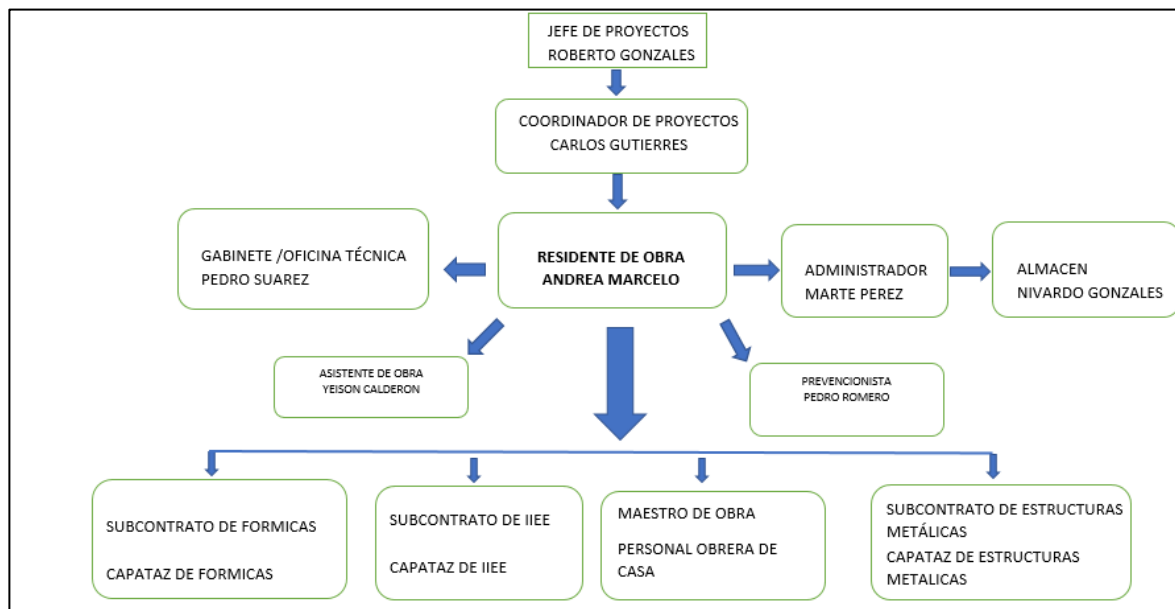
En primer nivel se han dispuesto los ambientes de un comedor con un counter (mueble de atención) y un baño de discapacitados y áreas de servicio como la cocina y cuarto de basura. En segundo piso se ubican los servicios higiénicos públicos y de empleados tanto para damas como para caballeros, además de un área de servicio como complemento de la cocina. La circulación vertical se realiza por dos escaleras, una en el comedor para el público y otra en el área de servicio para empleados. Los Ingresos, principal y de servicio, se han dispuesto en el frente sobre la vía expresa Panamericana Norte.

Sobre los estacionamientos requiere de 5 unidades, ubicados fuera del lote mediante contrato de alquiler, el edificio se resuelve como una volumetría variable de tres pisos de altura. Interiormente se ha complementado los ambientes con cielos rasos de baldosa acústica resistente al fuego, a diferentes niveles en cocina con el uso de enchapes de cerámico en algunas zonas para los muros, y en comedor con aplicación de murales fotográficos de cada marca y pintura en color. Para los servicios higiénicos se propone un enchape de muros de porcelanato. Para los pisos se propone en el comedor, salón y baños pisos porcelanatos, para la cocina y áreas de servicio pisos cerámicos. Se propone el uso de vidrios templados para todas las ventanas y mamparas, la ventilación de todo el establecimiento se realiza por medios mecánicos con el uso de extractores e inyectores de aire y control de ambiente con aire acondicionado tanto como para el área de comedor, áreas comunes, áreas de servicio y servicios higiénicos.

### 2.3.1.4. Relación de personal técnico a cargo del proyecto, organigrama.

**Figura 7**

*Organigrama del proyecto KFC-Puente Piedra.*



*Nota.* Como se puede observar mi persona cumplió la función de asistente de obra. Fuente:  
Elaboración propia.

**2.3.1.5. Presupuesto general de obra KFC-Puente Piedra.** En la tabla 1 se detalla el presupuesto contractual, por la ejecución del proyecto.

**Tabla 1**

*Presupuesto contractual del proyecto KFC-Puente Piedra.*

PRESUPUESTO DE OBRA		
Ítem	Descripción	Total
1.00	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud.	s/20,522.00
1.10	Trabajos especiales de perforaciones, sellados e Impermeabilizado.	s/3,200.00
1.20	Desmontajes, demoliciones y reforzamiento de estructuras.	s/20,605.05
1.30	Movimientos de tierras.	s/5,770.40
1.40	Estructura de concreto.	s/53,464.55
1.50	Estructura metálica.	s/26,074.58
2.00	Arquitectura.	s/201,771.05
3.00	Instalaciones sanitarias.	s/60,992.40
4.00	Instalaciones eléctricas.	s/88,539.37
5.00	Varios.	s/38,897.53
<b>Costo Directo</b>		<b>s/519,836.92</b>
	Gastos Generales Fijos.	1.87% s/9,720.00
	Gastos Generales Variables.	15.56% s/80,895.17
	Utilidades.	5.00% s/25,991.85
	Sub Total.	s/636,443.93
	IGV	18.00% s/114,559.91
<b>Total General (TG) = Sub total +IGV</b>		<b>s/751,003.84</b>

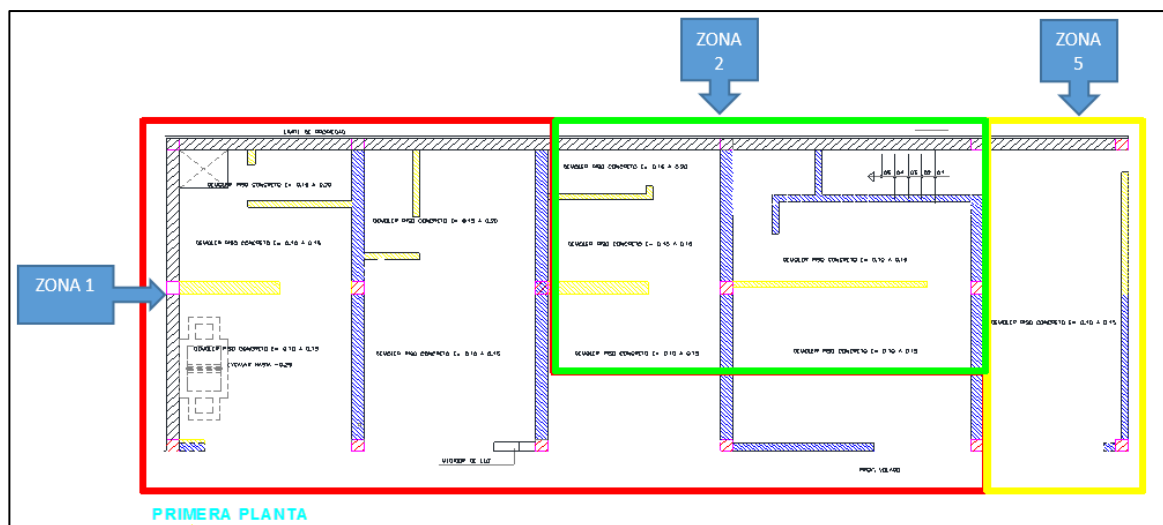
*Nota.* El presupuesto aprobado en soles para el proyecto es de s/. 751,003.84. Fuente: Expediente técnico del Proyecto KFC-Puente Piedra.

**2.3.1.6. Planificación del proyecto, inspección general de obra in situ, estado situacional.** Según la verificación de la ubicación de la obra, se aprecia que la calle Thorne es sin mucho tránsito vehicular, por lo que la ventaja fue hacer eliminación, acarreos sin muchas restricciones, para el año de ejecución del proyecto en el distrito de Puente Piedra se tenía la libertad de realizar trabajos nocturnos sin implicancia de bulla así mismo los días domingos, de lo mencionado se tomó ventajas para la ejecución de la obra.

**A. Sectorización mediante Zonas de Trabajo.** La sectorización en obra nos ayuda, a planificar y tener un mejor control en los tiempos de ejecución así mismo la distribución de mano obra, también se identifican estrategias porque zona se iniciará los trabajos es decir cuál es la prioridad.

### Figura 8

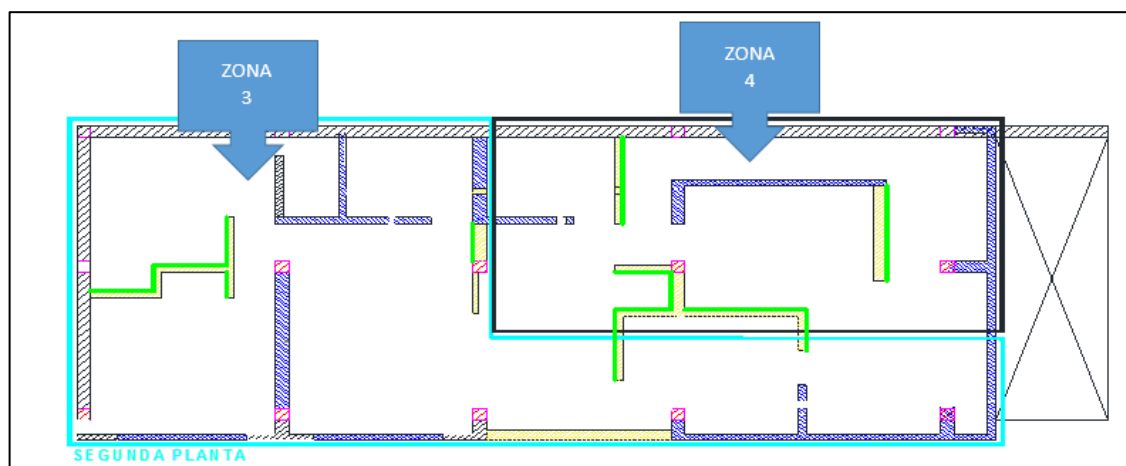
*Sectorización primera planta, Proyecto KFC-Puente Piedra.*



*Nota.* Como estrategia de trabajo el área se delimita por zonas. Adaptada de “Estrategia de trabajo”, 2018, Expediente técnico del proyecto KFC.

**Figura 9**

*Sectorización segunda planta, Proyecto KFC-Puente Piedra.*



*Nota.* Como estrategia de trabajo el área se delimita por zonas. Adaptada de “Estrategia de trabajo”, 2018, Expediente técnico del proyecto KFC.

De lo explyado, se iniciará los trabajos por la zona 1, porque implica crear frentes de trabajo para terminar algunas actividades de prioridad como la colocación del murete F2 del medidor, la trampa de grasa, esto debido a que los prestadores de servicio tanto de agua y desagüe, energía eléctrica verificaran y autorización para utilizar los servicios, ya que los tramites se realizan con tiempo de esta manera se proseguirá con las otras zonas, también se trabaja en paralelo.

**B. Programación de obra.** Según lo expuesto en la figura 10, la obra tomará un tiempo de ejecución del proyecto en 80 días calendarios.

**Figura 10**

*Programación General Del Proyecto Base*

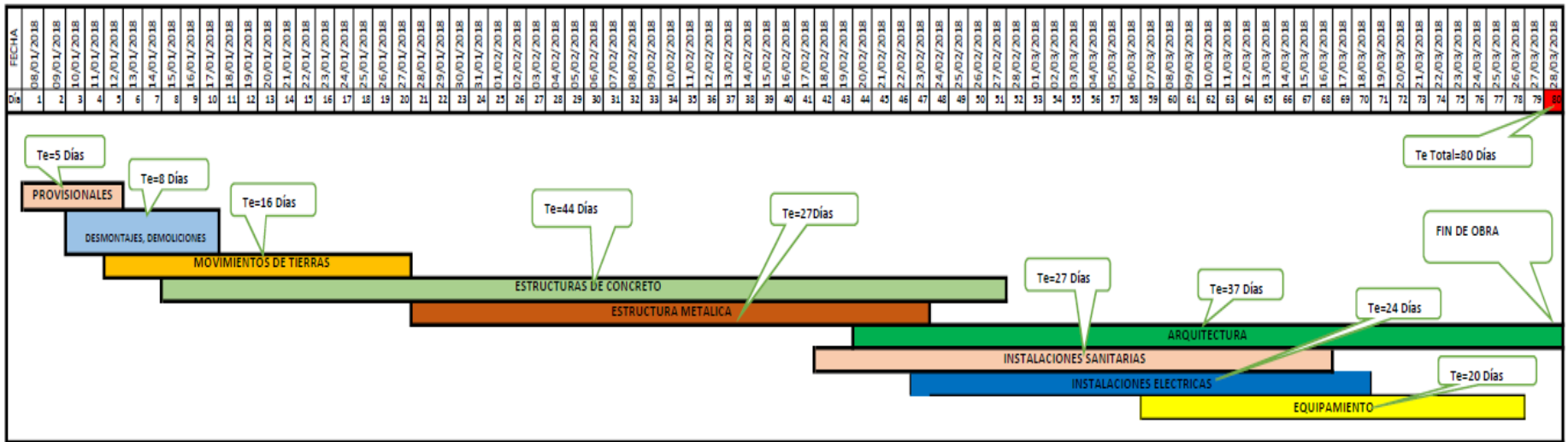


*Nota.* De la programación se aprecia 80 días de ejecución del proyecto KFC-Puente Piedra.

Adaptada de “Estrategia de trabajo”, 2018, Expediente técnico del proyecto KFC.

Figura 11

Programación en barras del proyecto base



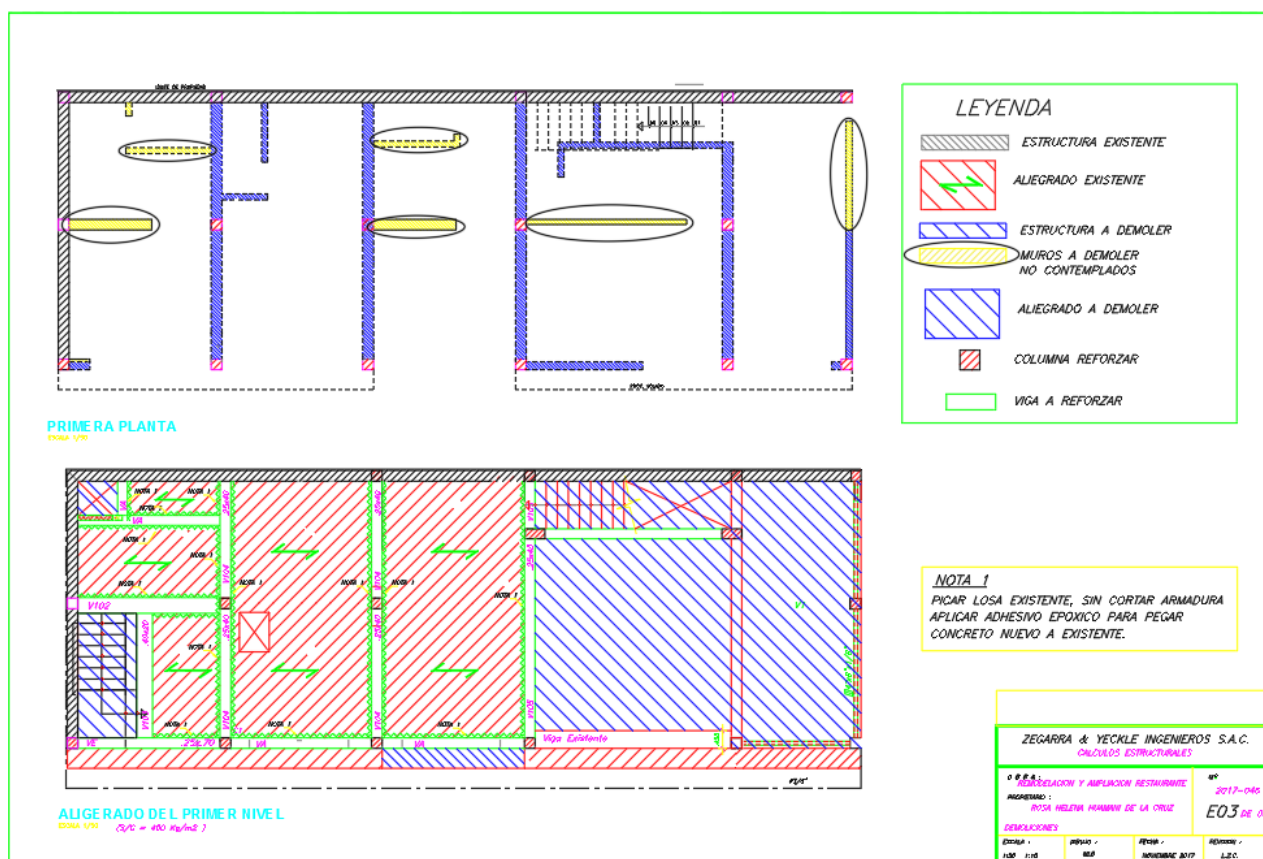
Nota: Se muestra la programación en diagrama barras, donde se destacan los días y las partidas. Adaptada de “Estrategia de trabajo”, 2018, Expediente técnico del proyecto KFC.

C. **Actividades críticas.** Al realizar una inspección rigurosa de la edificación existente en función a los planos se detecta en la partida demolición y picado de muros, tabiques y mesadas de albañilería un mayor metraje de muros a demoler por tanto se hace el siguiente análisis.

D. **Identificación de muros a demoler no contemplados en el presupuesto.** En las figuras 12 y 13 se muestra muros a demoler no contemplados en el presupuesto que generan sobrecostos y tiempos adicionales.

**Figura 12**

*Identificación de procesos críticos primera planta.*



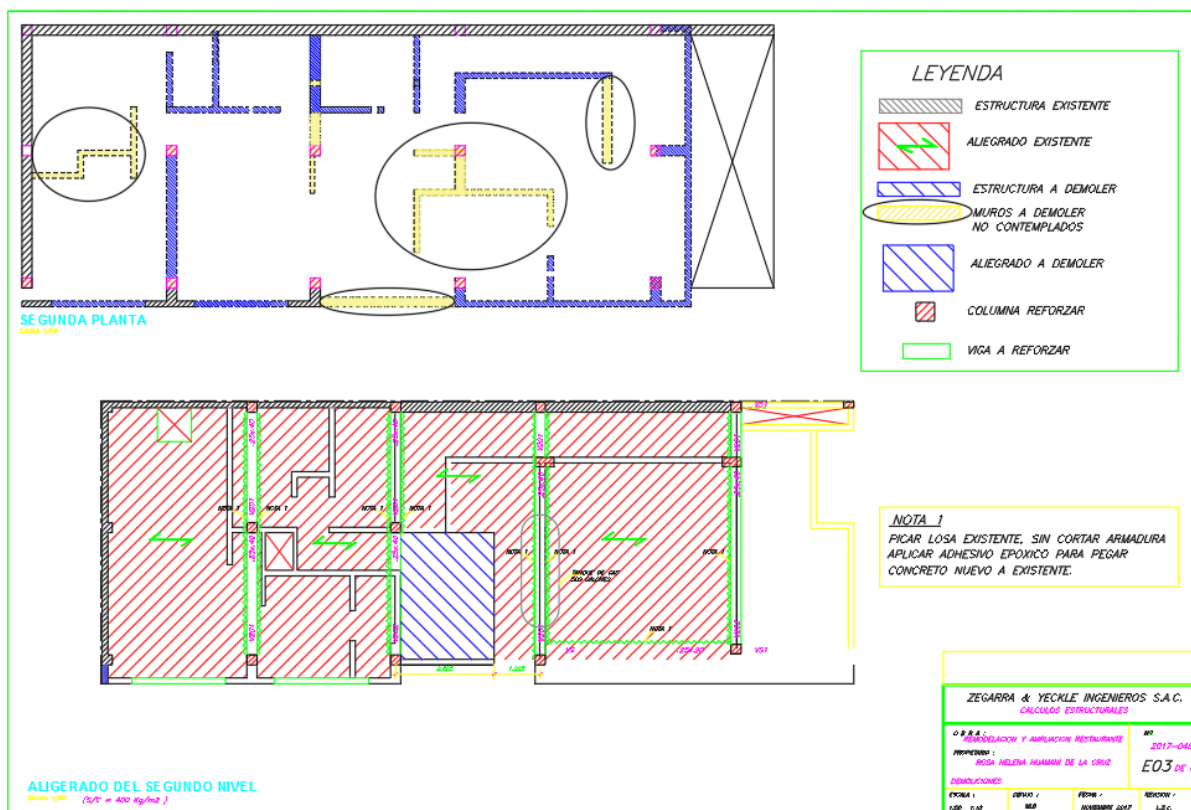
*Nota.* Se muestra en el esquema muros no contemplados para su demolición (en amarillo).

Adaptada de “Estrategia de trabajo”, 2018, Expediente técnico del proyecto KFC.



Figura 13

Identificación de procesos críticos segunda planta.



Nota. Se muestra en el esquema muros no contemplados para su demolición (en amarillo).

Adaptada de “Estrategia de trabajo”, 2018, Expediente técnico del proyecto KFC.

**E. Tiempo de ejecución de muros a demoler no contemplados en el presupuesto.** En función de metrado, cuadrilla y rendimiento se obtiene la duración del tiempo total que lleva demoler los muros identificados en la figura 12 y 13.

**Tabla 2**

*Tiempo de ejecución de demolición de muros no contemplados en el proyecto contractual.*

<b>Zonas de trabajo</b>	<b>PARTIDA: Demolición y picado de muros, tabiques y mesadas de albañería un mayor metraje de muros a demoler por tanto se hace el siguiente análisis</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Unidad</b>	<b>Metrado</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Rendimiento (m2/día)</b>	<b>Duración (días)</b>
Z-1	Demolición de muros, tabiques, albañería, existentes. 25	Demoliciones con rotomartillo	m2	6.24	0.1(02 peón)	10.00	0.62
	Demolición de muros, tabiques, albañería, existentes. 15		m2	15.42	0.1(02 peón)	13.00	1.19
Z-2	Demolición de muros, tabiques, albañería, existentes. 25	Demoliciones con rotomartillo	m2	6.24	0.1(02 peón)	10.00	0.62
Z-3	Demolición de muros, tabiques, albañería, existentes. 15	Demoliciones con rotomartillo	m2	8.22	0.1(02 peón)	13.00	0.63
Z-4	Demolición de muros, tabiques, albañería, existentes. 15	Demoliciones con rotomartillo	m2	12.49	0.1(02 peón)	10.00	1.25
Z-5	Demolición de muros, tabiques, albañería, existentes. 15	Demoliciones con rotomartillo	m2	6.33	0.1(02 peón)	10.00	0.63
<b>Días adicionales a emplear en los trabajos</b>							<b>5</b>

*Nota.* Se presenta el tiempo de duración de demolición de muros en las diferentes zonas en 5 días, se recalca que estas actividades no se contemplaron en el proyecto contractual. Fuente: Elaboración propia.

**F. Presupuesto de muros a demoler no contemplados en el proyecto contractual.** En función al costo de horas-hombre se obtiene el costo total que se requiere para realizar la demolición de muros identificados en las figuras 12 y 13.

**Tabla 3**

*Costo de mano de obra de partida no contemplada en el presupuesto.*

Costo de mano de obra		Día	8.00	HH		
Personal	Cantidad	HH	Costo/día	Total de días	Costo parcial	Costo Total
Capataz	0.10	16.40	13.12	5.00	65.60	
Peón	2.00	9.20	147.20	5.00	736.00	
						801.60

*Nota.* El cuadro se muestra presupuesto adicional, el costo horas hombre se obtiene del expediente técnico. Adaptado del “expediente técnico del proyecto KFC-Puente Piedra”, Fuente: Elaboración propia.

**G. Sobre costos por penalidad.** Según el contrato del expediente técnico el contratista incurrirá en penalidades cuando sobrepasa el tiempo de ejecución de obra el cual se estima un 0,3% del costo directo CD, se expone en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Penalidades*

Penalidad daría 0.3% del costo directo.	1561,92
penalidad por 5 días.	7809,58

*Nota.* Fuente: “Expediente técnico del proyecto KFC- puente piedra”.

Esta estimación de tiempo y costo de actividades no contemplados en el presupuesto, hace que se deba replantear la programación y se inicie con la necesidad buscar procesos que nos permitan acortar tiempo y disminuir costos, es así que para el presente proyecto se ha elegido la partida reforzamiento con vigas, en esta partida se realizará el análisis comparativo de ventajas en

procesos constructivos de reforzamiento a base de vigas de acero o vigas de concreto usando aditivo.

**H. Nueva programación de obra incluyendo retrasos por actividades no contempladas.** Se aprecia el tiempo de ejecución del proyecto de 85 días, se observa la existencia de 5 días adicionales por los días no contemplados en la partida demolición parcial, de este análisis se concluye que el contratista incurrirá en mayores costos en gastos generales por días adicionales y aplicación de penalidades.

**Figura 14**

*Nueva programación de obra 85 días.*

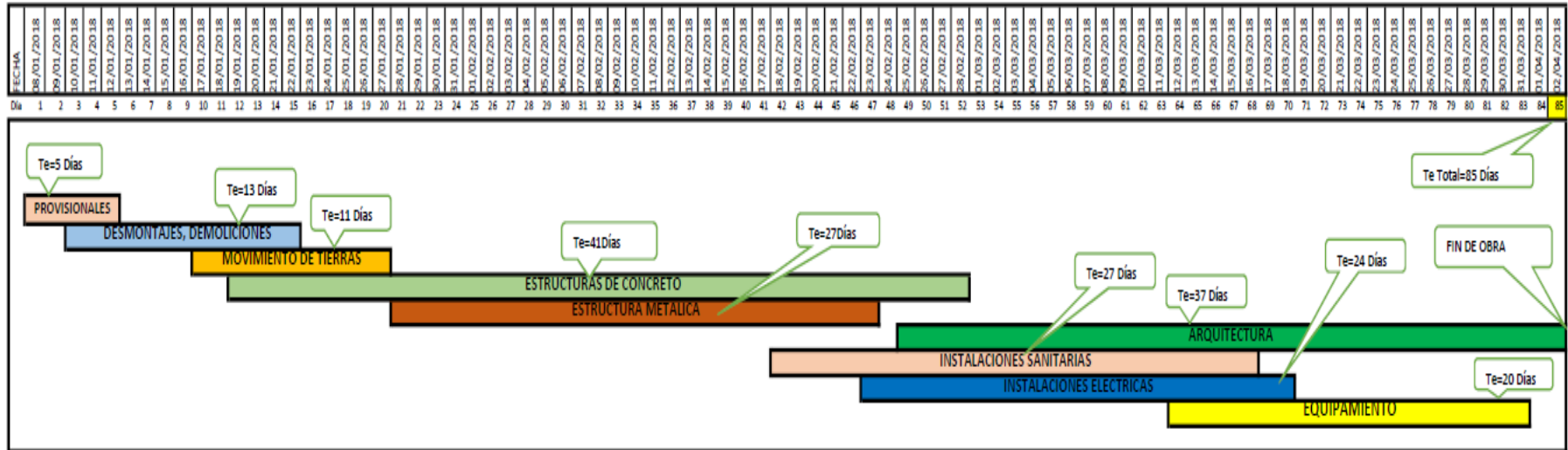


*Nota.* Se muestra nueva programación con días no contempladas en la programación contractual.

Fuente: Expediente técnico del proyecto KFC-Puente Piedra

**Figura 15**

*Esquema en barras de programación de 85 días.*



*Nota.* Se muestra nueva programación con días no contempladas en la programación contractual. Fuente: Elaboración propia

**I. Nuevo presupuesto general de obra incluyendo sobre costos por actividades no contempladas.** Se aprecia un presupuesto mayor al contractual, esto debido al sobre costos por partida según tabla 3, sobre costos por tiempo adicional según las tablas 2, finalmente un sobre costos por penalidades según la tabla 4.

**Tabla 5**

*Presupuesto general afectado por sobre costos*

Ítem	Descripción	Total	Observación
1	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	s/. 20 522.00	
1,1	Trabajos especiales de perforaciones, sellados e impermeabilizado	s/. 3 200.00	
1,2	Desmontajes, demoliciones y reforzamiento de estructuras	s/. 20 605.05	Incremento en costos, de la tabla 3.
1,3	Movimientos de tierras	s/. 5 770.40	
1,4	Estructura de concreto	s/. 54 266.15	
1,5	Estructura metálica	s/. 26 074.58	
2	Arquitectura	s/. 201 771.05	
3	Instalaciones sanitarias	s/. 60 992.40	
4	Instalaciones eléctricas	s/. 88 539.37	
5	Varios	s/. 38 897.53	
Costo directo CD.		s/. 520 638.52	
Aplicación de penalidades por 5 días 0,3% del costo directo		7 809.58	Penalidad por tiempo adicional, de la tabla 2 y 4.
	Gastos generales fijos	1,87% s/. 9 734.99	
	Gastos generales variables	16,53% s/. 86 061.55	
	Utilidades	5,00% s/. 26 031.93	
	Sub total	s/. 650 276.56	
	IGV	18,00% s/. 117 049.78	
Total general (TG) = Sub Total + IGV		s/. 767 326.34	

*Nota.* El presupuesto por adicional en tiempo y costo para el proyecto es de s/.767 326.34.

Adaptado del “Expediente técnico del Proyecto KFC-Puente Piedra”, Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. Proyecto alternativo 1: Reforzamiento a base de vigas de concreto usando aditivo.

Para la alternativa número 1, se utilizará vigas de concreto empleando aditivo acelerante de fragua, con la finalidad de que el concreto alcance las resistencias requeridas a edades tempranas y proseguir con el desencofrado esto conlleva a la creación de frentes de trabajos por tanto se acelera los procesos.

**2.3.2.1. Aspecto general del proyecto.** El aditivo a utilizar es la marca SIKA, denominado Sika Can Acelerante PE, que se dosifica de 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente del 300 ml a 1200 ml por bolsa de cemento de 42.5 kg), para el presente caso se utilizará el aditivo al 4% del peso del cemento y según la tabla 6 el desencofrado se realizará a los 14 días, alcanzando la resistencia de diseño.

**Tabla 6**

*Porcentaje de resistencia de concreto en función al tiempo C/S aditivo.*

Resistencia del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>					
Días después del vaciado	1	3	7	14	28
Porcentaje de resistencia sin aditivo	16%	40%	65%-75%	90%	100%
Resistencia del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	33.60	84.00	136.50	189.00	210.00
Porcentaje de resistencia con aditivo al 4%.		65%	90%	100%	
Resistencia del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>		136.50	189.00	210.00	

*Nota.* Se percibe que el concreto adicionando aditivo acelerante de fragua alcanza 14 días una Resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Adaptado “Data de la constructora Kamsau SAC”, Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.2. Planificación del proyecto.** Se realiza en función a estrategias de desencofrado a tiempo menor con influencia del aditivo de fragua.

**A. Programación del proyecto.** Para la programación de la partida reforzamiento con vigas de concreto utilizando aditivo, se tomó en cuenta los siguientes rendimientos.

**Tabla 7**

*Rendimiento de partida reforzamiento con vigas usando aditivo.*

Reforzamiento con vigas (incluye apuntalamiento necesario y reparación de losa aligerada) concreto $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>	UND	Metrado	Rendimiento/día	Tiempo ejecución días
<b>vaciado de concreto</b>	m <sup>3</sup>	6,36		
Vaciado 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>		20,00	0,32
Curado	m <sup>3</sup>		40,00	0,16
<b>Encofrado y desencofrado normal</b>	m <sup>2</sup>	45,55		
Habilitación	m <sup>2</sup>		40,00	1,14
Encofrado	m <sup>2</sup>		25,00	1,82
Desencofrado	m <sup>2</sup>		36,00	1,27
<b>Acero estructural <math>f'y= 4200</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	kg	947,00		
Habilitación	kg		250,00	3,79
Colocación	kg		250,00	3,79
<b>Apuntalamientos</b>	und	120,00	120,00	1,00
<b>Picado en zona de aligerado existente con aligerado nuevo, para anclaje de fierro y aplicar un adhesivo epóxico antes de vaciar el nuevo concreto. para piso 1 y piso 2. ver detalle.</b>	ml	90,00	100,00	0,90

*Nota.* Los tiempos de ejecución de cada partida, que ayudaran en la programación de la actividad.

Adaptado “Expediente técnico KFC-Puente Piedra”, Fuente: Elaboración propia.



**B. Programación de la ejecución en la partida reforzamiento con viga de concreto usando aditivo.** Utilizando aditivo, acelerante de fragua al 4%, se podrá desencofrar a los 14 días.

**Figura 16**

*Programación de tiempo de ejecución, reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo*

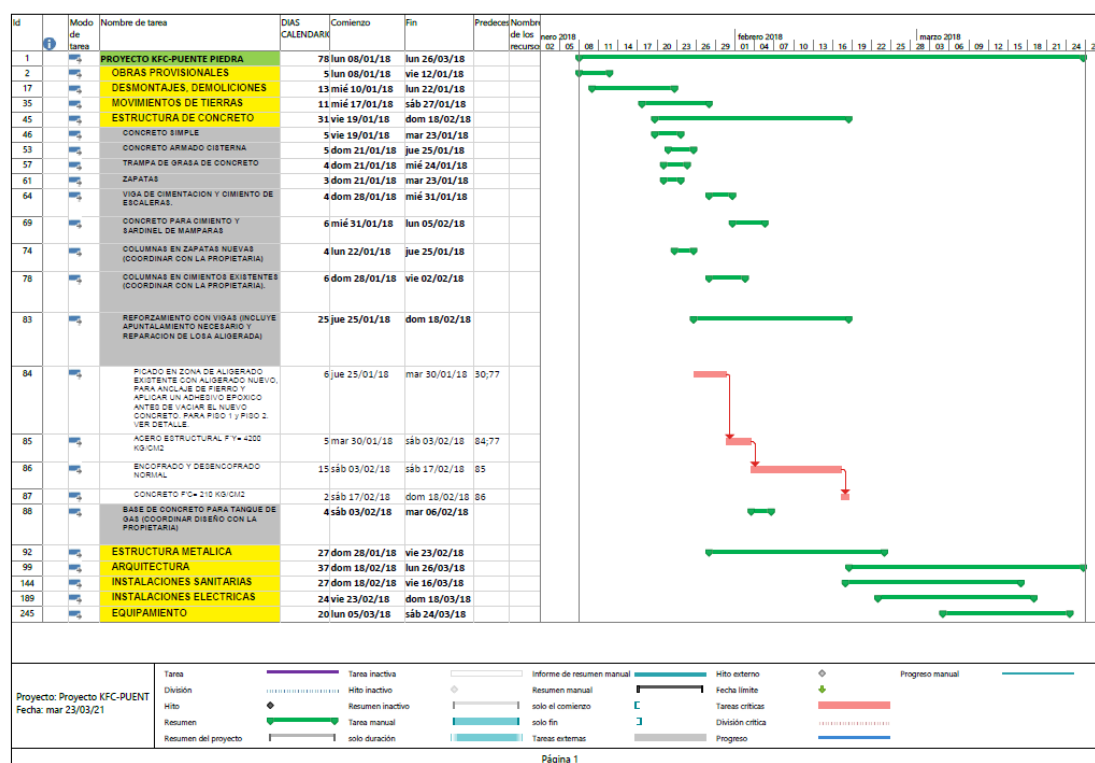
PROGRAMACIÓN VIGA DE CONCRETO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 20
CONCRETO Fc=210 kg/cm <sup>2</sup>															
Vaciado 210 kg/cm <sup>2</sup>															
Curado															
Encofrado															
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL															
Habilitación															
Encofrado															
Desencofrado															
CONCRETO ESTRUCTURAL F'c = 4200 kg/cm <sup>2</sup>															
Habilitación															
Cobocación															
PLACAO EN ZONA DE ALGERADO EXISTENTE CON ALGERADO NUEVO. (EN ANCLAJE DE FIERRO) Y APLICAR UN ADITIVO EPOXICO ANTES DE VACIAR EL NUEVO CONCRETO PARA PISO 1 y PISO 2. VER DETALLE.															

*Nota.* Se recalca que usando aditivo acelerante de fragua al 4% se podrá desencofrar en 14 días según lo descrito en la tabla 6. Fuente: Elaboración propia.

C. *Programación general de obra de la alternativa 1.* Cabe recalcar que en esta alternativa contempla reforzamiento de vigas utilizando aditivo acelerante de fragua en la programación expuesta de la figura 17, se puede apreciar el tiempo requerido para el proyecto de 78 días, se expone una disminución de 7 días frente a los 85 días que se requería inicialmente según lo expuesto en la figura 14, se puede concluir que se reduce 2 días respecto al programación del proyecto base es decir  $80-78=2$ .

**Figura 17**

*Programación general de la alternativa 1, utilizando vigas de concreto a base de aditivo*



*Nota.* Se aprecia la programación si se optara por ejecutar la obra con la alternativa 1, cabe recalcar que los 78 días calendarios incluyen también los días adicionales no contemplados en el presupuesto contractual de 5 días. Fuente: Elaboración propia con el software MS Project

**2.3.2.3. Presupuesto del proyecto.** Para mostrar los presupuestos, en primer lugar, se expone el presupuesto de la viga y luego la influencia de este al presupuesto total del proyecto.

**D. Presupuesto de la partida reforzamiento con viga de concreto utilizando aditivo.**

Para realizar el trabajo de reforzamiento de vigas, se incluyen más partidas como el picado de la zona del aligerado que se debe hacer con especial cuidado, así como también antes del vaciado se debe utilizar el puente de adherencia para unir los elementos de concreto.

**Tabla 8**

*Presupuesto de la partida reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo*

Ítem	Descripción	UND	Cantidad	P. U.	Parcial	TOTAL
2.00.01	<b>Reforzamiento con vigas (incluye apuntalamiento necesario y reparación de losa aligerada)</b>					<b>15,833.90</b>
2.00.01.01	Concreto f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	8.00	420.00	3,360.0	
2.00.01.02	Encofrado y desencofrado normal	m <sup>2</sup>	47.50	50.00	2,375.0	
2.00.01.03	Acero estructural f'y= 4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	1,130.00	4.50	5,085.0	
2.00.01.04	Apuntalamientos	und	150.00	6.50	975.0	
2.00.01.05	Picado en zona de aligerado existente con aligerado nuevo, para anclaje de fierro y aplicar un adhesivo epóxico antes de vaciar el nuevo concreto. para piso 1 y piso 2. ver detalle.	glb	1.00	2,500.00	2,500.0	
2.00.01.06	Aditivo acelerante de fraguadora sika 3	litros	88.99	8.88	789.8	
2.00.01.07	Puente de adherencia chema epoxi adhesivo 32	kg	15.00	49.94	749.1	

*Nota.* Este presupuesto contempla reforzamiento de la estructura, con vigas de concreto. Adaptada del “Expediente del proyecto KFC-Puente Piedra”, Fuente: Elaboración propia.

*E. Presupuesto general del proyecto de la alternativa 1.* Para la realización del presupuesto, se tomó en cuenta la programación como la influencia de la reducción mano de obra, gastos generales y el presupuesto de la partida viga de concreto utilizando aditivos expuesta en la

**Tabla 9**

*Presupuesto general de obra de la alternativa 1.*

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
1.00	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	s/20,522.00
1.10	Trabajos especiales de perforaciones, sellados e impermeabilizado	s/3,200.00
1.20	Desmontajes, demoliciones y reforzamiento de estructuras	s/20,605.05
1.30	Movimientos de tierras	s/5,770.40
1.40	Estructura de concreto	s/59,640.08
1.50	Estructura metálica	s/26,074.58
2.00	Arquitectura	s/201,771.05
3.00	Instalaciones sanitarias	s/60,992.40
4.00	Instalaciones eléctricas	s/88,539.37
5.00	Varios	s/38,897.53
	<b>Costo directo base</b>	<b>s/526,012.46</b>
Ahorro	Costo de mano de obra por 2 días.	s/633.36
	<b>Costo directo = costo directo base - mano de obra horro de 2 días.</b>	<b>s/525,379.10</b>
	Gastos generales fijos	1.87% s/9,823.63
	Gastos generales variables	13.91% s/73,080.23
	Utilidades	5.00% s/26,268.96
	Sub total	s/634,551.92
	IGV	18.00% s/114,219.35
	<b>Total general (TG) = Sub total + IGV</b>	<b>s/748,771.26</b>

*Nota.* Se recalca que el ahorro de los 2 días, se obtiene a partir de la programación de obra que comprende 78 días calendarios expuesta en la figura 16, se sabe que la programación del proyecto base es 80 días. Fuente: Elaboración propia.

#### **2.3.2.4. Proceso constructivo del reforzamiento con vigas utilizando aditivo acelerante.**

**A. Paso 1.** Se hace el picado en la zona del aligerado donde se hará la puesta de la viga, pero sin cortar ni debilitar el refuerzo de losa aligerada.

**B. Paso 2.** Colocación del encofrado tipo cajón debajo de la losa aligerada existente.

**C. Paso 3.** Colocación del refuerzo de la viga.

**D. Paso 4.** Aplicación del puente de adherencia.

**E. Paso 5.** Vaciado del concreto con acelerante de fragua al 4%.

#### **2.3.3. Proyecto Alternativo 2: Reforzamiento estructural con vigas de acero**

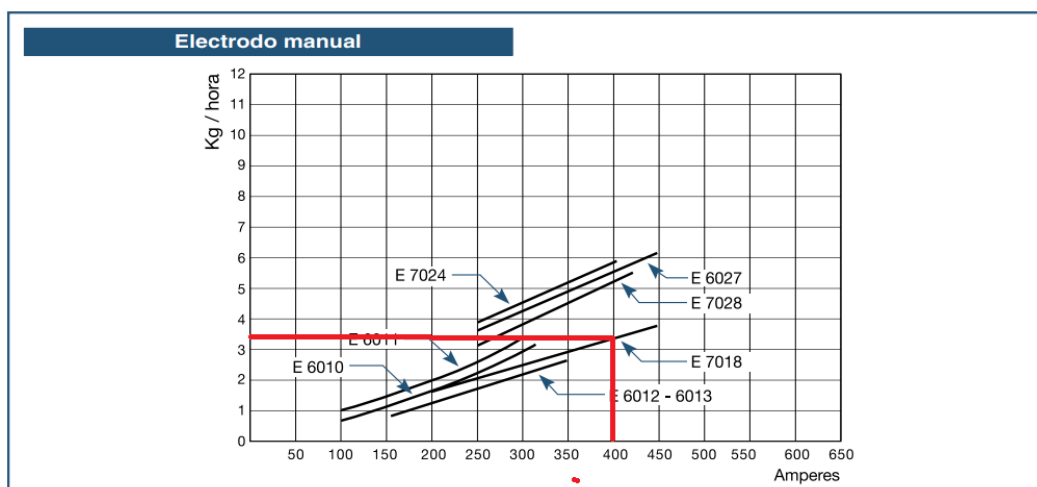
**2.3.3.1. Aspecto general del proyecto.** El proyecto consta de una remodelación de un local de tres pisos. La remodelación consiste en reforzamiento a base de columnas de concreto armado, vigas de acero y muros de albañería. Las losas de techo existentes son aligeradas de 20 cm de espesor. El proceso de anclaje de viga a columna será mediante soldadura, el tipo de acero a utilizar es A36, perfil tipo H.

##### **2.3.3.2. Planificación del proyecto.**

**A. Programación del proyecto.** Para la programación de la partida reforzamiento con vigas de acero, el tiempo de ejecución se estima mediante la velocidad de soldeo que se calcula mediante la utilización de los electrodos, para el proyecto se obtiene una velocidad de 3.5 kg/hora, según la figura 17.

**Figura 18**

*Rendimiento de soldeo con electrodos.*



*Nota.* Rendimiento de soldeo con electrodos, en función de la capacidad de soldar. Adaptada de “Grafica de soldeo”, INDURA, 2017.

**Tabla 10**

*Tiempo de ejecución del soldeo de vigas.*

Cálculo de tiempo de ejecución de partida	
Rendimiento de soldeo en kg/hora	3.50
Rendimiento por día en kg/día, efectividad 65%	18.20
Metrado de electrodos Kg.	71
Tiempo de ejecución en días.	
$Te = (\text{Metrado} / \text{rendimiento} * \text{cuadrilla})$	4

*Nota.* Se muestra la estimación del tiempo de colocación de vigas de acero mediante la velocidad de soldeo. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 19**

*Programación de obra, partida reforzamiento con viga de acero.*

Programación en ejecución de viga de acero	DIA1		DIA2		DIA3		DIA4	
Reforzamiento con viga de acero								
Escarificado en losa, para colocación de viga.								
Colocación de viga acero.								
Soldadura viga-plancha.								

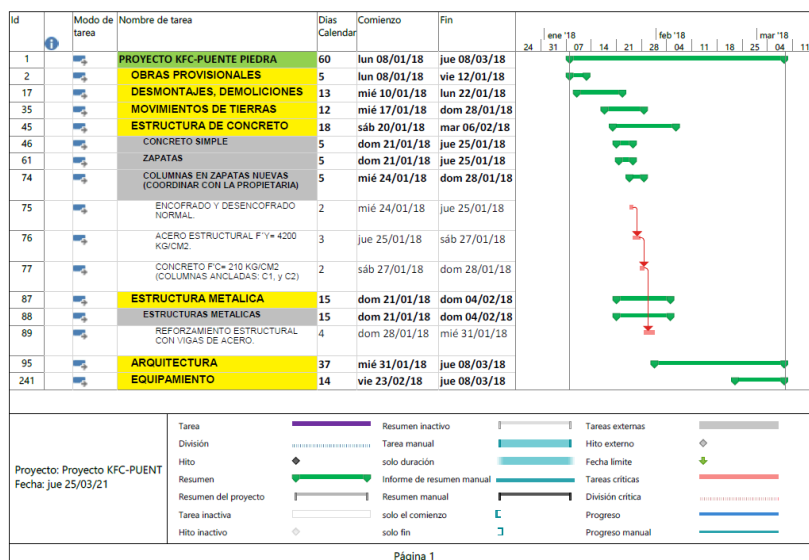
*Nota.* En función a la tabla 10, se obtiene la programación el cual se aprecia de 4 días. Fuente:

Elaboración propia.

**B. Programación general de obra de la alternativa 2.** Cabe recalcar que en esta alternativa contempla reforzamiento de vigas utilizando acero A 36, en la programación expuesta de la figura 20, se puede apreciar el tiempo requerido para el proyecto de 60 días, se expone una disminución de 25 días frente a los 85 días que se requería inicialmente según lo expuesto en la figura 14, comparando con la programación del proyecto base se obtiene una reducción de 20 días.

**Figura 20**

*Programación general de la alternativa 2, utilizando vigas de acero.*



*Nota.* Según la imagen son 60 días calendario. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa

MS Project.

**2.3.3.3. Presupuesto del proyecto.** Se muestran el análisis de presupuestos.

**A. Presupuesto de la partida reforzamiento con viga de acero.** En la tabla número 11 se muestra el presupuesto solo de la partida reforzamiento con vigas, se puede indicar que es un presupuesto parcial respecto al presupuesto general del proyecto.

**Tabla 11**

*Presupuesto de la partida reforzamiento con vigas de acero, proyecto KFC- Puente Piedra.*

Ítem	Descripción	UND	Cantidad	P.U.	Parcial	Total
3.00.00	<b>Reforzamiento con vigas de acero.</b>					
3.00.01	Plancha 25x30cm de 3/16".	kg	72.58	12.5	907.29	
3.00.02	04 pernos diámetro 1/2", 02 estribos 3/8".	kg	68.50	12.5	856.19	
3.00.03	Estructura metálica viga W8"x31" (sección h). Nivel + ver plano estructuras.	kg	2583.28	12.5	32291.00	
3.00.04	Electrodos E-7018	kg	70.80	12.5	885.02	
3.00.05	Apuntalamientos	und	150.00	2.3	345.00	
						35284.50

*Nota.* El costo incluye suministro e instalación. Fuente: Elaboración propia.

**B. Costo de mano de obra por día:**

**Tabla 12**

*Costo de mano de obra por día, partida reforzamiento con vigas de acero.*

Cant.	Mano de obra por día	8		
1	Soldador	hh	22.10	176.80
1	Oficial	hh	12.92	103.36
5	Ayudantes	hh	9.38	375.20
1	Equipos maquina soldar	hm	11.20	89.60
			Total	744.96



*Nota.* Se aprecia el costo de una cuadrilla, mano de obra. Fuente: Elaboración propia, en función de la data de la empresa Kamsau S.A.C.

*C. Presupuesto general de la alternativa 2, influencia en costos a base de reforzamiento estructural con vigas de acero.* El presupuesto general del proyecto alternativo se calculó en función al presupuesto general del proyecto base.

**Tabla 13**

*Presupuesto general, reforzamiento estructural con vigas de acero.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1.00	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	s/20,522.00
1.10	Trabajos especiales de perforaciones, sellados e impermeabilizado	s/3,200.00
1.20	Desmontajes, demoliciones y reforzamiento de estructuras	s/20,605.05
1.30	Movimientos de tierras	s/5,770.40
1.40	Estructura de concreto	s/43,806.18
1.50	Estructura metálica	s/61,359.09
2.00	Arquitectura	s/201,771.05
3.00	Instalaciones sanitarias	s/60,992.40
4.00	Instalaciones eléctricas	s/88,539.37
5.00	Varios	s/38,897.53
	Costo directo 1	s/545,463.06
Ahorro	Costo de mano de obra 20 días	s/14,899.20
	Costo directo = costo directo base - mano de obra horro de 20 días.	s/530,563.86
	Gastos generales fijos 1.87%	s/9,920.57
	Gastos generales variables 11.44%	s/60,701.28
	Utilidades 5.00%	s/26,528.19
	Sub total	s/627,713.90
	IGV 18.00%	s/112,988.50
	Total general (TG) = Sub total + IGV	s/740,702.4078

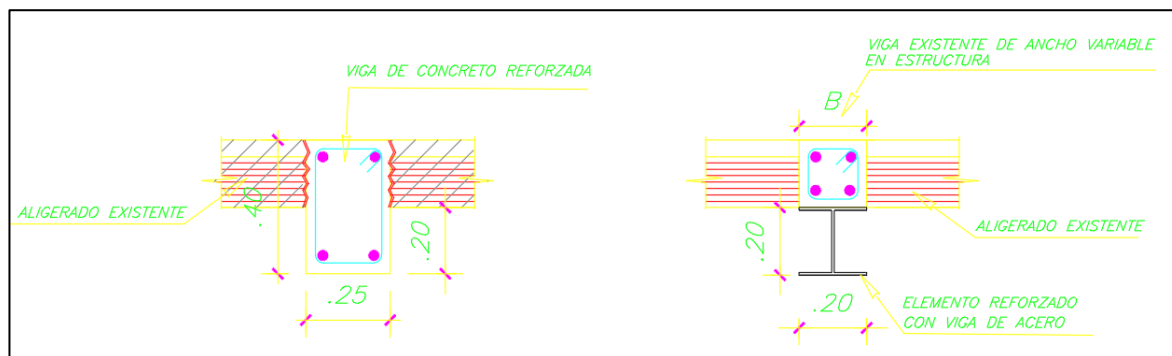
*Nota.* Se considera la reducción de costo por mano de obra por 20 días en gastos generales, según la comparación de la programación del proyecto base y programación de la alternativa 2 según las figuras 10 y 19 respectivamente, Fuente: Elaboración propia.

**2.3.3.4. Diseño de viga de acero A36.** Para del diseño de vigas de acero se muestra la metodología en el siguiente orden:

**A. Pre dimensionamiento de viga, Elección del peralte.** De acuerdo a la arquitectura del expediente contractual, la altura lateral del cajón de la viga debe ser 20 cm (8”).

### Figura 21

*Equivalencia en Peralte Viga de Concreto – Viga de Acero.*



*Nota.* En el proyecto contractual se contempló la altura lateral del cajo de viga de 20 cm, el cual se debe respetar para no cambiar la arquitectura del proyecto, es por eso para el pre dimensionamiento de la viga de acero se optará por 20 cm. Fuente: Elaboración propia.

**B. Pre dimensionamiento de viga, Elección del ancho de la viga.** La base será de 20cm (8”), se acomoda razonablemente a la estructura, la carga depositada por la viga existente de concreto de largo variable es simétrica, por tener el mismo ancho.

**C. Pre dimensionamiento de viga, elección del peso de la viga.** Para la viga de 8”x8”, se presentan los siguientes pesos.

**Figura 22**

*Perfiles de vigas W, acero A36.*

Designación Nominal (H x B x lb/pie)	H (mm)	B (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	$I_x$ (mm <sup>4</sup> ) $\times 10^6$	$I_y$ (mm <sup>4</sup> ) $\times 10^6$	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)
W 4"x4"x13	106	103	7.11	8.76	470	161	24.71	19.3
W 6"x4"x9	150	100	4.32	5.46	683	91.2	17.29	13.4
W 6"x4"x12	153	102	5.84	7.11	920	124	22.9	17.9
W 6"x6"x15	152	152	5.84	6.6	1211	388	28.58	22.3
W 6"x6"x20	157	153	6.6	9.27	1723	554	37.87	29.8
W 6"x6"x25	162	154	8.13	11.6	2223	712	47.35	37.2
W 8"x4"x10	200	100	4.32	5.21	1282	87	19.1	14.9
W 8"x4"x13	203	102	5.84	6.48	1648	114	24.77	19.3
W 8"x4"x15	206	102	6.22	8	1998	142	28.65	22.3
W 8"x5.25"x18	207	133	5.84	8.38	2576	332	33.94	26.8
W 8"x5.25"x21	210	134	6.35	10.2	3134	407	39.74	31.3
W 8"x6.5"x24	201	165	6.22	10.2	3446	762	45.68	35.7
W 8"x6.5"x28	205	166	7.24	11.8	4079	903	53.23	41.7
W 8"x8"x31	203	203	7.24	11	4579	1544	58.9	46.1
W 8"x8"x35	206	204	7.87	12.6	5286	1773	66.45	52.1
W 8"x8"x48	216	206	10.2	17.4	7659	2535	90.97	71.4
W 10"x4"x15	254	102	5.84	6.86	2868	120	28.45	22.3

Nota. Para el peralte y ancho de viga pre dimensionadas según la tabla se aprecia tres alternativas de elección, para este caso se optará el del menor peso, el cual se comprobará su efectividad mediante el diseño. Adaptada de “perfiles de vigas”, Miromina, 2020, Miromina aceros de calidad.

Según lo mencionado en el marco teórico del capítulo “pre dimensionamiento de vigas”, como un primer dimensionamiento se elige el menor peso que es 31 lb/pie. Finalmente, según lo pre dimensionado la viga será W 8”x8”x31lb/pie.

**D. Pre dimensionamiento de viga comprobación del peso mediante momentos**

*últimos*. De acuerdo a lo descrito en marco teórico, se obtienen los momentos máximos últimos sin considerar el peso de la estructura

**Tabla 14**

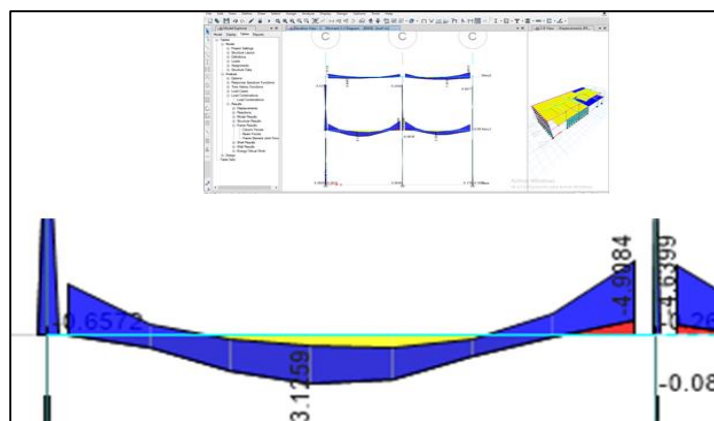
*Momento máximo ultimo*

Story	Beam	Load Case/ Combo	Station m	V2 Tonf	T tonf-m	M3 Tonf-m	Element	Element Station m
Story1	B16	ENVE Min	0.13	-8.27	-0.02	-4.06	81-1	0.13
Story1	B17	ENVE Max	1.53	0.27	0.01	3.13	82	1.53
Story1	B17	ENVE Min	3.40	2.50	-0.012	-4.91	82	3.40
Story1	B18	ENVE Min	0.13	-8.58	-0.03	-4.64	115	0.13
Story1	B22	ENVE Min	1.75	-4.50	-0.05	-3.06	133-3	0.00

*Nota.* Del análisis estructural se aprecia un momento ultimo máximo de 4.91 Tnf-m. Fuente: Elaboración propia, utilizando el programa Etabs v. 17.1.

**Figura 23**

*Grafica de momentos máximos en tramo crítico de viga*



*Nota.* Se aprecia del diagrama de momentos en función a la envolvente un momento máximo de 4.91 Tnf-m. Fuente: Elaboración propia, utilizando el programa Etabs v. 17.1.

**Tabla 15**

*Momento ultimo*

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción
MU	4.91	tf-m	Momento último.
MU	35.44	Kips-ft.	Momento último.

*Nota.* Se obtiene el momento ultimo sin considerar el peso propio de las vigas. Fuente: Elaboración propia, utilizando el Programa Etabs v.17.1.

**Figura 24**

*Modulo plástico en función de sección de viga, W8x31.*

**Z<sub>X</sub>**

**Table 3-2 (continued)**  
**W Shapes**  
**Selection by Z<sub>x</sub>**

**F<sub>y</sub> = 50 ksi**

Shape	Z <sub>x</sub> in. <sup>3</sup>	M <sub>px</sub> /Ω <sub>b</sub>		M <sub>px</sub> /Ω <sub>b</sub>		BF		L <sub>p</sub> ft	L <sub>r</sub> ft	I <sub>x</sub> in. <sup>4</sup>	M <sub>px</sub> /Ω <sub>y</sub>	
		ASD	LRFD	ASD	LRFD	ASD	LRFD				ASD	LRFD
W18×35	66.5	186	249	101	151	8.07	12.1	4.31	12.4	510	106	159
W12×45	64.2	160	241	101	151	3.83	5.75	6.89	22.4	348	80.8	121
W16×36	64.0	160	240	98.7	148	6.19	9.31	5.37	15.2	448	93.6	140
W14×38	61.5	153	231	95.4	143	5.39	8.10	5.47	16.2	385	87.4	131
W10×49	60.4	151	227	95.4	143	2.44	3.67	8.97	31.6	272	68.0	102
W8×58	59.8	149	224	90.8	137	1.70	2.56	7.42	41.7	228	89.3	134
W12×40	57.0	142	214	89.9	135	3.66	5.50	6.85	21.1	307	70.4	106
W10×45	54.9	137	206	85.8	129	2.59	3.89	7.10	26.9	248	70.7	106
W14×34	54.6	136	205	84.9	128	5.05	7.59	5.40	15.6	340	79.7	120
W16×31	54.0	135	203	82.4	124	6.76	10.2	4.13	11.9	375	87.3	131
W12×35	51.2	128	192	79.6	120	4.28	6.43	5.44	16.7	285	75.0	113
W8×48	49.0	122	184	75.4	113	1.68	2.53	7.35	35.2	184	68.0	102
W14×30	47.3	118	177	73.4	110	4.65	6.99	5.26	14.9	291	74.7	112
W10×39	46.8	117	176	73.5	111	2.51	3.77	6.99	24.2	209	62.5	93.7
W16×26 <sup>o</sup>	44.2	110	166	67.1	101	5.96	8.96	3.96	11.2	301	70.5	106
W12×30	43.1	108	162	67.4	101	3.92	5.89	5.37	15.6	238	64.2	96.3
W14×26	40.2	100	151	61.7	92.7	5.32	7.99	3.81	11.1	245	70.9	106
W8×40	39.8	99.3	149	62.0	93.2	1.64	2.47	7.21	29.9	146	59.4	89.1
W10×33	38.8	96.8	146	61.1	91.9	2.39	3.59	6.85	21.8	171	56.4	84.7
W12×26	37.2	92.8	140	58.3	87.7	3.61	5.42	5.33	14.9	204	56.2	84.3
W10×30	36.6	91.3	137	56.6	85.0	3.08	4.62	4.84	16.1	170	62.8	94.2
W8×35	34.7	86.6	130	54.5	81.9	1.62	2.43	7.17	27.0	127	50.3	75.5
W14×22	33.2	82.8	125	50.6	76.1	4.75	7.14	3.67	10.4	199	63.2	94.8
W10×26	31.3	78.1	117	48.7	73.2	2.90	4.36	4.80	14.9	144	53.7	80.6
W8×31 <sup>f</sup>	30.4	75.8	114	48.0	72.2	1.58	2.37	7.18	24.8	110	45.6	68.4
W12×22	29.3	73.1	110	44.4	66.7	4.65	6.99	3.00	9.17	156	64.0	96.0
W8×28	27.2	67.9	102	42.4	63.8	1.66	2.50	5.72	21.0	98.0	45.9	68.9

*Nota.* De la tabla para una viga W8X31, se obtiene el modulo plástico “Z<sub>x</sub>” igual a 30.4 in<sup>3</sup>, se recalca que este valor es independiente al esfuerzo de fluencia “F<sub>y</sub>” del acero por tanto se puede obtener el modulo plástico para un acero cuyo esfuerzo de fluencia sea F<sub>y</sub>= 36 ksi. Fuente: Tabla 3-2 AISC.

**Tabla 16**

*Cálculo de momento plástico en vigas de W*

Símbolo	Valor	unidad	Descripción
Fy=	36	kip/in <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia.
Zx=	30.4	in <sup>3</sup>	Módulo plástico.
ØMp= Fy* Zx	82.08	kip-ft	Momento plástico.

*Nota.* El valor del módulo plástico “Zx” se obtiene a partir de la tabla 3-2 del AISC, se recalca que dicho valor puede ser aplicable acero Fy=36 Ksi. Fuente: Elaboración propia-Tabla 3-2 del AISC.

Comparando resultados de la tabla 15 y 16, se observa que el momento ultimo “Mu” es menor que el momento plástico “ØMp” es decir 35.44 Kip-ft < 82.08 Kip-ft, por tanto, se concluye que el pre dimensionamiento no sobrepasa los momentos solicitados.

**E. Análisis estructural de la edificación considerando reforzamiento viga de acero.**

Para el análisis estructural de la edificación se contempla los parámetros normativos, la referencia de obtención de parámetros es de la norma E030, y se realiza de la siguiente manera.

**Figura 25**

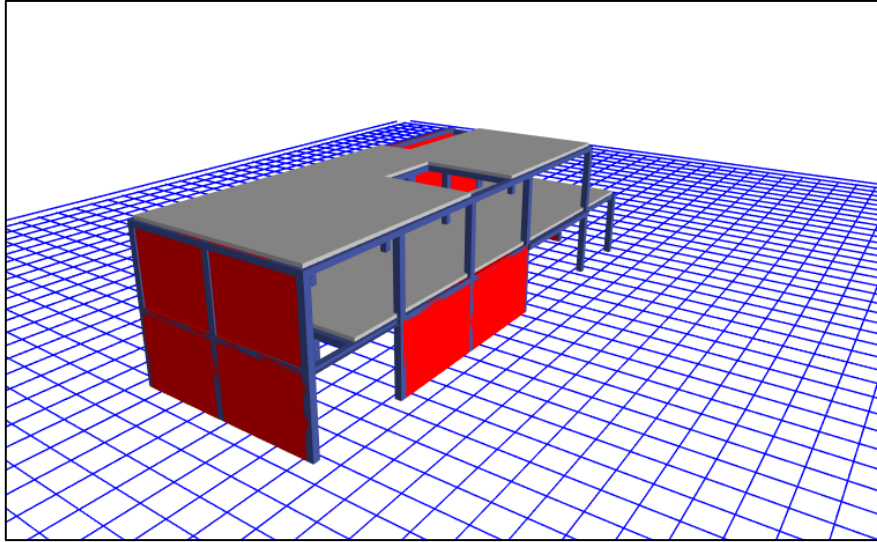
*Se muestran datos para realizar el análisis estructural*

Características	Factor	Obtención
Factor zona	4	E030 - RNE.
Categoría	u=1, Restaurant	E030 - RNE.
Suelo local	s2	E030 - RNE.
Portante del suelo	2.5 kg/cm <sup>2</sup> .	Expediente.
Número de pisos :	2	
Sobrecarga	400 kg/m <sup>2</sup> para el restaurante, 100 kg/m <sup>2</sup> para la azotea.	E020 - RNE.
Concreto f 'c.	210 kg/cm <sup>2</sup>	Expediente.
Acero f'y (esfuerzo de fluencia del acero) =	4200 kg/cm <sup>2</sup>	Expediente.
Albañearía:	f'm= 65kg/cm <sup>2</sup> .	Expediente.

**F. Modelamiento de la estructura.**

**Figura 26**

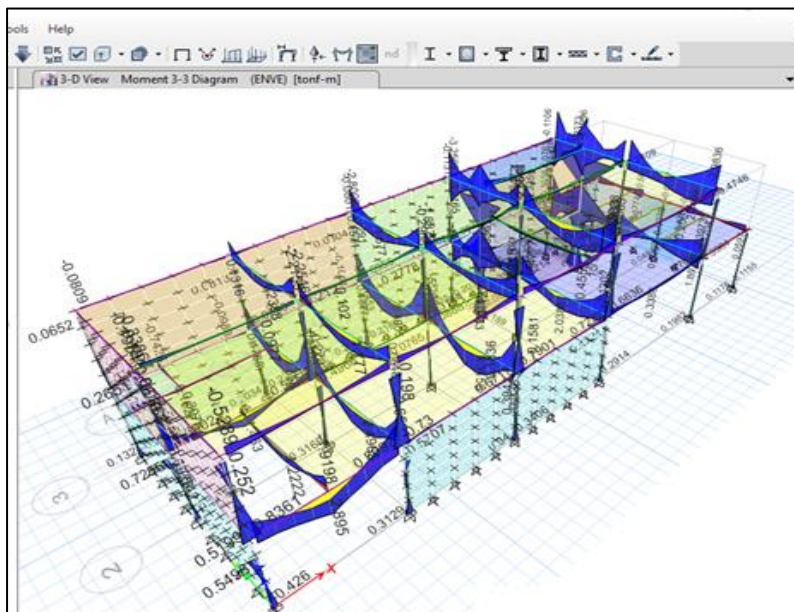
*Modelamiento Proyecto KFC-Puente Piedra.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia mediante el programa Etabs v.17.1

**Figura 27**

*Diagramas De Momento Flexor De Envolventes, Proyecto KFC Puente Piedra.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia mediante el programa Etabs v.17.1

### G. Obtención de las cargas ultimas de la estructura.

**Tabla 17**

*Momento de cargas ultimas en función a la envolvente*

Story	Beam	Load Case/ Combo	Station m	V2 Tonf	T tonf-m	M3 Tonf-m	Element	Element Station m
Story1	B17	ENVE Min	2.46	0.95	-0.01	0.29	82	2.46
Story1	B17	ENVE Min	2.92	1.85	-0.01	-1.53	82	2.92
Story1	B17	ENVE Min	3.40	2.77	-0.01	-5.21	82	3.40
Story2	B22	ENVE Max	3.09	5.99	0.08	3.95	43	1.34
Story2	B22	ENVE Max	1.75	5.70	0.03	3.87	43	0.01

*Nota.* Se muestra un momento ultimo de 5.21 Toneladas. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Etabs 2017 v.17.

### H. Verificación diseño por momentos

**Tabla 18**

*Momentos de diseño*

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción
$\emptyset M_p =$	10.22	Tnf-m	Momento Plástico
MU=	5.20	Tnf-m	Momento último.

*Nota.* Según el diseño de vigas por momentos se debe cumplir  $\emptyset M_p > MU$  (McCormac y Csernak, 2012). En la tabla se observa los valores  $10.22 \text{ Tnf-m} > 5.20 \text{ Tnf-m}$  los cuales cumplen con lo indicado. Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 19***Verificación de deflexión en viga*

Deflexión	Asignación	Long. crítica (L)	Tolerancia máx. RNE E.090	Unidad	Descripción
§ máx.=	3.2mm*(longitud)/3	3.27	3.49	mm	Deflexión máxima. tolerancia
§ máx. U=			3.3	mm	Cumple

*Nota.* Se comparada a la deflexión obtenida del análisis estructural por carga de servicios, con tolerancias de la normal. Finalmente se aprecia que § máx > § máx. U el cual se encuentra dentro de las tolerancias.

### **2.3.4. Comparación de resultados.**

#### **2.3.4.1. Comparación en tiempo:**

**A. Comparación parcial en tiempo de ejecución entre las partidas reforzamiento con viga de concreto usando aditivo y viga de acero.** En la figura 28 muestra tres tiempos de ejecución de partidas, la primera denominada Partida reforzamiento con vigas contractual que tiene un tiempo de ejecución 31 días, la segunda denominado partida reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo cuyo tiempo de ejecución es 20 días, y el tercero denominado partida reforzamiento con vigas de acero con un tiempo de ejecución es 4 días.

Según la tabla 20 comparando el tiempo de ejecución de la partida reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo con el tiempo de la partida reforzamiento con vigas contractual se aprecia una reducción de tiempo en 11 días que representa un 35% respecto a la partida contractual.

Según la tabla 20 comparando el tiempo de ejecución de la partida reforzamiento con vigas de acero con el tiempo de la Partida reforzamiento con vigas contractual se aprecia una reducción de tiempo en 27 días que representa un 87% respecto a la partida contractual.

**Tabla 20**

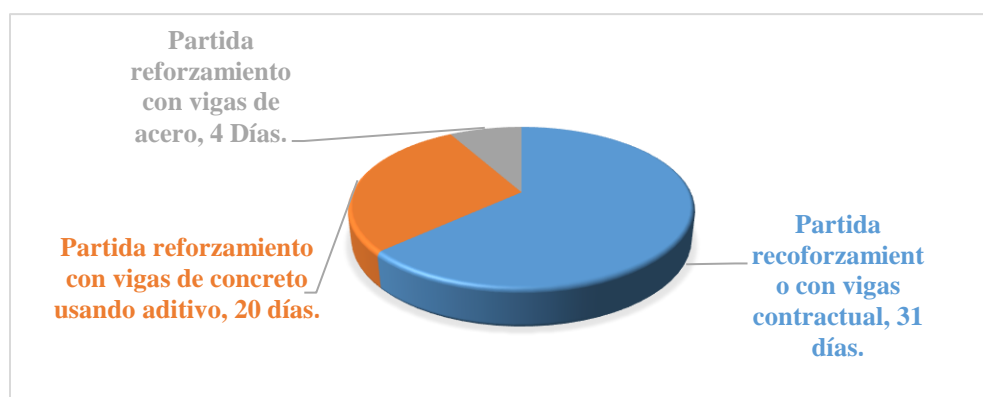
*Comparativa en tiempos de partida reforzamiento con vigas.*

Ítem	Partida	Tiempo de ejecución.	Reducción de días, respecto al proyecto contractual.	Porcentaje de reducción respecto a la partida contractual.	observaciones
1	Partida reforzamiento con vigas contractual.	31			
2	Partida reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo.	20	11	35%	
3	Partida reforzamiento con vigas de acero.	4	27	87%	Mayor reducción de días, respecto al proyecto contractual.

*Nota.* Respecto a los porcentajes de reducción de días se obtiene comparando las partidas reforzamiento con vigas, con el proyecto base. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 28**

*Comparación de tiempos de ejecución Tiempos de Ejecución partida reforzamiento con vigas.*



*Nota.* En el gráfico se muestra que el tiempo de ejecución de la partida reforzamiento con vigas de concreto demanda 20 días, mientras que para la partida reforzamiento con vigas de acero demanda 4 días. Fuente: Elaboración propia.

**B. Comparación global en tiempo de ejecución del proyecto.** Se realiza el análisis mediante la tabla 21.

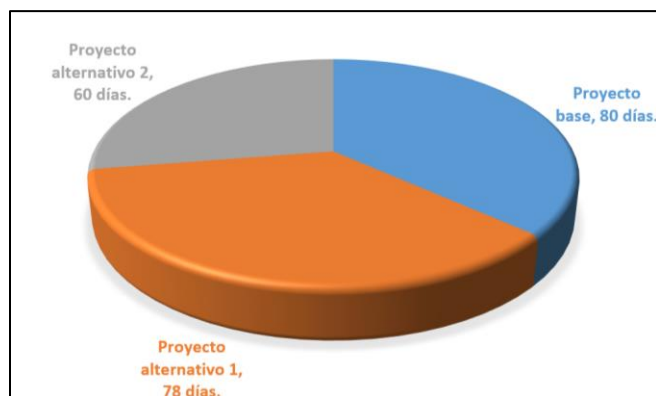
**Tabla 21**

*Tiempos de ejecución de los proyectos alternativos y el proyecto base.*

Proyecto	Tiempo de ejecución.	Reducción de días, respecto al proyecto contractual.	Porcentaje de reducción respecto a la partida contractual.	Observaciones
Proyecto base.	80			
Proyecto alternativo 1.	78	2	2.50 %	
Proyecto alternativo 2.	60	20	25%	Mayor reducción de días.

**Figura 29**

*Gráfica de Tiempos de Ejecución de los proyectos alternativos y el proyecto base.*



*Nota.* En el gráfico se muestra que el tiempo de ejecución de la partida reforzamiento con vigas de concreto demanda 80 días, mientras que para la partida reforzamiento con vigas de acero demanda 60 días, se recalca que los 5 días adicionales detectados por actividades no contempladas ya se encuentra dentro de los tiempos mencionados. Fuente: Elaboración

### 2.3.4.2. Comparación en costo:

C. *Comparación económica entre el presupuesto de las partidas reforzamiento con viga de concreto usando aditivo y reforzamiento con viga acero.* En la figura 30 muestra tres presupuestos de partidas, la primera denominada Partida reforzamiento con vigas contractual de S/. 15 044.10 que es monto licitado, la segunda denominado partida reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo de S/. 15 833.90 y el tercero denominado partida reforzamiento con vigas de acero con un costo de S/.35284.50.

**Tabla 22**

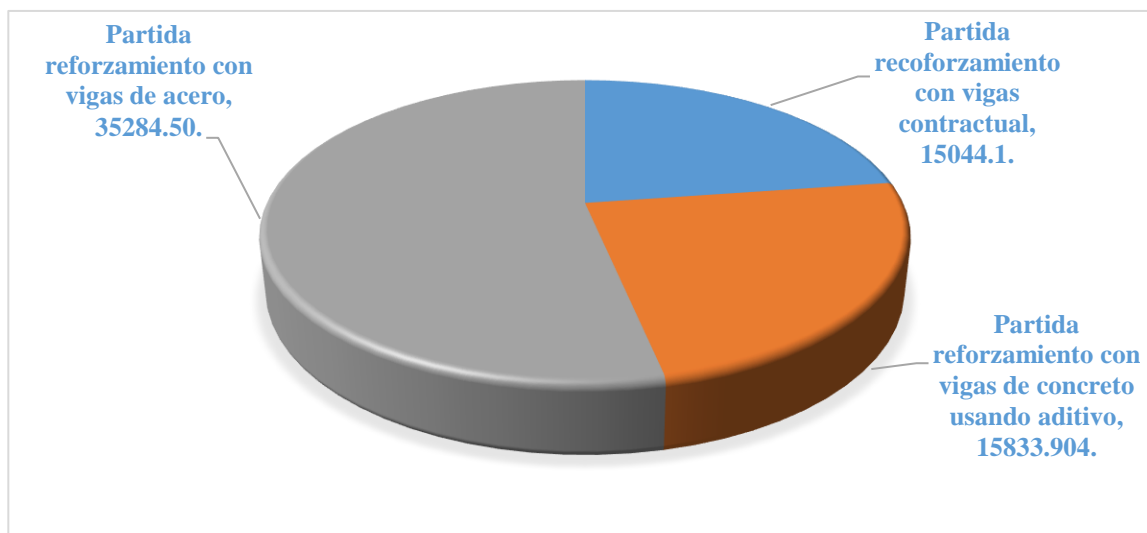
*Comparación de presupuesto por partidas*

Ítem	Partida	Presupuesto contractual por partida	Incremento en costo respecto a la partida contractual.	Porcentaje de incremento en costo respecto a la partida contractual.	Observaciones
1	Partida reforzamiento con vigas contractual.	15044.10			Presupuesto contractual.
2	Partida reforzamiento con vigas de concreto usando aditivo.	15833.90	789.80	5%	Incremento en costo.
2	Partida reforzamiento con vigas de acero.	35284.50	20240.40	135%	Mayor incrementos en costo, respecto al presupuesto base.

*Nota.* La comparación se realiza de las alternativas 1 y 2 con respecto al presupuesto de la partida contractual. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 30**

*Comparativa en costo utilizando viga de concreto –viga de acero.*



Nota. Se muestran presupuestos por partida. Fuente: Elaboración propia.

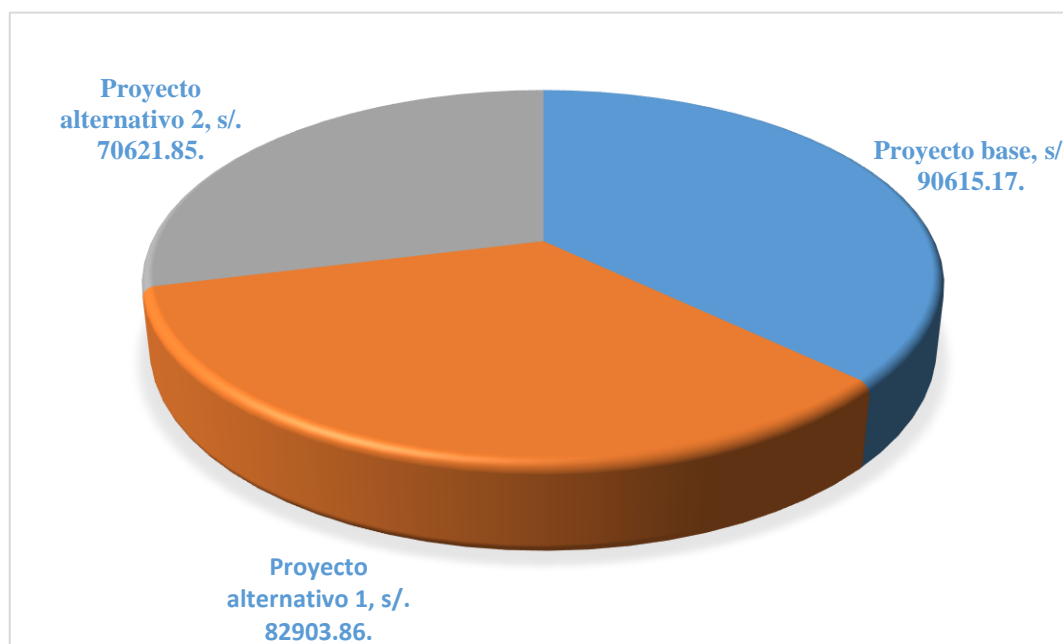
**D. Comparativa de gastos generales global a nivel presupuesto.** En la figura 31 muestra tres presupuestos en gastos generales, la primera denominada presupuesto del proyecto base de S/. 90 615.17 que es monto licitado, la segunda denominado presupuesto alternativo 1 de S/. 82 903.86 que es el proyecto si se utilizara vigas de concreto con aditivo acelerante y el tercero denominado alternativa 2 con un costo de S/.70 621.85.

De la tabla 22, comparando gastos generales entre el proyecto alternativo 1 con el proyecto base se afirma una diferencia de S/. 7 711.31 a favor del proyecto alternativo 1, se verifica una reducción del 8.51% de gastos generales si se escogiera trabajar con el proyecto alternativo 1.

Comparando el proyecto alternativo 2 con el proyecto base hay diferencia de S/. S/. 19 993.32 a favor del proyecto alternativo 2, se afirma una reducción del 22.06% de gastos generales, si se escogiera trabajar con el proyecto alternativo 2.

**Tabla 23***Comparativa en gastos generales*

Asignación	Presupuesto GG por proyecto.	Reducción de GG en costo respecto a la Proyecto base.	Porcentaje de reducción de GG respecto a la partida contractual.	Observaciones
Proyecto base	90615.17			Presupuesto contractual.
Proyecto alternativo 1.	82903.86	7 711.31	8.51%	
Proyecto alternativo 2.	70621.85	19 993.32	22.06%	Reducción en costo, respecto al presupuesto contractual.

**Figura 31***Grafica de comparativo en gastos generales, viga de concreto-viga de acero*

*Nota.* Se muestran presupuestos por gastos generales. Fuente: Elaboración propia.

**E. Análisis y comparativa global de costos a nivel presupuesto.** En el gráfico 32 muestra tres presupuestos, la primera denominada presupuesto del proyecto base de S/.751 003.84 que es monto licitado, la segunda denominado presupuesto alternativo 1 de S/.748 711.26 el tercero denominado alternativa 2 con un costo de S/.740 702.41.

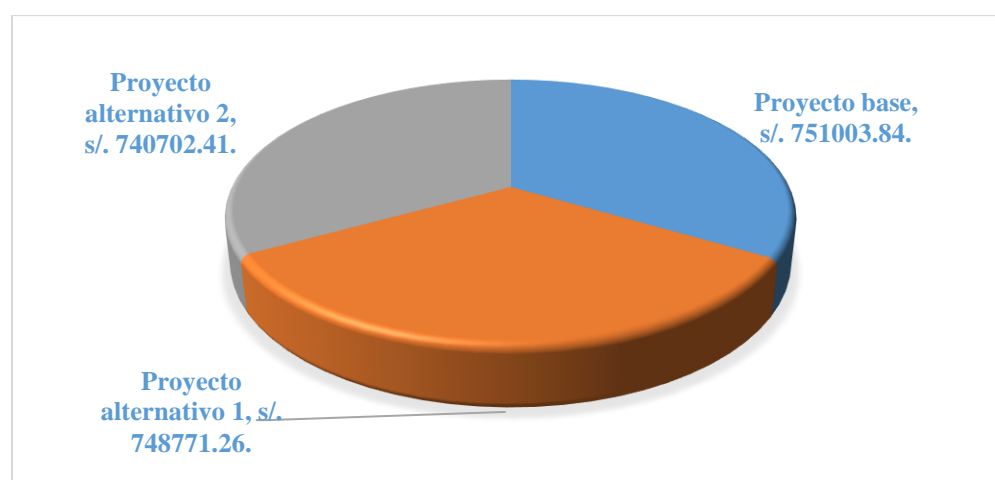
**Tabla 24**

*Comparativo de presupuesto a nivel de las alternativas y el proyecto base.*

Asignación proyecto.	Presupuesto por proyecto.	Reducción de costo respecto a la Proyecto base.	Porcentaje de reducción de costos respecto al proyecto base.	Observaciones
Proyecto base.	751 003.84			Presupuesto contractual.
Proyecto alternativo 1.	748 771.26	2 232.580	0.30%	
Proyecto alternativo 2.	740 702.41	10 301.43	1.37%	Reducción en costo.

**Figura 32**

*Gráfica comparación a nivel presupuesto entre alternativas y proyecto base.*



*Nota.* Se muestran presupuestos globales. Fuente: Elaboración propia.



### **III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA**

Mi aporte principalmente en el proyecto KFC Puente Piedra, fue proponer el cambio de alcance en la partida reforzamiento de vigas, utilizando vigas de acero en lugar de las vigas de concreto en función al análisis realizado que se describe mediante comparaciones en el ítem 2.3.4 “comparación de resultados”, donde se destacan los siguientes beneficios para el proyecto y la empresa.

Se cumplió el plazo establecido en la ejecución del proyecto, se destaca su culminación 20 días antes de la fecha de fin de obra contractual.

Se mostró reducción en costo del presupuesto en S/. 10 301.43, representando un 1.37%, respecto al presupuesto contractual.

Se evitó sobre costo por penalidades de haberse extendido la obra por cinco días el cual representa el tiempo que no se consideró en la licitación del proyecto, que asciende a S/. 7 809,58.

#### IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se comparó ventajas en tiempo y costo al utilizar sistemas constructivos de reforzamiento con vigas de acero o con vigas de concreto usando aditivo, analizando el expediente del proyecto “KFC” a construirse en el distrito de Puente Piedra-Lima-Perú. Lo más importante de esta comparación fue hacer la elección del sistema de reforzamiento de mayor ventaja el cual es el reforzamiento con vigas de acero porque el proyecto KFC Puente Piedra estaba en construcción y se tenía que tomar decisiones acertadas, lo que más ayudo hacer la comparación fue tener el expediente claro y completo del proyecto como data los costos unitarios para realizar presupuestos con mayor facilidad porque la empresa tiene experiencia en el sector, se destacan lo siguiente:

De la comparación en tiempo se destacó que la alternativa 2 que representa el reforzamiento de la edificación con vigas de acero, tiene mayor ventaja debido a que su empleo reduce en 20 días el tiempo de ejecución del proyecto, con una disminución del 25%, respecto al tiempo del proyecto base.

De la comparación en costos se destacó que la alternativa 2 que representa el reforzamiento de la edificación con vigas de acero, tiene mayor ventaja debido a que su empleo reduce en S/. 10 301.43 el costo de ejecución del proyecto, con una disminución del 1.37%, respecto al presupuesto del proyecto base.

## V. RECOMENDACIONES

Para realizar la elección de elementos estructurales en reforzamiento a base de vigas en edificaciones, se recomienda realizar un análisis en tiempo y costo de los elementos ya sea en acero o concreto, quizá erróneamente se puede optar por el acero, pero en ocasiones esta estructura tiene mayor costo en materiales.

Para que el tiempo de ejecución sea efectivo y tenga ventaja al reforzar una edificación a base de vigas de acero, tener en cuenta el tiempo de suministro del material debido a que los proveedores existen solo en puntos específicos, en comparación de estructuras de concreto es más fácil acceder a los materiales.

Para disminuir costos al reforzar una edificación a base de vigas de acero, se recomienda realizar una correcta elección del tipo de perfil y peso de la viga, según lo expuesto el peso de la viga está directamente relacionado con el costo; claro está, que esta elección de características de viga se realiza en función a un diseño estructural.

El presente trabajo también deja abierta la posibilidad que se analice los costos de mantenimiento a largo plazo de elementos en acero. También hacer el análisis de la interacción de pórticos mixtos es decir columnas de concreto y vigas de acero.

## VI. REFERENCIAS

Grupo Argos. (2020). *Acelerante para el Concreto*.

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/acelerantes-para-el-concreto-tipos-y-beneficios>

McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero* (5 ed.). Mexico:

Alfaomega. [https://www.academia.edu/28111116/Dise%C3%B1o\\_de\\_Estructuras\\_De\\_Acero\\_McCormac\\_5ta\\_Ed\\_pdf](https://www.academia.edu/28111116/Dise%C3%B1o_de_Estructuras_De_Acero_McCormac_5ta_Ed_pdf)

Malpartida, O. (2016). *Evaluación y Reforzamiento de Estructuras*.

<https://es.scribd.com/document/357637978/Tello-Omart-Ing-Evaluacion-y-reforzamiento-de-estructuras-UNFV-pdf>

Miromina. (2020). *Vigas H*. Obtenido de <https://www.miromina.com.pe/product/vigas-h/>

Mundo franquisia. (2000). Franquicias Kentucky Fried Chicken.

<https://www.mundofranquicia.com/franquicia/hosteleria/comida-rapida/kentucky-fried-chicken/>

Oroz Tito, C. (2015). *Aplicación de Herramienta de Planeamiento look Ahead en Construcción de Proyecto Inmobiliario Multifamiliar de 10 pisos* [Tesis para optar grado de ingeniero civil, Universidad Ricardo Palma]. Archivo digital. Obtenido de

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2383/oroz\\_cf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2383/oroz_cf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Peru retail. (9 de Agosto de 2018). *Definición de retail*. [https://www.peru-](https://www.peru-retail.com/retailtv/definicion-de-retail/)

[retail.com/retailtv/definicion-de-retail/](https://www.peru-retail.com/retailtv/definicion-de-retail/)

Reglamento de la ley N°30225, L. d.-2.-E. (2018). Poder ejecutivo.

<https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0022/tuo-ley-30225.pdf>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006, 5 de mayo). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Diario oficial El Peruano.

<http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

Sanchez, P.(2017). Estudio Comparativo Técnico- Económico de una Edificación con Estructura de Hormigón Armado y Estructura de Acero. [Tesis de para obtencion de titulo profesional de ingeniero civil, Universidad de Especialidades Espíritu Santo].Archivo digital.<http://201.159.223.2/bitstream/123456789/642/1/TESIS%20PABLO%20ANDR%c3%89S%20BAQUERIZO%20S%c3%81NCHEZ%20Mayo%202017.pdf>.

Sika. (21 de 01 de 2015). *Hoja tecnica Sika Cem Acelerante* .

<http://www.mvsrepresentaciones.com/documentos/concreto/htcema.pdf>

Vinnakota, S. (2006), Estructuras de acero: comportamiento y LRFD. México: McGraw-Hill Book Company.

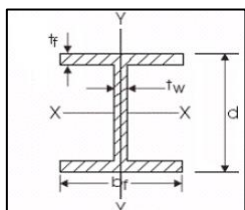
Wilde, S. J., & Forenza, L. (2016). Programacion de obras. <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-del-nordeste/fundamentos-de-ingenieria/apuntes-de-clase/21-programacion-del-proceso-constructivo/4536607/view>

## VII. ANEXOS

### Anexo A: Cálculos de diseño de vigas de acero W8x31.

**Figura 33**

*Sección de viga a diseñar.*



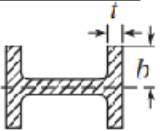
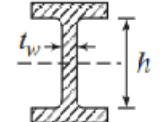
$$\lambda < \lambda_p \rightarrow \text{La sección es compacta, del AISC} \quad (8)$$

$$\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r \rightarrow \text{La sección no es compacta, del AISD.} \quad (9)$$

$$\lambda > \lambda_r \rightarrow \text{la sección es esbelta.} \quad (10)$$

**Figura 34**

*Parámetros de “λ”.*

$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	
$b/t$	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
$h/t_w$	$3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

*Nota.* Parámetros obtenidos de “clasificación de perfiles estructurales”, AISC.

**Tabla 25**

*Resultados para la comparación*

	$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$
Bf/tf	9.20	10.79	28.38
h/tw	25.02	106.72	161.78

$$\lambda < \lambda_p \rightarrow 9.20 < 10.79 \rightarrow \text{la sección es compacta por el lado del ala.}$$

$\lambda < \lambda_p \rightarrow 25.02 < 106.72 \rightarrow$  la sección es compacta por el lado del alma.

**Tabla 26**

*Características, geométricas, estructurales de la viga y sección.*

<b><i>Lb=</i></b>	<b><i>3.27</i></b>
<i>ry=</i>	<i>2.02</i>
<i>Fy=</i>	<i>36</i>
<i>Fr=</i>	<i>10</i>
<i>A=</i>	<i>9.12</i>
<i>Cw=</i>	<i>531</i>
<i>J=</i>	<i>0.536</i>
<i>Iy=</i>	<i>37.1</i>
<i>Sx=</i>	<i>27.5</i>
<i>E=</i>	<i>29000</i>
<i>G=</i>	<i>11200</i>

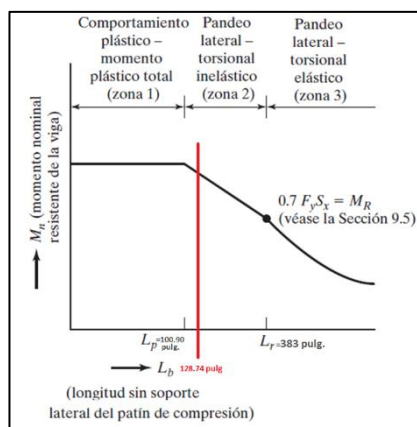
*Nota.* Este dato se obtiene de la resistencia de materiales según la sección y el “fy” del material.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27**

<b>Lb=</b>	<b>128.7402 Pulgadas.</b>
<b>Lp=</b>	<b>100.9048 Pulgadas.</b>
<b>Lr=</b>	<b>383.0429 Pulgadas.</b>

*Nota:* Las longitudes se obtienen de las ecuaciones 4 y 5 de este trabajo. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35**

*Nota.* Según la gráfica la viga será diseñado PANDEO INELÁSTICO, ZONA 2. Adaptada de “diseño de vigas por momentos”, 2012, (Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, 2012).

**Tabla 28**

*Valores obtenidos de las ecuaciones 6 y 7 de presente trabajo.*

Momentos	Asignación
$M_p = 11.327 \text{ Tnf-m}$	Momento plástico.
$M_n = 26.03 \text{ Tnf-m}$	Momento Nominal.
$M_p = 11.327 \text{ Tnf-m}$	Momento de diseño.

*Nota.* De las ecuaciones 1-7 del presente trabajo, el momento de diseño será el menor momento entre el “ $M_p$  y  $M_n$ ”, destacando según los cálculos el  $M_p$  un menor valor por lo tanto se trabajará con ese momento.

**Tabla 29**

*Verificación de momentos*

$\phi M_p =$	10.2	Tnf-m
MU =	5.2	Tnf-m

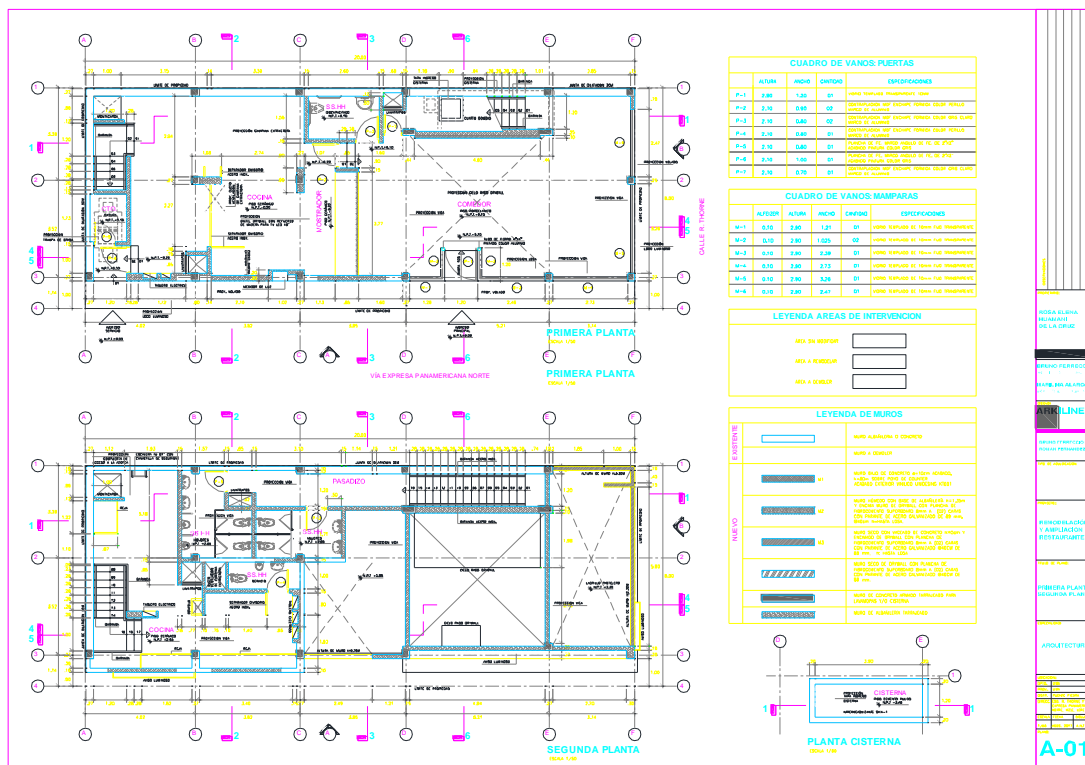
*Nota.* De acuerdo a la ecuación 1, podemos concluir que el diseño es favorable y la sección a emplear es lo correcto. Fuente: Elaboración propia.



Anexo B: Planos del proyecto.

Figura 36

Planos del proyecto del primero y segundo piso, arquitectura.



Nota. Se obtiene del expediente técnico del proyecto “KFC- Puente piedra”.

Figura 37

Detalle fachada planos KFC – Puente Piedra.

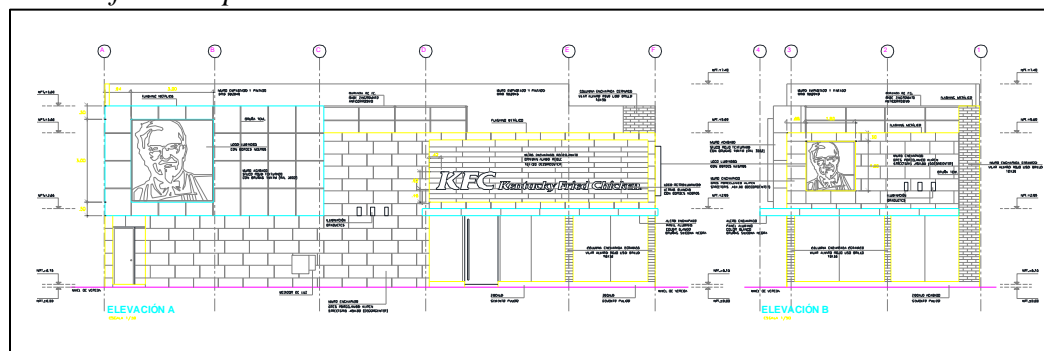


Figura 38

Se muestra planos del proyecto del primero y segundo piso, estructuras.

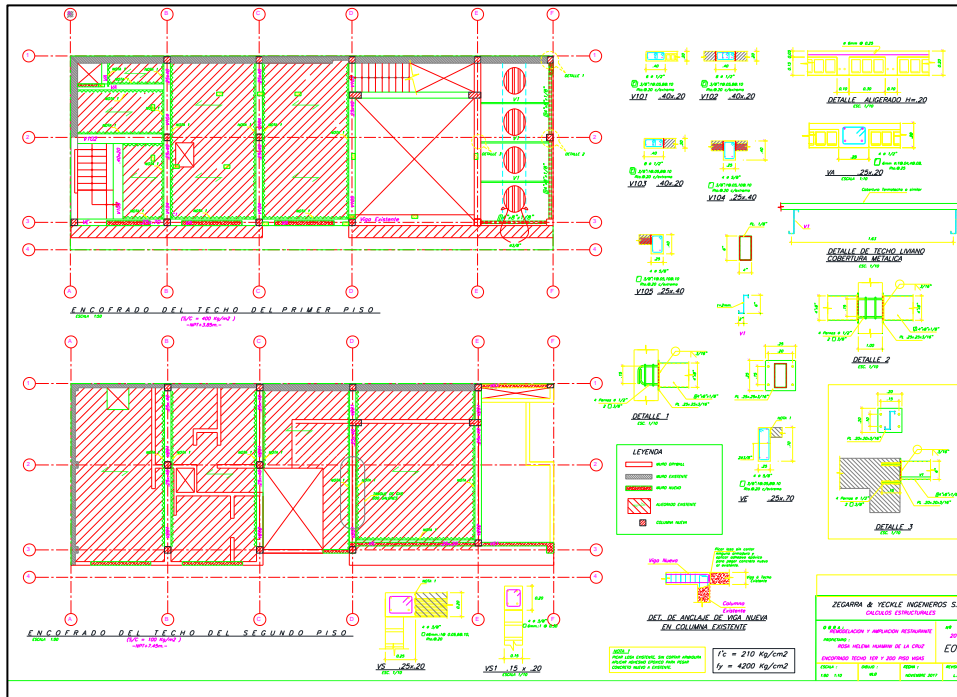
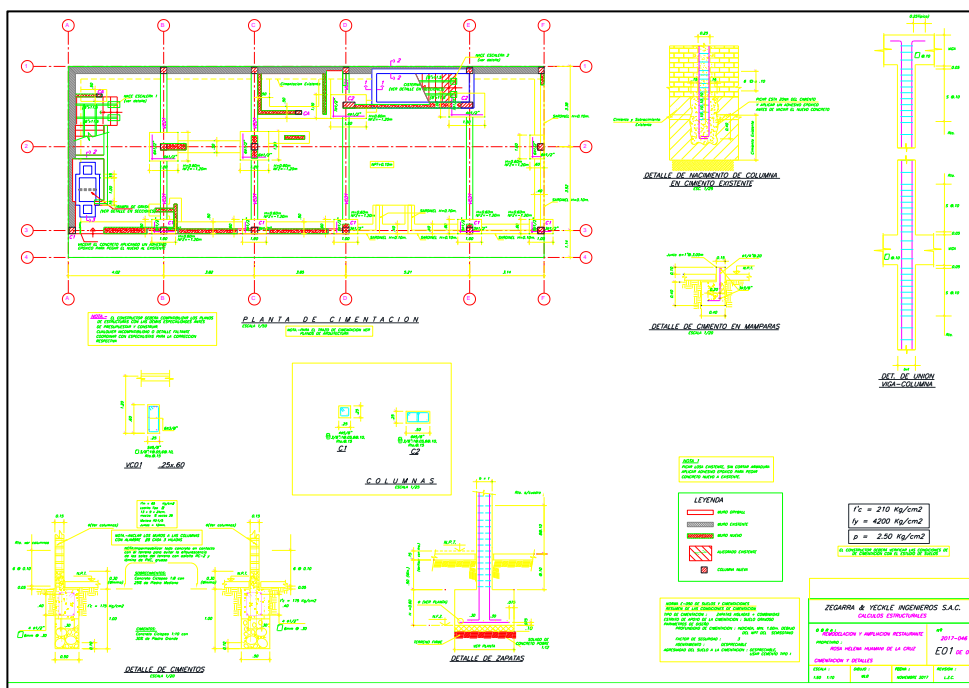


Figura 39

Planos de cimentaciones, estructuras.



**Anexo C: Registro fotográfico del proyecto KFC-Puente Piedra.**

**Figura 40**

*Edificación a demoler parcialmente, reforzar, remodelar.*



**Figura 41**

*Apuntalamiento y demolición parcial de edificación.*



**Figura 42**

*Colocación de planchas de anclajes en armadura de columna, para recibir vigas W 8x31 mediante soldadura.*



**Figura 43**

*Colocación de viga W 8X31 lb/pie mediante soldadura.*



**Figura 44**

*Reforzamiento de edificación mediante vigas W 8X31 lb/pie.*

**Figura 45**

*Obra Pronto a culminar.*



**Figura 46**


*Obra finalizada.*



## Anexo D: Ficha técnica de aditivo.

Figura 47


Hoja técnica Sika® Cem Acelerante PE (página 1).

	
<h1>HOJA TÉCNICA</h1> <h2>Sika® Cem Acelerante PE</h2>	
<p>Acelerante de fragua y resistencias para mezclas de Concreto Y Mortero</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b></p>	<p>Aditivo líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.</p> <p>Cumple norma ASTM 494, tipo C.</p> <p><b>USOS</b></p> <p>Sika® Cem Acelerante PE debe usarse cuando se requiera:</p> <p>Obtener concreto con altas resistencias a temprana edad, reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar reparaciones rápidas en todo tipo de estructuras.</p> <p><b>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El Sika® Cem Acelerante PE reduce los tiempos de desencofrado.</li> <li>▪ Se obtienen resistencias más altas a temprana edad.</li> <li>▪ Pronto uso de estructuras nuevas.</li> <li>▪ Rápida puesta en uso de estructuras reparadas.</li> <li>▪ Sika® Cem Acelerante PE contrarresta el efecto del frío sobre las resistencias y el fraguado.</li> <li>▪ Aumenta los rendimientos en la elaboración de prefabricados.</li> </ul>
<p><b>NORMAS</b></p>	<p><b>ESTÁNDARES</b></p> <p>Sika® Cem Acelerante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo C.</p>
<p><b>DATOS BÁSICOS</b></p>	
<p><b>FORMA</b></p>	<p><b>COLORES</b></p> <p>Transparente tonalidad amarilla.</p> <p><b>PRESENTACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envase PET x 4 L</li> <li>▪ Balde x 20 L</li> </ul>

Nota. La ficha técnica se obtiene .Fuente: (Sika, 2015)

## Figura 48

Hoja técnica Sika® Cem Acelerante PE (página 2).

<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Un año en lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1.38 kg/L +/- 0.01  <b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> Sika® Cem Acelerante PE cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
<b>INFORMACIÓN DEL SISTEMA</b>	
<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> Dependiendo del grado de aceleramiento deseado, Sika® Cem Acelerante PE se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 kg). De acuerdo con nuestra experiencia y como una guía en el uso de Sika® Cem Acelerante PE, se puede decir que con una dosificación del 4% se obtienen resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a 7 días y a 7 días las equivalentes a 15 días. Este efecto puede variar con el tipo y la edad del cemento, como también con la temperatura del ambiente. Recomendamos hacer ensayos previos para determinar la dosificación óptima en cada caso.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MODO DE EMPLEO</b> Sika® Cem Acelerante PE viene listo para usarse, agregándose al agua de mezcla. <b>PRECAUCIONES</b> Limpie todas las herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control. Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.
<b>BASES</b>	Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.
<b>RESTRICCIONES LOCALES</b>	Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.
<b>Información de Seguridad e Higiene</b>	
<p>Hoja Técnica Sika® Cem Acelerante PE 22.01.15, Edición 3</p> <p><b>BUILDING TRUST</b> </p>	

Nota. La ficha técnica se obtiene .Fuente: (Sika, 2015)



**Figura 49**

*Hoja técnica Sika® Cem Acelerante PE (página 3).*

<p><b>NOTAS LEGALES</b></p> <p>La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.</p> <p>Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web <a href="http://www.sika.com.pe">www.sika.com.pe</a>.</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 2 la misma que deberá ser destruida”</b></p> <hr/>
---

*Nota.* La ficha técnica se obtiene .Fuente: (Sika, 2015)