



**MAESTRIA EN GESTIÓN DE LA CONTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**INFLUENCIA DEL USO DE SISTEMAS PREFABRICADOS APLICADOS EN LA  
CONSTRUCCION DE LOSAS MACIZAS DE SÓTANOS EN EL PROYECTO**

**MULTIFAMILIAR UPTOWN 2 – SAN MIGUEL**

**PRESENTADO POR:**

**Ing. LUIS VÍCTOR DANTE CARRIÓN JANAMPA**

**Ing. RAÚL ENRIQUE PERALTA LÁZARO**

**Arq. GUILLERMO ABDEL RUEDA LEÓN**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN GESTIÓN DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

**ASESOR:**

**PHD. DUBER SOTO VASQUEZ**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

**ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	X
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Preguntas de la investigación	3
1.2.1 Pregunta general.	3
1.2.2 Preguntas específicas.	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general.	3
1.3.2 Objetivo específico.	4
1.4 Justificación e importancia de la investigación	4
1.4.1 Conveniencia.	4
1.4.2 Relevancia social.	4
1.4.3 Implicancias prácticas.	5
1.5 Limitaciones de la investigación	5
1.6 Viabilidad de la investigación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6

2.1.1 En el ámbito internacional.	6
2.1.2 En el ámbito nacional.	13
2.2 Bases teóricas	19
2.2.1 Elementos prefabricados.	19
2.2.2 Costo de elementos prefabricados.	29
2.2.3 Tiempo en una obra de construcción.	31
2.2.4 Calidad en elementos prefabricados.	33
2.2.5 Uso de elementos prefabricados y su relación con el tiempo, costo y calidad en una obra de construcción.	37
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	42
3.1 Enfoque, alcance y diseño.	42
3.1.1. Enfoque.	42
3.1.2. Alcance.	42
3.1.3. Diseño.	43
3.2 Matrices de alineamiento.	44
3.2.1 Matriz de consistencia.	44
3.2.2 Matriz de operacionalización de variables.	45
3.3 Población y muestra	46
3.3.1. Población.	46
3.3.2. Muestra.	46
3.4 Técnicas e instrumentos	47
3.4.1. Técnicas.	47

3.4.2. Instrumentos.	47
3.5 Aplicación de instrumentos.	51
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS	52
4.1 Resultados y análisis de la variable prelosas prefabricadas	52
4.1.1 Diseño estructural apto para el uso de losas prefabricadas.	53
4.1.2 Geometría y área del proyecto regulares para modulación de paneles.	54
4.1.3 Sistemas de izaje mediante Torre grúa.	56
4.1.4 Sistema de apuntamiento.	56
4.1.5 Personal capacitado en montaje de losas prefabricada.	57
4.1.6 Resultados de los indicadores.	58
4.2 Análisis y resultados de la variable losas macizas de sótanos.	62
4.2.1 Análisis de costos de losa maciza convencional.	62
4.2.2 Análisis de costos de losas macizas con prelosas.	68
4.2.3 Análisis comparativo en el costo entre los sistemas de losa maciza convencional y prelosas.	74
4.2.4 Análisis y resultado de la dimensión tiempo en losas macizas de sótanos.	76
4.3 Análisis de la relación entre prelosa prefabricada, costo, tiempo y calidad	97
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE SOLUCION	10710
5.1 Propósito	1100
5.2 Actividades	1100
5.3 Cronograma de ejecución	1177
5.4 Análisis costo beneficio	1177

CONCLUSIONES	1211
RECOMENDACIONES	1233
RECOMENDACIONES ADICIONALES	1255
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1266
ANEXOS	1300

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PRE LOSAS REFORZADAS O ARMADAS	22
FIGURA 2: INSTALACIÓN DE PRE LOSAS BETONDECKEN.	24
FIGURA 3: PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE LOSAS DE ENTREPISOS PREFABRICADOS Y SU EVALUACIÓN COSTO-TIEMPO.	31
FIGURA 4: MANERA DETALLADA DE VACIADO DE CONCRETO EN UNA PLANTA DE PREFABRICADOS.	34
FIGURA 5: PRELOSA BETON DECKEN CON ACABADO LISO.	35
FIGURA 6: CARACTERÍSTICAS DE LAS PRELOSAS BETON DECKEN COSTO-TIEMPO.	37
FIGURA 7: FORMATO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN.	50
FIGURA 8: PLANO DE ESTRUCTURAS SÓTANO 1.	53
FIGURA 9: PROYECTO DE ESTRUCTURAL SÓTANO 1 – UP TOWN 2.	54
FIGURA 10: GEOMETRÍA DEL PROYECTO UP TOWN 2.	55
FIGURA 11: PLANO DE MODULACIÓN DE SISTEMA PREFABRICADO.	55
FIGURA 12: IMAGEN DE LA UBICACIÓN DE LAS TORRES GRÚA.	56
FIGURA 13: SISTEMA DE APUNTALAMIENTO DE PRELOSAS.	57
FIGURA 14: ARMADO DE ACERO EN PRELOSAS.	58
FIGURA 15: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN.	58
FIGURA 16: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 1.	59
FIGURA 17: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 2.	59
FIGURA 18: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 3.	60
FIGURA 19: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 4.	60
FIGURA 20: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 5.	61
FIGURA 21: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 6.	61
FIGURA 22: RESULTADO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN – ÍTEM 7.	62
FIGURA 23: APU ENCOFRADO A ALTURA NORMAL DE LOSAS MACIZAS.	64
FIGURA 24: APU ACERO FY=4200 KG/CM <sup>2</sup> PARA LOSA MACIZA.	64

FIGURA 25: APU CONCRETO PARA LOSA MACIZA F'C= 210KG/CM2.	65
FIGURA 26: ENCOFRADO PARA PRELOSAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	69
FIGURA 27: APU ACERO F'Y= 4200KG/CM2 PARA PRELOSAS.	70
FIGURA 28: APU CONCRETO F'C= 210KG/CM2 PARA PRELOSAS.	70
FIGURA 29: APU PRELOSAS.	71
FIGURA 30: SECTORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE TORRE, PLANTA TÍPICA.	77
FIGURA 31: GRÁFICO DE BARRAS CON SPI DISGREGADO POR ACTIVIDAD.	78
FIGURA 32: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA DE ACERO EN LOZA MACIZA.	79
FIGURA 33: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA DE ENCOFRADO EN LOZA MACIZA.	79
FIGURA 34: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA DE ACERO EN LOZA MACIZA.	80
FIGURA 35: SECTORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE SÓTANOS 02 Y 01.	80
FIGURA 36: GRÁFICO DE BARRAS CON SPI DISGREGADO POR ACTIVIDAD.	82
FIGURA 37: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA DE ACERO EN PRELOSA.	84
FIGURA 38: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA DE ENCOFRADO EN PRELOSA.	84
FIGURA 39: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA MONTAJE E INSTALACIÓN DE PRELOSA.	85
FIGURA 40: GRÁFICO DE LÍNEAS PARA LA PARTIDA CONCRETO PRELOSA.	85
FIGURA 41: FISURA EN PRELOSA.	87
FIGURA 42: FISURA EN PRELOSA.	89
FIGURA 43: FISURA EN PRELOSA.	89
FIGURA 44: FISURA EN PRELOSA.	90
FIGURA 45: REGISTRO DE OBSERVACIÓN POST VACIADO.	91
FIGURA 46: RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN EN CAMPO.	92
FIGURA 47: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 1.	101
FIGURA 48: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 2.	101
FIGURA 49: INFORME TECNICO DE FISURAS	101

FIGURA 50: MICROFISURA REPARADA	102
FIGURA 51: PICADO FORZADO	102
FIGURA 52: ACOPIO INADECUADO	102
FIGURA 53: MICROFISURAS POR MAL APUNTALAMIENTO	103
FIGURA 54: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 1.	101
FIGURA 55: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 2	101
FIGURA 56: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 3	101
FIGURA 57: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 4	102
FIGURA 58: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 5	102
FIGURA 59: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 6	102
FIGURA 60: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 7	103
FIGURA 61: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 8	103
FIGURA 62: RESULTADO ENCUESTA – ITEM 9	103
FIGURA 63: FILTRACION DE AGUA	107
FIGURA 64: AGRIETAMIENTO Y SEGREGACION	107
FIGURA 65: AGRIETAMIENTO Y SEGREGACION	107
FIGURA 66: COSTO REPARACION DE FISURAS	118
FIGURA 67: COSTO DIRECTO PARTIDA LOSA MACIZA	119
FIGURA 68: COSTO DIRECTO PARTIDA PRELOSA	120

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 3.2.1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.	44
TABLA 3.2.2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
TABLA 3.4.2: HERRAMIENTAS DE INVESTIGACIÓN	49
TABLA 4.2.1.1: CUANTIFICACION DE MATERIALES PARA LOSAS MACIZAS	63
TABLA 4.2.1.3: COSTO DIRECTO DE LOSA MACIZA PARA SOTANOS	66
TABLA 4.2.1.4: HORAS HOMBRE PARA LA CONSTRUCCION DE LOSA MACIZA	67
TABLA 4.2.2.1: CUANTIFICACION DE MATERIALES PARA PRELOSAS	68
TABLA 4.2.2.3: COSTO DIRECTO DE PRELOSAS PARA SOTANOS	72
TABLA 4.2.2.4: HORAS HOMBRE PARA LA CONSTRUCCION CON PRELOSAS	73
TABLA 4.2.3.1: ANÁLISIS COMPARATIVO DE HORAS HOMBRE ENTRE LOSA MACIZA Y PRELOSA	74
TABLA 4.2.3.2: ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO DE LOSA MACIZA Y PRELOSA	75
TABLA 4.2.5.1: DESEMPEÑO DE LA PROGRAMACIÓN SPI DE LOSAS	77
TABLA 4.2.6.1: DESEMPEÑO DE LA PROGRAMACIÓN SPI CON PRELOSAS	81
TABLA 4.2.6.2: REGISTRO DE INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LA PROGRAMACIÓN DE 06 SEMANAS PARA LA ETAPA DE SÓTANOS	83
TABLA 4.2.6.3: REGISTRO DE HORAS HOMBRE EN ETAPA DE CASCO SOTANOS	86

TABLA 4.2.6.4:	REGISTRO DE HORAS HOMBRE EN ETAPA DE CASCO TORRE	87
TABLA 4.3.1:	DELTA DEL ANALISIS DE COSTOS ENTRE LOSA MACIZA Y PRELOSA PARA SOTANOS	98
TABLA 4.3.2	COMPARACION IP REAL Y PLANIFICADA DE LOSAS MACIZAS CON PRELOSAS	99
TABLA 4.3.3	COSTO BENEFICIO HORAS HOMBRE CON USO DE PRELOSA	100
TABLA 4.6	FORMATO DE REGISTRO DE ASISTENCIA	112
TABLA 4.7	ANÁLISIS DE LECCIONES APRENDIDAS	117
TABLA 5.3:	CRONOGRAMA DE EJECUCION DE LA PROPUESTA	118
TABLA 5.4:	COSTOS DE ACTIVIDADES	119

## RESUMEN

La presente investigación realizó el estudio de la influencia del uso de sistemas prefabricados para la aplicación en losas macizas en el proyecto multifamiliar Up Town 2 – San Miguel, cuyos objetivos específicos son determinar la influencia a nivel de costo, tiempo y calidad.

Para el desarrollo de la investigación se necesitó de una visita constante al proyecto para poder analizar la evolución con el uso de los elementos prefabricados, así mismo se necesitó de información digitalizada brindada por la contratista la cual fue utilizada para el análisis comparativo respecto a un sistema tradicional.

El tipo de investigación tiene un enfoque de carácter mixto (cuantitativo y cualitativo) dado que se emplearon información visual y numérica. Por otro lado, la investigación cuenta con un alcance descriptivo – explicativo y cuenta con diseño No experimental.

Finalmente, después de recolectar la información del proyecto se determinó que el uso del sistema prefabricados (prelosas) aplicados en el proyecto Up Town 2 generó una optimización en las partidas del presupuesto de obra y un aumento de la producción en los vaciados. Sin embargo, se identificó algunas deficiencias en la etapa de post colocación de prelosas lo que originó un proceso de reparación.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Situación problemática

A nivel mundial los avances en la tecnología en la producción de elementos prefabricados han abierto las posibilidades para que la construcción sea más rápida, sostenible y de alta calidad, con aplicaciones que responden a los retos de la construcción actual.

Barona (2020) refiere que el empleo de mano de obra especialista, equipos automatizados, materiales innovadores, logran aumentar la seguridad y la eficiencia estructural. La fabricación controlada vuelve eficaz la producción en comparación con las realizadas in situ, al minimizar accidentes y adversidades climatológicas. Además, disminuye en un 90 por ciento el impacto urbano y ambiental, al eliminar casi por completo el desperdicio de materiales al construir o demoler.

En la actualidad, la construcción de edificios y geometrías especiales con elementos prefabricados ofrecen flexibilidad y eficiencia técnica en retos constructivos. Muestra de ello es lo evidenciado en la vivienda social, ya que puede ofrecerse elevada calidad con un menor costo, con un diseño arquitectónico que permite el aprovechamiento de los espacios para los usuarios finales.

Otro aspecto resaltante es la implementación de módulos temporales para complementar la infraestructura hospitalaria ante la saturación de atención médica por Covid-19, facilitando espacios aceptables para todos los involucrados en este tipo de infraestructura y además de la opción de poder reubicarlos al terminar su uso.

Agudelo (2020) indica que El uso de elementos prefabricados en los últimos tiempos ha aumentado su producción gracias a las nuevas metodologías que se aplican para la construcción de edificios, replicadas de diferentes países donde son comunes el uso de estos sistemas, generando un aumento de producción y reducción de tiempos en la construcción, optimizando el presupuesto de obra y dando mayores posibilidades a la población de obtención de viviendas a un precio más accesible.

Si bien se evidencia un incremento del uso de sistemas de construcción con elementos prefabricados, aún hay algunos que no son muy comunes como las pre losas y elementos prefabricados. Ante ello se evidencia que en el país apenas se ha logrado su masificación en 1.5% respecto al total de la industria; lo cual contrasta considerablemente con otras regiones como la europea, donde se registra un uso hasta el 10%.

A nivel institucional, en la información recopilada del proyecto multifamiliar Up Town 2 del distrito de San Miguel, se precisa que el proyecto contemplaba inicialmente losas del tipo maciza y dado que la ejecución presentaba retrasos dentro de su programación se planteó la implementación de Prelosas; con este escenario se planteaba mejorar todos los procesos en el frente de trabajo de sótanos.

En la presente investigación se pretende analizar la influencia del uso de las prelosas prefabricadas en la construcción de los dos niveles de sótanos. Se presenta un comparativo referente a los gastos generados utilizando estos elementos prefabricados frente al uso de elementos convencionales como son las losas macizas, y así poder determinar la influencia en los costos y tiempos durante el proceso constructivo, sin menguar la calidad de la estructura, identificando los riesgos durante la ejecución del proyecto.

## **1.2 Preguntas de la investigación**

### **1.2.1 Pregunta general.**

¿En qué medida influye un sistema prefabricado aplicado en losas macizas, en la construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel?

### **1.2.2 Preguntas específicas.**

*1.3.2.1* ¿En qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en el presupuesto del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel?

*1.3.2.2* ¿En qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas el tiempo de construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel?

*1.3.2.3* ¿En qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en la calidad de la construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general.**

Determinar en qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en la construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel.

### **1.3.2 Objetivo específico.**

*1.3.2.4* Determinar cómo influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en el presupuesto del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel.

*1.3.2.5* Determinar cómo influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en el tiempo de construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel.

*1.3.2.6* Determinar cómo influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en la calidad de la construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel.

## **1.4 Justificación e importancia de la investigación**

### **1.4.1 Conveniencia.**

Nuestra investigación tiene por objeto analizar y observar la aplicación de un sistema prefabricado, en los sótanos de un proyecto en construcción, con la finalidad determinar una posible optimización en costos del presupuesto, tiempo en función al cronograma de obra y verificar la calidad de los mismos.

### **1.4.2 Relevancia social.**

La importancia social de esta investigación es importante, puesto que muchas constructoras vienen ejecutando obras de manera tradicional, sin considerar elementos prefabricados. Las cuales pueden originar una optimización en sus cronogramas, mayor ahorro

en el presupuesto de la empresa y ofertar viviendas más económicas con precios más competitivos en el mercado inmobiliario.

#### **1.4.3 Implicancias prácticas.**

La investigación realizada podría utilizarse como un caso práctico para futuras investigaciones mostrando las ventajas o desventajas que puede originar la implementación de un sistema prefabricado aplicado en proyectos de construcción.

#### **1.5 Limitaciones de la investigación**

Nuestro estudio abarca limitaciones de carácter económico, puesto que no se cuenta con ningún apoyo financiero de algún ente público o privado, así mismo la falta de disponibilidad de tiempo para realizar las visitas al proyecto y al nivel de la población solo se evaluará el desempeño del uso de prelosas en el proyecto Up Town 2.

Finalmente, la información de costos tendrá que ser solicitada directamente a la empresa a cargo de la construcción del proyecto.

#### **1.6 Viabilidad de la investigación**

Para el desarrollo de la presente investigación se cuenta con el apoyo de la contratista que viene realizando la construcción de la obra. Así mismo se cuenta con la facilidad de ingreso al proyecto y del presupuesto general para el comparativo necesario.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 En el ámbito internacional.

Sanabria (2017) en su tesis de investigación “Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicionales y prefabricados de losas de entrepiso para edificios de hasta 4 niveles” tiene como objetivo cuantificar las ventajas y desventajas derivadas del análisis comparativo entre los sistemas tradicional y prefabricado en el diseño y construcción de la losa de entrepiso de una edificación de hasta 4 niveles. La metodología utilizada es de tipo descriptivo analítico que se desarrolla en 3 etapas: descripción general de cada sistema, lineamientos generales de diseño y parámetros de los procesos de diseño y construcción de la losa.

Como resultado final el uso de sistemas in situ, permite una sencilla adecuación arquitectónica de la edificación a diseños con formas irregulares; por otro lado, dicha adecuación no es tan sencilla en la construcción posteriores, ya se necesita desde el inicio del proyecto este cuenta con una compatibilización de diseños estructurales y arquitectónicos relacionados con los elementos prefabricados. De lo expuesto podría suponer de una pérdida en el uso de prefabricados, que sólo podría probarse con el balance entre varias edificaciones con diferentes configuraciones.

Como conclusión final se puede decir que el país posee todas las características para emplear elementos prefabricados, cuenta con empresas para emplearlas que garantizan tecnología, calidad, menores costos y cumplimientos de plazos. Es necesario una mayor promoción de esta tecnología y adecuarlas a la normas vigentes para poder considerar a los

elementos prefabricados como un elemento confiable para la ejecución de proyectos. Nuestra opinión es que existen en la actualidad diversos sistemas o procesos constructivos que no han divulgados, esto genera unas desventajas de pérdidas de optimizaciones en los futuros proyectos vigentes.

Susunaga (2014) en su tesis Investigación “Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario” en la ciudad de Bogotá – Colombia, tiene como objetivo estudiar qué alternativas para la construcción de vivienda de interés social y prioritario sostenible, pueden ser tenidas en cuenta por el Gobierno Nacional Colombiano, para su macro proyecto de vivienda gratis 2010 – 2014. La metodología utilizada es de carácter descriptivo – explicativo.

Como resultado final se puede indicar que la construcción además de ser indispensable para el desarrollo de la sociedad, es también uno de los principales responsables de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso inadecuado de recursos naturales. Su construcción, operación y, eventualmente, su demolición, consumen una gran cantidad de recursos y producen muchos residuos contaminantes. Por otro lado, la construcción sostenible presenta variaciones estructurales, comparándolo a las edificaciones tradicionales que se argumenta en dos criterios: Uno, en que las soluciones son generales y tratan de responder la escasez de energía, de agua, correcto manejo de materiales, calidad del ambiente interior, confort de las personas, entre otros.

Como conclusión final hoy en día, los edificios sostenibles pueden ser construidos a un costo similar a las edificaciones convencionales y la inversión del proyecto puede ser recuperada en los costos operacionales y con las características de diseño correctas, para lo

cual se puede generar desde una etapa inicial diversos criterios que pueden originar un proyecto sostenible y que brinde rentabilidad.

Liébama y Álvarez (2017) en la publicación *Patología en estructuras resueltas con elementos prefabricados de hormigón en ciudad de Madrid – España*, tiene como objetivo exponer a través de ejemplos usuales en estructuras realizadas con elementos prefabricados, tanto en la fase del proyecto como en el uso final. La metodología utilizada es de carácter descriptivo – explicativo con un diseño experimental. Podemos concluir que las construcciones descritas en la publicación no cuentan con componentes secundarios (fijaciones, anclajes, etc) que acrediten su rigidez frente a determinados siniestros, además de ello se generan uniones improvisadas durante la ejecución que producen dudosa resistencia para los elementos y las vuelven inseguras.

Para nuestro caso particular, las uniones entre prelosa con los elementos horizontales deberán ser respetados tal cual como indican los planos estructurales, de no ser así pondría generar vulnerabilidad entre la unión de un elemento vertical con el horizontal.

Loja (2015) en la tesis *Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la ciudad de Cuenca* indica que un análisis comparativo del uso del sistema tradicional con el sistema de uso de elementos prefabricados en la ciudad de Cuenca – Ecuador, tiene como objetivo conocer las características y parámetros fundamentales de las principales tecnologías constructivas de edificaciones de hormigón armado y hormigón pretensado. Se realizó una investigación de diferentes proyectos de viviendas con proceso constructivo tradicional y proyectos que implementan el sistema prefabricado. Uno de los

objetivos es determinar la situación general en la ciudad de Cuenca sobre su grado de desarrollo de la construcción y evaluar la situación que se presenta cada variante tecnológica de construir.

Se concluye que en la ciudad de Cuenca solo el 2% del total de edificaciones utiliza elementos prefabricados. Esto refleja que existe una resistencia para considerar utilizar elementos prefabricados y además que no se cuenta con personal suficientemente capacitado para la realización de dichos elementos y los únicos profesionales que realizaron o aplicaron el uso de dichos elementos obtuvieron conocimientos de otros países. De lo descrito podemos indicar que es fundamental contar con el personal calificado para poder garantizar la calidad del entregable y que estos no generen problemas posteriores, para lo cual las diversas empresas constructoras deberán invertir en generar capacitaciones para su personal obrero.

Guerra (2004) en su tesis “Prefabricados de concreto en la industria de la construcción” México D.F., tuvo como objetivo sustentar que los elementos prefabricados de concreto son una mejor opción económica y rápida en el sector de la construcción de edificaciones, comparada con los procedimientos convencionales. La presente investigación tuvo como metodología un análisis descriptivo de los diferentes elementos de estudio y posteriormente realizar un análisis carácter explicativo. Como resultado de la investigación tiene que el costo utilizando prefabricados se reduce en un 40% comparado con una estructura metálica, además de que el tiempo de ejecución de obra se reduce en un 14%. Como conclusión la utilización de los elementos prefabricados de concreto en la industria de la construcción cada vez se viene ejecutando con mayor frecuencia ya que nos ofrece grandes resultados favorables que se pueden reflejar en rapidez, economía y calidad.

Acevedo y Duarte (2010) en su tesis “Aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales para la construcción de viviendas multifamiliares de hasta cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador”, en el vecino país del salvador.

Tiene como objetivo aplicar elementos estructurales prefabricados para solucionar el déficit habitacional y la demanda de vivienda en la población de bajos recursos y tiene como resultado que estas construcciones son más económicas y favorables para el desarrollo urbano. La metodología utilizada en la presente tesis es de carácter descriptivo – explicativo con un diseño experimental, así mismo se aplicó la entrevista técnica como instrumento.

Se puede concluir que el San Salvador es un país en desarrollo inmobiliario por lo que esta tesis no solo ayuda con la metodología usada para hacer las comparaciones entre concreto prefabricado y tradicional sino también con la demanda social por viviendas más accesibles para el mercado nacional, así mismo indica una reducción general del tiempo de construcción en un 43%, 19% de reducción referente a los costos del proyecto y el beneficio que recibe el usuario final en función al menor costo del inmueble. Por otro lado, como parte de optimizaciones para un presupuesto de obra se puede considerar el uso de sistemas prefabricados que ayuden a mitigar los presupuestos metas y finalmente lograr un menor costo total para el usuario final.

Novas (2010) en su tesis “Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo” en la Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos en Madrid - España, tiene como objetivo estudiar el comportamiento de los elementos prefabricados en los diferentes procesos constructivos en américa latina, cuya principal meta es demostrar la optimización en costo y tiempo en los

diferentes proyectos de viviendas utilizando elementos prefabricados. Como metodología tiene por uso un tipo descriptivo – explicativo, no experimental, con muestras representativas de proyectos.

El autor indica que el uso de sistemas prefabricados aplicados en el desarrollo constructivo en la edificación es beneficioso gracias a las ventajas en el proceso constructivo y a la organizacionales que brinda, ya que generara frutos en el resultado de costo y tiempo final. Podemos concluir además que, el estudio de procesos y otras alternativas de construcción son diferentes al sistema convencional que tenemos, los cuales deben generar un mayor impulso por cada país en específico, permitiendo contar con una mejor calidad de vida de los usuarios y generando ahorro en las diferentes empresas del mercado. Finalmente, la presente investigación sirve como referencia para poder comparar los diferentes resultados obtenidos y generar una crítica referente al uso del sistema prefabricado en otros países y como esto puede influir para tomar ciertas consideraciones para nuestra investigación.

Perdomo y Ruocco (2015) en la tesis prefabricados de hormigón – Análisis de sistemas aplicados a vivienda – Montevideo, Uruguay. Tiene por objetivo generar conocimiento y aportar en la medida de lo posible un marco teórico de los sistemas prefabricados y sus implicancias a nivel de costos. Su metodología está enfocada en el estudio bibliográfico, recopilación de documentación, entrevistas y encuestas que resultan en un análisis comparativo. Como resultado se observa que los mercados de venta de elementos prefabricados no cuentan con gran demanda, ya que los dos sectores (privado y del estado) solo el estado

apuesta por la innovación en un nuevo sistema, mientras que el sector privado no cuenta con mayor demanda”.

El autor concluye que utilizar un sistema prefabricado garantiza una mejor calidad en el mundo de la construcción dependiendo de muchos factores. El primero es controlar la calidad de las empresas que fabrican estos elementos, supervisar la descarga y puesta en obra.

Finalmente, como aporte, se indica que la optimización varía dependiendo con que proyecto se compara en relación a costos. Uruguay utiliza como los diferentes países un sistema tradicional para un proceso constructivo sin embargo la llegada de nuevas tecnologías en el mundo de la construcción genera la iniciativa de innovar y utilizar nuevos sistemas para optimizar costos y sobre todo optimizar tiempos de ejecución.

Inzunza (2009) en su tesis “Industrialización en la construcción de viviendas”- México Distrito federal, tiene como objetivo generar mayor información sobre el tema de la industrialización, sus usos, ventajas, demostrar lo que la industrialización puede hacer en los procesos de construcción de viviendas y la importancia del control de calidad. La metodología de la investigación se destaca por ser descriptiva – explicativa, con recopilación de información para ser debatida y generar un análisis final cualitativo. Como resultado se manifiesta que la mano de obra intensiva no genera rentabilidad desde un punto de vista económico ni empresarial ya que el uso de maquinarias que generen elementos prefabricados reemplaza la mano de obra y esta genera una mayor ganancia de las empresas desarrolladoras de viviendas. Sin embargo, la demanda de viviendas en México es masiva y el método tradicional como proceso constructivo no satisface la demanda.

Un objetivo principal de la presente tesis es generar mayor información sobre el uso de industrialización en el mundo de la construcción y realizar un comparativo con lo tradicional. Como conclusión relevante que se menciona en la presente tesis es que la industrialización elimina gran cantidad de trabajos que se ejecuta en obra, esto produce un ahorro en tiempo y costo. En cuanto a cuestiones económicas las ventajas que cuentan los sistemas industrializados comparándose con sistemas tradicionales son aumento de productividad masiva, reducción de notable del tiempo, elevación de calidad de la construcción, se vuelve un trabajo más seguro, se logra continuidad más eficiente y orden y limpieza.

El plazo o cronograma de obra es si no uno de los puntos más relevantes en todo proyecto, ya que de no respetarse el periodo de tiempo contractual la penalidades o multas llevarían a la quiebra a las constructoras. Es de conocimiento que, al emplear los elementos prefabricados en cualquier tipo de edificación urbana, tanto para la parte estructural como también para cerramientos y acabados internos y externos, se genera una reducción cuantificable del cronograma de obra.

En la presente revista se describe además diferentes optimizaciones que existen en costo y calidad, generando una ideología aplicable del uso de elementos prefabricados. Se describe como objetivo en el artículo indicar los beneficios en costo que puede generar el cambio de metodología constructivo de los nuevos elementos del mercado y ganancias que se puede dar. (Madueño, 2015, pp.22-27).

### **2.1.2 En el ámbito nacional.**

Arévalo (2018) en su tesis viviendas prefabricadas en zonas de desastres y su influencia en la satisfacción del usuario: Caso ciudad de Lamas, manifiesta “el objetivo determinar la

influencia de las viviendas prefabricadas en la zona de desastres en la satisfacción del usuario en la ciudad de Lamas - San Martín”, es una investigación de tipo no experimental y señala:

En el 2005 el Banco de Materiales entregó viviendas prefabricadas a 73 usuarios, que son la población del estudio del autor, después del sismo en la ciudad. Como conclusión se puede observar que el uso de las viviendas prefabricadas para satisfacer la satisfacción del usuario es moderado, Arévalo indica un 54.8% de insatisfacción. Estas viviendas no son funcionales, teniendo como principal inconveniente el dimensionamiento de los ambientes, no cumplen con el flujo de las actividades diarias con el espacio por habitante. Menciona también que carecen de estudios preliminares, como la natalidad y número de habitantes por familia que impactan en la viabilidad del proyecto.

Es importante para cualquier proyecto de construcción hacer un análisis previo para identificar las características mínimas necesarias para que estos sean funcionales y prácticos. Para el proyecto Up Town 2, se observa unas características típicas de proyectos en Lima, no son muy funcionales, pero estas las hacen más accesibles para el usuario final en cuanto al costo.

Barriga y Rodríguez (2017) en su tesis “Propuesta de diseño de un módulo de vivienda de bajo costo utilizando muros de concreto prefabricado” en la Universidad privada Antenor Orrego Trujillo – Perú. Manifiesta como objetivo general “realizar un diseño de una vivienda de bajo costo, con fines de interés social; utilizando muros y columnas prefabricadas, en base a un nuevo sistema constructivo, para lo cual se combina elementos de concreto prefabricados y elementos vaciados in-situ” y es de metodología descriptiva.

El autor tiene indica que el costo directo de la construcción de la vivienda con el sistema tradicional es de S/. 19,409.25 y el costo directo con elementos prefabricados es de S/. 19,065.80, siendo márgenes de diferencia no significativos, se tendrá que analizar los factores que influyen para que el uso de prefabricados no genere una rentabilidad esperada.

El análisis se ve influenciado en el costo por el mismo análisis del módulo prefabricado, ya que, para tener mayor rentabilidad con el uso de estos sistemas, es necesario la industrialización, es decir producción por cantidad para reducir costos, y estos se verán en mayor proporción en edificaciones multifamiliares con una modulación estándar donde se pueda trabajar a un ritmo establecido, aun así, se observa que el costo del prefabricado es menor.

Chávez, Gastelu y Vicente (2016) en su tesis “Propuesta de sistema de construcción prefabricados para viviendas masivas”, Lima – Perú, “tiene como objetivo presentar una propuesta de desarrollo para sistemas de construcción industrializada para viviendas masivas ahorrando tiempo en los procesos y rentabilidad para las empresas”.

Esta publicación pretende innovar los procesos para la ejecución de viviendas masivas utilizando elementos prefabricados que generen menores costos analizando la realidad del mercado inmobiliario del país, donde se encuentra que los sectores con mayor auge de obtención de vivienda son el C y D, siendo ésta una oportunidad de negocio ya que se tiene el mercado insatisfecho por precios elevados de la vivienda en el Perú a comparación de los ingresos salariales promedios.

Las ventajas del uso de elementos prefabricados se dan por el ahorro en costos que generan, siendo rentables para la compañía por lo que en nuestro proyecto se implementará el uso de estos y hacer el comparativo interno, descubriendo las fortalezas y debilidades.

Aime (2015) en su tesis “Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (pre losas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales”, Lima – Perú, señala:

La importancia de la influencia y aplicación del Lean Construction para optimizar la productividad en los proyectos con rentabilidad en los costos y ahorro de tiempo de la obra, desarrolla una planificación de un proyecto con el uso de prelosas con el uso de flujo productivo, buscando hacerlo más productivo. También analiza los costos de las prelosas respecto al uso de un sistema tradicional. Aime, también, señala las desventajas del uso de pre losas como la dependencia del uso de torre grúa, el uso del poliestireno expandido, que al quemarse emite gases tóxicos y que afectan al medio ambiente, la sobredimensión de acero por la malla para el izaje, la presunción de vibraciones mayores que provocan desprendimientos, mayor cantidad de cuadrilla para la instalación, para los sótanos el uso de dowels para la conexión de la prelosa y el muro pantalla.

En la presente investigación se evaluará el uso de las prelosas respecto al sistema tradicional para losas macizas de sótanos, en función al costo, tiempo, calidad y estará influenciado por las desventajas señaladas, pero también la rentabilidad que genera el uso de estos elementos prefabricados se ven en la reducción de 50% del encofrado, reducción de habilitación de acero en obra, reducción de metros cúbicos de concreto vaciado en obra,

reducción de horas hombres. Por último, se debe trabajar de acuerdo a una sectorización definida que genere un flujo de producción ideal ya que deberán trabajar con volúmenes iguales por día

Percca (2015) en su tesis “Estudio y análisis costo – beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto Tottus Guipor” en la Universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima – Perú, concluye que “el costo de contar con elementos prefabricados es elevado compararlo con el vaciado in situ, sin embargo, el beneficio obtenido es una velocidad de producción mayor, el sistema prefabricado es más rápido que el sistema tradicional, lo que genera un proyecto más rápido y rentable”.

El autor tiene como objetivo generar un análisis comparativo de la construcción de un proyecto que fue realizado con un 70% de elementos prefabricados de concreto – Tottus Los Olivos; frente al sistema tradicional vaciado en obra. La investigación comprende la planificación, desarrollo de obra y el costo final.

Como conclusión de la investigación que aporta para el desarrollo de nuestra tesis es que el proyecto final con los cambios a un sistema prefabricado no deberá sufrir muchos cambios.

Yucra (2015) en su tesis “Aplicación de Lego de Concreto en la Construcción de Viaductos de Trenes: Caso de Estudio Tren Eléctrico de Lima” en la Universidad Nacional San Cristóbal de huamanga, Ayacucho – Perú, 2015, manifiesta:

El estudio de uso de prefabricados de concreto y presentación de un modelo del proceso constructivo, como una mejor alternativa práctica, rápida y económica, en la

construcción de viaductos de trenes. Además, realiza un comparativo con la metodología tradicional y analizar el costo, tiempo, seguridad, calidad y sostenibilidad. En la presente investigación se pudo concluir se mejoró notablemente las calidades de acabados del viaducto, cumpliendo los estándares de calidad, se redujo el tiempo de construcción de vigas cabezales a 19% del tiempo empleado en Tramo 1 para la misma estructura, con un porcentaje de conformidad en conductas seguras de los trabajadores que supera el 90.74% y supero en peso los residuos reciclables en tres veces a los residuos no reciclables.

Chang (2014) en su tesis propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular, señala que “el aspecto económico que el costo unitario de un sistema constructivo es más caro para proyectos unifamiliares, en el aspecto estructural es relativo en función a la zona del proyecto (zona sísmica) y finalmente en el aspecto comercial se genera mayor rentabilidad con el proyecto es de volumen amplio”.

Como conclusión se puede indicar que los procesos industrializados modulares, son una buena opción frente a los sistemas constructivos tradicionales, principalmente en el impacto ambiental, calidad de los recursos, ejecución del cronograma, seguridad durante la construcción, costos totales para proyectos de gran escala y que sean reiterativos.

Tiene como objetivo exponer la viabilidad del uso a mayor escala de sistemas prefabricados industrializados innovadores, con el objetivo de reducir la informalidad en la construcción y generar un aporte innovador hacia las constructoras peruanas.

Flores (2014) en su tesis “Análisis comparativo de losa aligerada sistema convencional, viguetas prefabricadas y pre losas” en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú,

indica “que en proyectos futuros para viviendas pequeñas se deberían ocupar el sistema de viguetas pretensadas mientras que para edificaciones multifamiliares mayores, centros comerciales y estructuras con luces grandes se deben aplicar las pre losas siempre que se tengan los análisis de costos por las grúas de montaje”.

La investigación analiza 3 edificaciones diseñadas con estos diferentes tipos de elementos estructurales, dando como resultado que las viguetas prefabricadas generan un ahorro de material de encofrado de 60%, mientras que las pre losas de 90% frente al sistema tradicional, demostrando que la industrialización de la construcción es la mejor opción por una disminución en los desperdicios.

En la presente investigación, presenta todas las características necesarias para la implementación de prelosas ya que la edificación cumple con todas las recomendaciones del autor.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Elementos prefabricados.**

Según la revista Perú Construye (2019) “el elemento prefabricado es una tecnología inteligente e industrializada que sirve para construir cualquier tipo de obra, sea de edificación o infraestructura, con una alta calidad, eficiencia energética, rentabilidad y seguridad” (pp.53-68).

La creación de los elementos prefabricados obedece a un concepto de industrialización de la construcción, y una de sus características es que la producción de concreto prefabricado se realiza en alguna ubicación diferente (planta) a su posición final en la estructura; y cuando estos elementos han sido curados hasta alcanzar una resistencia

suficiente para su manejo, son removidos de sus moldes y trasladados a la estructura en obra.

Como una de las ventajas que presentan los elementos prefabricados frente a los elementos realizados en obra, son la calidad de los materiales y acabados del producto final, esto se debe a que al ser producidos industrialmente cumplen estrictos controles de calidad. Otra ventaja es en cuanto a sostenibilidad, ya que las condiciones de producción también son controladas, por lo que hay un mejor manejo de residuos, como también al ser fabricados en serie se puede indicar que hay un menor consumo de energía en el proceso de fabricación con respecto a una edificación convencional.

Según lo indicado por el Fondo nacional de Formación profesional de la industria de la construcción FIC (1986):

Después de analizar el desempeño de los elementos prefabricados se encontraron las siguientes ventajas, frente a los sistemas tradicionales, en construcciones masivas:

- a. Economía: al ser producidos industrialmente se controlan mejor los materiales de fabricación como también los desperdicios son menores. Y al contar con mano de obra especializada durante la producción en serie, se reducen los costos y se obtiene mejor rendimiento.
- b. Rapidez: con la aplicación de elementos prefabricados en obra se reducen los tiempos de construcción, simplifican los problemas usuales en obra y se ahorran tiempo en inventarios, disminuyendo los costos del proyecto.

c. Calidad de los elementos: al ser producidos industrialmente se tienen mejores controles y estándares de calidad, tanto en los materiales como en el proceso de producción, asegurando la homogeneidad de los elementos y el cumplimiento de las especificaciones requeridas.

#### **2.2.1.1 Clasificación de elementos prefabricados.**

Para Guerra (2004) la clasificación que se les da a los prefabricados de concreto de acuerdo al uso que se le vaya a dar, el cual se define desde su fabricación, son:

a. Elemento simple: es un prefabricado que no lleva ningún tipo de refuerzo, es un elemento de concreto como si fuera una losa siendo de dimensiones menores a los de otros elementos prefabricados. Ya que el material que va contener se confina y le ayuda a recibir las cargas y los esfuerzos que se dan tanto en el elemento como en el mismo material haciendo que se trabaje conjuntamente. Por lo cual se puede decir que la utilización de este elemento es para uso en muros de contención, lo cual ayuda a evitar que la tierra se deslave esto es para puentes en la parte inicial también en carreteras en donde hay barrancos, la altura del elemento ya terminado puede ser de grandes dimensiones considerando las especificaciones del proyecto (p.10).

b. Elemento reforzado: es el que se le aplica esfuerzos internos, a fin de reducir los esfuerzos potenciales de tensión derivados de las cargas que resulten en dicho concreto como los son las pre losas y los capiteles (p.10).

c. Elemento pretensado: método de presfuerzo en el cual los cables se tensan antes de la colocación del concreto. Este proceso es el más utilizado en

el campo de la prefabricación, ya que permite una producción en serie (también se le conoce como método de presfuerzo de liga), logrando que este proceso sea más económico (p.10).

### 2.2.1.2 Prelosas.

Según la Maestría Internacional en Soluciones Constructivas con Prefabricados de Hormigón o Concreto (2016) “la prelosa es un elemento prefabricado superficial compuesto por una lámina inferior de hormigón de espesor constante y nervios en el sentido longitudinal de la misma, destinada a servir de encofrado para la losa que posteriormente se hormigonará in situ”. Se aprecia en la **figura 1**, un tipo de pre losa con vigas tralichos de izaje.



*Figura 1: Pre losas reforzadas o armadas. Fuente: ANDECE (2015)*

Una vez endurecido el concreto, conformará la placa compuesta con la prelosa. Podemos asegurar que la prelosa es la evolución industrializada de la vigueta (mayor sección prefabricada, menor hormigón y armado a añadir en obra), ya que las viguetas

quedan unidas por la lámina inferior continua. Las pre losas están destinadas a ser utilizados como una parte de forjados estructurales en aplicaciones donde no haya que salvar luces excesivas (máximo aprox. 8 metros).

Existen diferentes tipos que pueden ser:

- Armadas o pretensadas
- Compuestas (con nervios rigidizadores)
- Con armaduras básicas electrosoldadas en celosía o sin nada.
- Compuestas sólidas o compuestas huecas con elementos aligerantes (embebidos o pegados) estructurales o no.

Para Betondecken (2016) “la instalación de las pre losas, con excepción de los casos donde sean diseñadas para sostener cargas de construcción sobre una luz libre sin puntales intermedios, un sistema simple de soleras y puntales deberá ser usado, normalmente, antes de la llegada de las pre losas a la obra”. El espacio de apoyo debería especificarse o mostrarse en el dibujo de ingeniería y va a variar de acuerdo al tipo y número de tralichos en las pre losas Betondecken y a la carga de construcción que vaya a sostenerse. El espaciado de los puntales varía generalmente entre 1,2 a 2 metros. A continuación, se muestra en la **figura 2** el proceso de izaje y colocación de las diferentes pre losas Betondecken en una losa estructural.



*Figura 2: Instalación de pre losas Betondecken.  
Fuente: Betondecken (2016) – Manual técnico*

### **2.2.1.3 Ventajas del uso de pre losas.**

Según (2015) Las ventajas siguientes son las que se han podido observar en las diversas edificaciones de Lima Metropolitana.

- a. Disminución de materiales para el encofrado, ya que no es necesario la colocación de viguetas y por lo tanto existe un metrado menor. De la misma manera la distancia de puntales disminuye, en consecuencia, existe un menor tiempo de encofrado.
  
- b. No es necesario generar un acabado liso en la parte inferior de la prelosa ya que la misma ya viene con un acabado final. Para lo cual solo es necesario atender los trabajos de reparación de las mismas o sellado de juntas si así lo amerita.

- c. Hay ser un elemento prefabricado no es necesario la colocación de ladrillos de techo, por lo cual se optimiza la cantidad de desperdicio de materiales.
- d. La prelosa ya cuenta con un acero positivo embebido dentro de ella, de esta manera se reduce tiempos de armado de losa.
- e. Las prelosas ya cuentan con pases pre instalados, lo que reduce el tiempo de armado de instalaciones eléctricas y sanitarias.
- f. El sistema prefabricado se puede utilizar tanto en sistema aligerado como un sistema de losas macizas.
- g. Como es un sistema de armado, se logra generar mayor espacio en los almacenes de obra, ya que no se necesitan acopio de ladrillo o de materiales similares.
- h. Se optimiza horas hombre lo que origina una reducción de costo de personal y además también reduce el lugar de acopio, ya que las prelosas llegan solo para el vaciado.
- i. Se genera una eliminación de personal y solo se considera el personal capacitado para el izaje y post colocación. De esta manera se reduce mucho en tiempo y costo.

j. Losas más livianas, al emplear casetones de poliestireno expandido, en reemplazo de ladrillos de arcilla, hace que tenga menor peso la estructura, permitiendo un mejor comportamiento sísmico del edificio. Además, se disminuye el tamaño de la cimentación y la estructura.

k. El acero de tralichos ayuda a la adherencia del concreto, así mismo este ayuda para el izaje de las mismas, generando un menos tiempo de instalación y vaciado.

### **2.2.1.3 Desventajas del uso de pre losas.**

Según (2015) Las desventajas del uso de pre losas son los siguientes:

- a. Hay ser elementos prefabricados, necesitan ser izados por una torre grúa.
- b. El poliestireno continúa siendo un material no recomendado por su grado de propagación al fuego y de fácil deterioro.
- c. Aumenta ligeramente el uso de acero total a utilizar, ya que la "galleta" de la prelosa cuenta con una malla de acero positivo para que la prelosa no se raje en al momento de ser izada.
- d. Se puede considerar que hay un elemento más ligero, este puede generar mayores vibraciones y por consecuencia presencia de fisuras.

- e. Se necesita una cuadrilla adicional de 3 operarios para la colocación de pre losas.
- f. Para la colocación de pre losas en los sótanos es necesario colocar dowells de conexión que generen una mayor unión entre las mismas, lo que origina un sobrecosto.

#### **2.2.1.4 Construcción Sostenible**

Según Susunaga(2014) en su tesis “Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario” señala que La construcción sostenible define las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), dichas generan de forma ideal a reducir el impacto del sector de la construcción con el cambio climático por sus manifestaciones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y el deterioro de la biodiversidad. Los proyectos sostenibles tienen como misión similar la disminución de su impacto en el ambiente y un mejor bienestar de sus ocupantes. A continuación, algunos elementos clave para lograr edificaciones sostenibles:

- a. Gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones como de los materiales y componentes utilizados.
- b. Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano.
- c. Uso eficiente y racional de la energía.
- d. Conservación, ahorro y reutilización del agua.
- e. Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la operación, y prevención de residuos y emisiones.

- f. Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia.
- g. Mayor eficiencia en las técnicas de construcción.
- h. Creación de un ambiente saludable y no toxico en los edificios.

#### **2.2.1.5 Probabilidad de riesgos en el tiempo con el uso de sistema prefabricados**

En base a la publicación de la revista “Buenas *prácticas* preventivas en el uso de prefabricados de concreto” en el año 2012 en la ciudad de Madrid – España. Para poder conseguir reducir la probabilidad de riesgos de fallas o presencias de fisuras a lo largo del tiempo del proyecto de construcción, se deberá considerar desde la etapa de instalación y montaje las siguientes indicaciones:

- a) Se recomienda que el montaje de las losas se realice empleando la utilización de líneas de vida ancladas a las propios tralichos debidamente estabilizadas o sistemas alternativos igualmente seguros.
- b) La descarga, elevación y colocación de la losa se realizará empleando únicamente el sistema y útiles especificados por el fabricante y convenientemente certificados.
- c) Las eslingas y útiles de elevación se revisarán periódicamente antes del inicio de los trabajos, conforme a las indicaciones del fabricante.
- d) El movimiento se realizará sin balanceos ni movimientos bruscos, los cuales pueden originar fisuras en la prelosa.

- e) Para evitar riesgos de golpeo de elementos ya montados, los desplazamientos de las losas se realizarán a suficiente altura o bien el guiado de las cargas se realizará con la ayuda de dos cuerdas auxiliares.

De lo expuesto se puede destacar que estas indicaciones son específicamente para evitar la presencia de problemas post instalaciones o que desencadenen en generar fisuras o similares. Por otro lado, en caso de que las dichas indicaciones no se hayan realizado y que el proyecto presente un gran porcentaje de observaciones después de su instalación, este puede aumentar la probabilidad de filtraciones de agua, deterioro del elemento prefabricado e incluso fallas estructurales severas si no se atendiera en los tiempos necesarios.

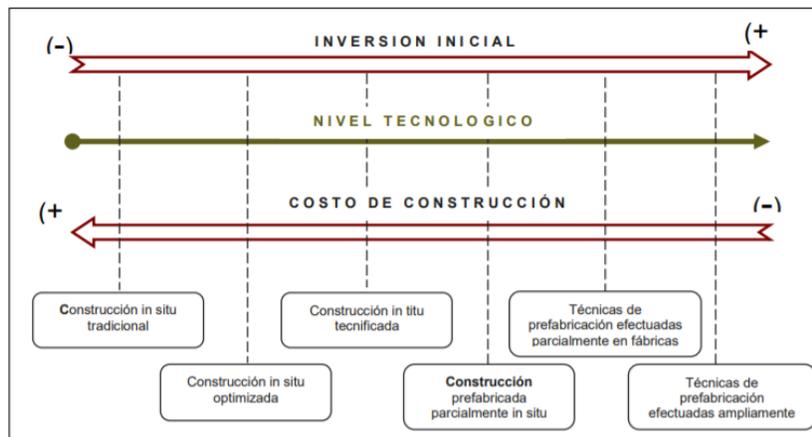
### **2.2.2 Costo de elementos prefabricados.**

Los elementos prefabricados y su impacto en los costos directos en el proyecto, se analizarán mediante un análisis de costos unitarios.

Según Capeco (2014) el costo directo es la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Estos costos directos que se analizan de cada una de las partidas conformantes de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto. Sin embargo, el efectuar un mayor refinamiento de los mismos no siempre conduce a una mayor exactitud porque siempre existirán diferencias entre los diversos estimados de costos de la misma partida. Ello debido a los diferentes criterios que se pueden asumir, p. 15.

- a) Aporte unitario de los materiales: Las cantidades de materiales se establecen de acuerdo a condiciones preestablecidas físicas o geométricas dadas de acuerdo a un estudio técnico del mismo, se expresan en unidades de comercialización y su costo está relacionado directamente a los cambios de precios del mercado, p.15.
- b) Costo de mano de obra: la remuneración de los trabajadores de construcción se encuentra estipulada de acuerdo a la tabla salarial de construcción civil 2020 y se expresan por horas hombre, que están determinados de acuerdo a los rendimientos por cada partida, p. 74.
- c) Costo de equipos y herramientas: el costo de operación de una maquinaria como la cantidad de dinero invertido en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de conservación se expresa en costo por año, mes, día u hora, p.92.

Como innovación, los procesos para la construcción que sean innovadores tiene como soporte la tecnología; sin embargo, cabe precisar que en los niveles en donde se empleen tales innovaciones, dependerá de diferentes aspectos como son el aumento de la calidad durante la ejecución de la obra, disminución tiempos, ahorro en costos, mejora continua entre otros. Estos factores determinan el nivel óptimo de la innovación (Ghio Castillo, 1998). En la **figura 3** se puede observar la evaluación costo tiempo.



*Figura 3: Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación Costo-Tiempo. Fuente: Paye, Peña, y Franco (2014)*

Para decidir el nivel de innovación que se deberá emplear, se evaluará la capacidad de inversión y el mercado. Planteándonos diversos escenarios donde se aplicarían los diferentes niveles de innovación en la construcción. Generalmente a mayor innovación para los procesos constructivos convencionales se requiere mayor inversión inicial para desarrollarla. Sin embargo, se obtendrán mejores beneficios de estas (Ghio, 1998 y Gómez, 2008).

### 2.2.3 Tiempo en una obra de construcción.

Para Izquierdo (2016) según la Guía PMBOK (2012), la gestión del tiempo de un proyecto abarca los procesos que aseguren que estos se cumplan en función al tiempo. A continuación, se describe los principales procesos que involucran el desarrollo eficiente del cronograma del proyecto:

- a. Definición de las actividades; donde se identifican y documentan las actividades principales que se ejecutarán con el objetivo de producir los

procesos y subprocesos que conforman la estructura de división de trabajo (EDT). Es necesario definir las actividades o procesos para que se cumplan los objetivos del proyecto.

b. Secuencia de actividades, una vez identificados y documentados las actividades y/o procesos que conforman las EDTs, se deben secuenciar de manera exacta y lógica, para poderse desarrollar de manera real y tener un cronograma alcanzable en el tiempo. Las secuencias se pueden planificar con software especializados en gestión de proyectos con ayuda del computador o aplicando técnicas manuales, estas resultan más eficaces en proyectos de menor envergadura o en las primeras fases de proyectos de mayor envergadura, siempre y cuando sean de poco detalle, también es posible usar ambas técnicas.

c. Estimación de las actividades, se estimarán las duraciones de las actividades y/o procesos, con la información del alcance del proyecto e identificando los recursos que se emplearán; y se ingresará al cronograma del proyecto. La estimación de dichas duraciones de actividades es inicialmente determinada por el integrante y/o los integrantes de proyecto con mayor experiencia en el proceso a planificar. Esta planificación se desarrolla de forma progresiva y escalonada, considerando la calidad y la disponibilidad de la información. La estimación de la duración de las partidas, procesos y/o actividades debe considerar los periodos de trabajo establecidos en el cronograma, delimitando los horarios de trabajo, evitando inconvenientes para el objetivo del proyecto. Los softwares de programación tienen funciones para crear calendarios alternativos que se adecuen a la coyuntura de cada proyecto.

d. Desarrollo del programa, Una vez establecidas las duraciones y contando con las secuencias de las actividades se debe determinar de manera real las fechas de inicio y fin de cada partida, proceso y/o actividad. Estas deben ser lo más exactas posibles para evitar contratiempos y cumplir el objetivo del proyecto en función al tiempo estimado. La planificación del cronograma es comúnmente iterativa, es decir las actividades tienen un orden exacto y en su mayoría son escalonadas.

e. Control del programa, para controlar el programa se debe (a) evaluar los riesgos que puedan generar cambios al cronograma del proyecto y asegurar que estos puedan ser resueltos (b) Prever que se modifique el cronograma y (c) Gestión del cambio de cronograma, es decir que a pesar de las alteraciones reales del cronograma en obra se garanticen el cumplimiento del objetivo del proyecto en función al tiempo. El control de cronograma debe complementarse con los otros procesos de seguimiento y monitoreo del proyecto, de manera integral.

#### **2.2.4 Calidad en elementos prefabricados.**

El concreto utilizado para la creación de elementos prefabricados está sometido a diversos controles de calidad, orientados en su capacidad de resistencia como en su sostenibilidad a lo largo de tiempo, los elementos prefabricados deben ser vaciados de una precisa en los moldes para garantizar segregación cero y evitar agrietamientos. La resistencia

de este concreto generalmente es  $210 \text{ kg/cm}^2$  sin embargo el diseño puede variar de acuerdo al diseño estructural, así mismo se garantiza que cumpla los días de curado y resistencia.

Los diferentes componentes utilizados en la creación del elemento prefabricado deben ser de canteras certificadas que cuenten con un control de calidad, ya que un requisito mínimo que se solicita para evitar vibraciones o futuras segregaciones dentro del elemento prefabricado cuando ya se encuentra instalándose, como se observa en la **figura 4**.



*Figura 4: Manera detallada de vaciado de concreto en una planta de prefabricados.*

*Fuente: Elliot, (2002)*

En ciertas oportunidades se debe obtener agregados que pasen la malla N<sup>o</sup> 14; de esta manera se puede obtener un concreto con menor porosidad y mayor duración. El agua utilizada en el concreto vaciado en obra normalmente consume más de lo que necesita un concreto para elemento prefabricado, lo que provoca se genere agua remanente que se evaporará con el tiempo, causando contracciones proporcionales a la cantidad de agua empleada.

Para impedir este escenario y tener contracciones mínimas, la relación agua-cemento deberá la menor posible y conseguir un slump mayor a 4”, de esta manera se necesita aditivos que generan un concreto con más plasticidad o rheoplástico (autocompactantes).

Según el manual técnico de sistemas de pre losas – Betondecken (2015) “las pre losas se fabrican en camas de acero firme y el acabado liso en la parte inferior de la prelosa es óptimo. La unión entre pre losas, si se deja sin relleno, se denomina una unión de sombra, en la cual se crea una luz y un efecto de sombra entre las dos unidades prefabricadas. Este tipo de acabado no requiere un procedimiento de sellado especial y relativamente aprobado en color gris”.

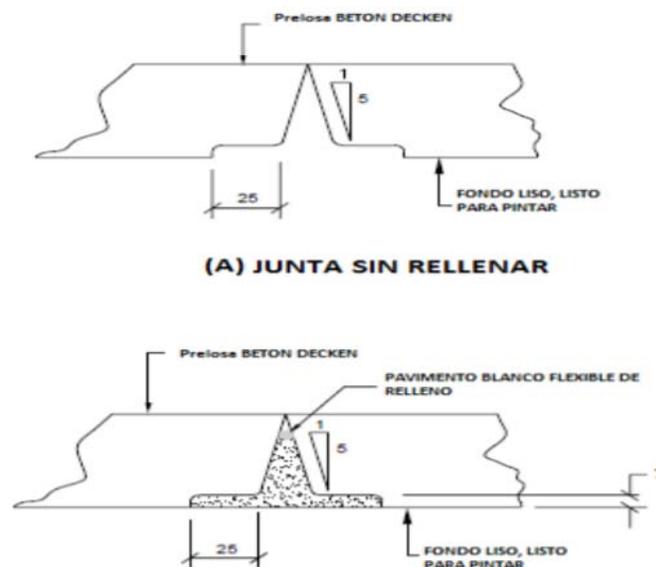


Figura 5: Prelosa Beton Decken con acabado liso. Fuente: Beton Decken (2016) –

*Manual técnico*

El acabado de superficie de la prelosa es muy superior comparándolo con un encofrado convencionales. En ocasiones donde la losa debe contar con un techo expuesto y necesita un acabado de pintura, la unión entre prelosa y prelosa puede llenarse y contar con un acabado de pintura texturizada, aplicado en la misma prelosa. Si las mismas están expuestas al movimiento

diferenciales, en ese caso de deberá utilizar un mortero especial de reparación. Si no se esperar un movimiento diferencial, entonces solo es necesario colocar una de base de yeso. Como se muestra en la **figura 5**, que resalta el material de llenado de las juntas entre pre losa y pre losa.

Finalmente, el manual técnico de sistemas de pre losas – Betondecken (2015) se muestra las consideraciones de evaluación de control de fisuras o microfisuras para los diferentes proyectos.

- a) Se considera fisura cuando el ancho de la misma es mayor a 0.4 mm y se considera micro fisura cuando es ancho de la misma es menor a 0.4mm.
- b) No es necesario el sellado de juntas entre prelosa y prelosa, en las zonas consideradas áreas de uso común. Solo se considera sellado en caso de áreas de departamentos.
- c) El proveedor recomienda que las micro fisuras se reparen con un pegamento cerámico extrafuerte.
- d) La presencia de caída de agua en las micro fisuras en la prelosa deberá ser solucionada previa reparación de la prelosa.
- e) Cuando las fisuras o micro fisuras se encuentren transversalmente ala longitud de la prelosa está de ser revisada específicamente para observar su comportamiento y posterior reparación.

## 2.2.5 Uso de elementos prefabricados y su relación con el tiempo, costo y calidad en una obra de construcción.

### 2.2.5.1 Velocidad de trabajo.

Para obtener un ritmo de trabajo con mayor eficacia, es necesario contar con los elementos prefabricados in situ, en conjunto con los elementos necesarios para desarrollar los procesos de obra con un cronograma de adquisiciones que garantice el cumplimiento de la planificación. (Entrepisos Lima, 2013).

### 2.2.5.2 Optimización de los tiempos de construcción.

Los elementos prefabricados al ser producidos industrialmente, aseguran un aumento de productividad y un mayor aprovechamiento de los materiales, como también una reducción de los tiempos de ejecución y optimización de los procesos, generando ahorro para el cliente. (Entrepisos Lima, 2013). Así mismo para la reducción de tiempos en construcción se puede optar por colocar elementos prefabricados cuyas diferentes características se aprecian en la **figura 6**.

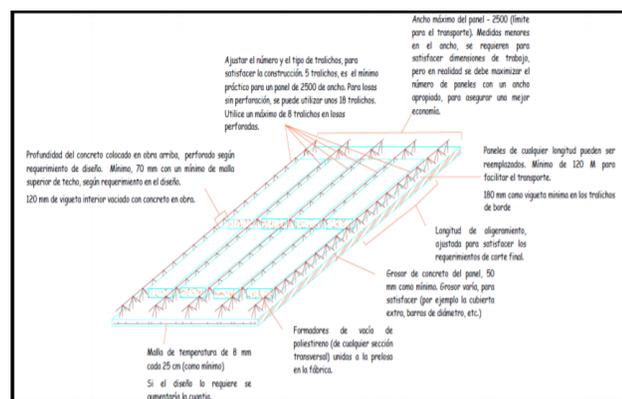


Figura 6: Características de las prelasas Beton Decken Costo-Tiempo. Fuente: Beton

Decken (2016) – Manual técnico.

### **2.2.5.3 Eficiencia en controles de obra.**

Los elementos prefabricados al presentar características particulares, requieren el desarrollo del proceso especializado, generando una mayor eficiencia de las herramientas y equipos. Logrando de esta manera un control más adecuado y eficiente de estos elementos (Entrepisos Lima, 2013).

### **2.2.5.4 Acabados liso**

Los elementos prefabricados al producirse industrialmente presentan acabados superficiales lisos, sin imperfecciones, que pasan por un control de calidad riguroso. Es mínima la cantidad de mano de obra destinada para el proceso de acabo para estos elementos. (Entrepisos Lima, 2013).

### **2.2.5.5 Organización y planeación.**

Para la implementación de elementos prefabricados en obra, es necesario contar con una planificación financiera correctamente desarrollada, ya que la producción inicial de estos elementos requiere una inversión considerable. Generando flujos económicos mayores de salida, los cuales deberían ser adecuadamente manejados.

#### **2.2.5.6 Presupuestos más precisos.**

Los costos de los elementos prefabricados son prácticamente fijos durante la planificación del proyecto, los saldos de obra son predecibles y se pueden estimar con anticipación, ya que estos elementos se pueden cuantificar acertadamente. Generando un mayor ahorro en obra y obteniendo menor cantidad de desperdicio.

#### **2.2.5.7 Control de materiales**

Hay emplear elementos prefabricados en obra, la cantidad de materiales para un determinado proceso disminuye considerablemente, generando un control más sencillo, eficiente y práctico para la dirección de obra.

#### **2.2.5.8 Mano de obra no especializada.**

Dado que para el uso de elementos prefabricados se reducen la cantidad e materiales en obra, se requiere menor cantidad de personal y maquinaria. Estos elementos hacer industrializados viene con una modulación que genera un menor impacto con respecto de la obra. El montaje de estos elementos tiene un procedimiento de ejecución sencillo que no necesita una mano de obra especializada, solo es necesario capacitar al personal con charlas que asegure el correcto proceso de trabajo. (Entrepisos Lima, 2013).

### 2.2.5.9 Anular los tiempos muertos

La utilización de prefabricados incrementa la productividad, reduciendo los tiempos no contributarios. De esta manera se reducen los tiempos de ejecución de esta actividad y generando una mayor eficiencia en el proceso constructivo.

### 2.2.5.10 Indicadores de control.

#### a. Índice de desempeño del cronograma.

El Índice de desempeño del cronograma o SPI indica la eficiencia con la que realmente está progresando un proyecto, en comparación con el programa del proyecto planificado o intención inicial, es una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la relación entre el valor ganado y el valor planificado. Un valor de SPI inferior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista. Un valor de SPI superior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, se debe analizar el desempeño en la ruta crítica, para así determinar si el proyecto terminará antes o después de la fecha de finalización programada. Se halla con la siguiente fórmula del PMBOK 2017, p.263.

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Donde: EV: Valor ganado.

PV: Valor planificado.

Al disponer de la trazabilidad del SPI en los proyectos, se puede generar una lectura de la evolución de este indicador, con la finalidad de tomar acciones correctivas de ser necesario.

b. Índice de productividad.

Los índices de productividad son valores que representan de manera cuantitativa la producción de la mano de obra, relacionando el tiempo y la cantidad producida por cada actividad teniendo en cuenta la cantidad de mano de obra que se emplea.

Este indicador es el cociente entre la producción de un proceso y el gasto o consumo de dicho proceso, estableciéndose que, si la producción crece para un mismo nivel de consumo el índice de productividad crece. Con esto se evidencia que la actividad es más productiva, es decir, administra mejor sus recursos para producir más con la misma cantidad de recursos.

c. Indicadores Específicos de Calidad.

El control de calidad dentro de una construcción es determinado por los ejecutores del proyecto, pudiéndose establecer por la eficacia durante la ejecución. Donde se obtiene el status general de entregas conformes y no conformes, de estas se puede determinar el grado de calidad de cada proceso durante la construcción. Con este indicador se busca generar la trazabilidad y generar la mejora continua de las actividades.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Enfoque, alcance y diseño.

#### 3.1.1 Enfoque.

Se determina del tipo cuantitativo y cualitativo, es decir mixto, dado que se emplearán datos para ser validados a través de la medición de variables, además de información que se analizara visualmente. con esta información se estudiará la relación entre toda la información cuantificada. (Abdellah y Levine, 1994).

Así mismo se puede precisar que la recolección de datos, mediciones numéricas y el análisis estadístico, se determinarán patrones de comportamiento y generar conclusiones que podrán ser fundamentos para futuros proyectos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

#### 3.1.2 Alcance.

Es Descriptivo, dado que mediante los estudios descriptivos se busca determinar las propiedades más resaltantes de cualquier fenómeno que sea sometido a análisis En esta se miden y evalúan independientemente diversas características, dimensiones o unidades del elemento a investigar, por lo que se puede establecer que el objetivo es describir lo que se investiga. (Dankhe, 1986).

Así mismo se precisa que es de tipo Explicativo, puesto que se centra en responder a las causas de los eventos analizados. Como su nombre lo indica, el objetivo se focaliza en explicar el origen de un suceso y en qué condiciones se genera éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

### **3.1.3. Diseño.**

Es del tipo No experimental dado que en ella no se controla directamente de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o que son inherentemente no manipulables. (Kerlinger y Lee, 2002)

Este se fundamenta en la observación del sistema prefabricado de prelosas en el proyecto, donde se observó y analizó el comportamiento dentro del proceso constructivo.

Cabe destacar que este diseño será transeccional, puesto que se describirán las variables y se observará su influencia e interdependencia en un momento único.

## 3.2 Matrices de alineamiento.

### 3.2.1 Matriz de consistencia.

Tabla 3.2.1  
Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Variables	Dimensiones	Metodología
¿En qué medida influye un sistema prefabricado aplicado en losas macizas, en la construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel?	Determinar en qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas, en la optimización de costo de un presupuesto en el proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel	Sistema prefabricado aplicado en losas macizas	Prelosas prefabricadas	<b>ENFOQUE</b> Mixto
¿En qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en el presupuesto del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel?	Determinar cómo se optimiza el presupuesto del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel, con el uso de pre losas y capiteles prefabricados.		Costos	<b>ALCANCE</b> Descriptivo - Explicativo
¿En qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas el tiempo de construcción del proyecto multifamiliar Up town 2 – Distrito de San Miguel?	Determinar en qué medida se optimiza el tiempo de construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel, con el uso de pre losas y capiteles prefabricados.	Losas macizas de sotános del proyecto Up Town 2	Tiempo de ejecución	<b>DISEÑO</b> No experimental
¿En qué medida influye el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas en la calidad de la construcción del proyecto multifamiliar Up town 2 – Distrito de San Miguel?	Determinar en qué medida se optimiza la calidad en la construcción del proyecto multifamiliar Up Town 2 – Distrito de San Miguel, con el uso de pre losas y capiteles prefabricados.		Calidad	<b>POBLACIÓN</b> Se plantea la construcción de sotános de proyectos multifamiliares utilizando sistemas prefabricados  <b>MUESTRA</b> 02 Sotános de proyecto UPTOWN 2  <b>TÉCNICA</b> Análisis Documental, observación , Entrevista, Encuesta Análisis Documental  <b>INSTRUMENTOS</b> - Documentación que ayude el procedimiento de comparación sobre la calidad en el uso de prelosas prefabricadas Registro fotográfico - Check List de verificación - Registro diario de avance en obra - Entrevista con personal responsable en obra basada en optimización de presupuesto de obra. - Entrevista con profesionales con experiencia en el uso de prelosa prefabricadas y experiencias en optimización en los presupuesto de obra. - Encuesta de carácter valorativa a profesionales con experiencia en optimización de tiempos de ejecución con aplicación de prelosas prefabricadas.

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2 Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 3.2.2  
Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Item
Sistema prefabricado aplicado en losas macizas	La prelosa es un elemento prefabricado superficial compuesto por una lámina inferior de hormigón de espesor constante y nervios en el sentido longitudinal de la misma, destinada a servir de encofrado para la losa que posteriormente se hormigonará in situ. Una vez endurecido el hormigón, conformará la placa compuesta con la prelosa. Maestría Internacional en Soluciones Constructivas con Prefabricados de Hormigón o Concreto (2016)	Prelosas prefabricadas de concreto de 5 cm reforzado con una malla de acero y viguetas Información recopilada de la ficha técnica que brinda la empresa Entrepisos Lima	Prelosas prefabricadas	1.-Diseño estructural apto para el uso de losas prefabricadas	1.- Sí/No
				2.-Geometría y area del proyecto regulares para modulacion de paneles	2.- Sí/No
				3.-Sistemas de izaje mediante Torre grua	3.- Sí/No
				4.-Sistema de apuntamiento	4.- Sí/No
				5.-Personal capacitado en montaje de losas prefabricadas	5.- Sí/No
			Costos	6.- Presupuesto de partida de losas de sótanos.	6.- Nuevos soles.
Losas macizas de sótanos del proyecto Up Town 2	El proyecto multifamiliar Up Town 2 presentan dos niveles de losa macizas en los niveles inferiores, estos son tableros poligonales cuyos bordes, descansan sobre vigas a las cuales les transmiten su carga y éstas a su vez a las columnas.	Las losas macizas serán reemplazadas por un sistema estructural que no mengue la calidad de la estructura para buscar una optimización de costo en el proyecto. Esta influencia se analizarán en el costo, tiempo y calidad en la partidas de losas de sótanos del proyecto Up Town 2.	Tiempo de ejecución	8.-Índice de desempeño de la programación (SPI)	7.- Si el SPI es mayor o igual a 1, el proyecto está dentro de los tiempos del cronograma. Un valor mayor a 1 indica que el proyecto está adelantado y un valor menor a 1 indica que está retrasado. 8.- Valores determinandos según la partida de losas macizas
				9.-Índice de productividad (IP)	
			Calidad	9.- Estatus de No conformidades ( NC)	9.- Se puede determinar el nivel de satisfacción cuando no hay precensia de NC en obra. Por otro lado los indicadores también son medidos con la satisfacción de calidad del entregable.

### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población.**

Es el conjunto de elementos cuya características se van analizar, es decir es el grupo al cual se va a describir y/o del cual se requiere determinar conclusiones (Salazar y Del Castillo, 2018).

Para desarrollo de la investigación la población está determinada por el proyecto multifamiliar Uptown 2 en el distrito de San Miguel, el cual está conformado por 03 torres de departamentos (Torre A y C de 18 pisos y torre B de 16 pisos). En la subestructura se desarrollan los sótanos que están distribuidos en estacionamientos, depósitos y cuartos técnicos con un área total de 12.135.06 m<sup>2</sup>; adicionalmente en las áreas libre se dispone de espacios de esparcimiento para los propietarios.

#### **3.3.2 Muestra.**

El tipo de muestra será no probabilística, no se basará en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de recolección de datos, los cuales son seleccionadas según los criterios de la investigación. En consecuencia, podemos determinar que es un muestreo por conveniencia.

Se suele utilizar sobre todo al principio una muestra por conveniencia que se denomina muestra de voluntarios, y se utiliza si el investigador necesita que los posibles participantes se presenten por sí mismos. Este muestreo es fácil y eficiente pero no es uno de los preferidos debido a que en estos estudios la clave es extraer la mayor cantidad posible de información de los pocos casos de la muestra, y el método por conveniencia puede no suministrar las fuentes más ricas en información. Es un

proceso fácil y económico que permite pasar a otros métodos a medida que se colectan los datos. (Crespo y Salamanca, 2007, 2)

Para la investigación se establece que la muestra está conformada por los 02 Sótanos del proyecto Up Town 2 en el distrito de San Miguel; a continuación, se detallan las áreas por niveles: sótano 1 con 4,620.22 m<sup>2</sup> y sótano 2 con 3,838.13 m<sup>2</sup>.

### **3.4 Técnicas e instrumentos**

#### **3.4.1 Técnicas.**

En base a las dimensiones a analizar se han establecido las siguientes técnicas, las cuales están alineadas a la investigación de tipo mixta:

La observación, para Matos y Pasek (2008) “esta técnica consiste en el registro sistemático válido y confiable de comportamiento o conducta manifiesta. Es el acto en el que el espíritu capta un fenómeno interno (percepción) o externo y, lo registra con objetividad” (p. 41). Posterior a la recolección de datos la información debe codificada, la información bruta debe ser sintetizada en un código para ser transmitida.

La entrevista estructurada, para Otero (2008) “Consiste en proporcionar cuestionarios estructurados, en los cuales las preguntas están predeterminadas tanto en su secuencia como en su formulación” (p. 3). En este tipo de formato, el entrevistador plantea un número fijo de preguntas, en el mismo orden y en un formato estándar y las respuestas también están preestablecidas.

La encuesta, es una técnica bastante usada como procedimiento de investigación, que permite recolectar datos de una forma rápida y eficaz.

Se puede definir como un método inicial para obtener información a través de un grupo objetivo, coherente y articulado de preguntas que aseguran que una muestra puede ser analizada de forma cuantitativa y que los resultados sean extrapolables con determinados porcentajes de error y confianza para la población. (Grande y Abascal, 2005).

El análisis documental, es una forma de investigación técnica, que analiza la información de manera cuantitativa a un conjunto de actividades, que tienen por finalidad describir y representar los documentos de forma agrupada para facilitar su revisión.

Este método, cuyo objetivo es eliminar la subjetividad del análisis tradicional, consiste en “hallar signos, rasgos, propiedades del documento fácilmente calculables, que reflejen necesariamente determinados aspectos esenciales del contenido. Entonces, el contenido se hace factible de medición, asequible a las operaciones exactas de cálculo. Los resultados del análisis se objetivan en medida suficiente (Morales – Morejón, 2000)

Entonces se puede establecer que esta técnica tiene como propósito facilitar la información al usuario que la demanda, permitiendo captar e interconectar ideas principales y son partes de un proceso unificador.

Esta información precisa ha sido obtenida de las diferentes experiencias de los involucrados en la investigación, es decir de forma directa de los equipos de oficina técnica y de la Inspección Técnica de obra, la cual ha sido contrastada con los datos obtenidos del proyecto y son registrados en los formatos en mención.

### 3.4.2 Instrumentos.

Para el desarrollo de la investigación se plantea una serie de instrumentos, los cuales son los respaldos que se cuentan para que las técnicas cumplan su fin. Así mismo se precisa que como instrumento podemos definirlo como la “herramienta concreta y operativa que facilitará la recolección de los datos “(Soriano, 2014, p. 20).

Los instrumentos empleados por cada dimensión están detallados en la tabla 3.4.2, y en el anexo 1.

Tabla 3.4.2  
*Herramientas de investigación.*

Técnicas	Instrumentos	Dimensión
Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro fotográfico</li> <li>- Check List de verificación</li> <li>- Registro diario de avance en obra</li> </ul>	Sistema Prefabricado
Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista con personal responsable en obra basada en optimización de presupuesto de obra.</li> <li>- Entrevista con profesionales con experiencia en el uso de prelosa prefabricadas y experiencias en optimización en los presupuesto de obra.</li> </ul>	Optimización del presupuesto
Encuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encuesta de carácter valorativa a profesionales con experiencia en optimización de tiempos de ejecución con aplicación de prelosas prefabricadas.</li> </ul>	Optimización del tiempo
Análisis Documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentación que ayude el procedimiento de comparación sobre la calidad en el uso de prelosas prefabricadas.</li> </ul>	Calidad

Fuente: Elaboración propia

De lo descrito, en la **figura 7** se presenta el check list de verificación que se utilizó para la variable prelosas prefabricadas y que fue llenada por los diferentes involucrados en el

proyecto. y complementarán a los indicadores ya presentados en la matriz de operacionalización.

	<b>FORMATO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN</b>			Código: F-CHKLST	
	VARIABLE: SISTEMA PREFABRICADOS			Rev: 01 Fecha: 21/12/2020	
				Página : 1 de 1	
PROYECTO	: UPTOWN 2 - SAN MIGUEL			Registro N°: _____	
CLIENTE	: PORTAL SANTA CLARA			Fecha: _____	
ITO	: PROYECTA INGENIEROS CIMLES SAC				
CONTRATISTA	: DEGPRO SAC				
<b>DATOS DE ENTREVISTADO</b>					
APELLIDOS Y NOMBRES	: _____				
CARGO	: _____				
EMPRESA	: _____				
<b>PREGUNTAS</b>		<b>RESPUESTAS</b>			<b>COMENTARIOS</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>	
1.	El proyecto cuenta un diseño estructural apto para el uso de un sistema prefabricados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	El proyecto cuenta con un sistema de izaje de materiales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	El personal de obra, se encuentra capacitado para la instalación de prelosas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	El sistema de apuntalamiento es el adecuado para el uso de prefabricados en losas macizas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	¿Se ha compatibilizado las diferentes especialidades con los planos de sistemas prefabricados en losas macizas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	La geometría y área del proyecto son regulares para modulación de paneles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	Existe supervisión durante el proceso constructivo del proyecto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>LEYENDA:</b> NA NO APLICA					
<b>LLENADO POR:</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>			
NOMBRE:	D:	_____			
FIRMA:	M:	_____			
	A:	_____			
ENTREVISTADO					

Figura 7: Formato de Check List de verificación. Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Aplicación de instrumentos.

Para la presente investigación se ha elegido la aplicación de cuatro diferentes técnicas, las cuales a su vez recolectan diferente información aplicada a cada variable de estudio.

Para recoger la información se realizaron las siguientes actividades:

- Se gestionó permiso especial a la gerencia de la constructora para el ingreso al proyecto para el registro fotográfico necesario.
- Se convocó una reunión virtual con el jefe del área de costos y presupuestos, para la generación de las diferentes preguntas que involucran el desarrollo de nuestra investigación.
- Se gestionó permiso a la supervisión del proyecto la cual brindara la información de los acontecimientos de la instalación de los elementos prefabricados en los sótanos.
- De manera presencial el día 26 de diciembre del año 2020 se les entrego de forma física a los ingenieros del sector producción, el formulario de encuesta respecto a los beneficios referentes al tiempo de construcción del proyecto Up Town 2. Se les indicó que no existían respuestas correctas o incorrectas, exhortando a responder de forma honesta.
- Se gestionó el permiso con el área de calidad de la contratista para la observación documental de los diferentes protocolos y documentos que evidencien los procedimientos de instalación de los elementos prefabricados.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Resultados y análisis de la variable prelosas prefabricadas

Para la variable de investigación la técnica utilizada fue la observación, los instrumentos utilizados fueron el check list de verificación con la finalidad de demostrar que el proyecto multifamiliar Up Town 2 cuenta con las características necesarias para que en los sótanos del proyecto se implemente un sistema prefabricado (prelosas prefabricadas) y el registro fotográfico donde se evidencia la colocación de prelosas prefabricadas en el proyecto.

Los indicadores de la variable son los siguientes:

- 1) Diseño estructural apto para el uso de losas prefabricadas.
- 2) Geometría y área del proyecto regulares para modulación de paneles.
- 3) Sistemas de izaje mediante Torre grúa.
- 4) Sistema de apuntamiento.
- 5) Personal capacitado en montaje de losas prefabricadas.

Mediante el desarrollo de los indicadores se demuestra en cada punto el por qué el proyecto Up Town 2 cumple con las características para el uso de un sistema prefabricados aplicado en los macizas en los sótanos.

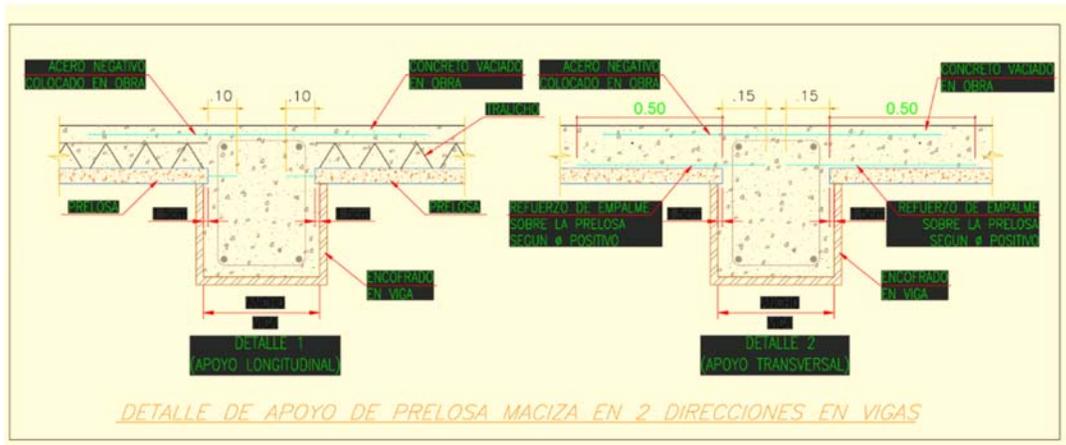
#### 4.1.1 Diseño estructural apto para el uso de losas prefabricadas.

El proyecto multifamiliar estuvo diseñado estructuralmente para el uso de losas macizas convencionales en los sótanos del proyecto. Este diseño realizado por el proyectista de la inmobiliaria, el cual propuso los sótanos con losas macizas tradicionales. Sin embargo, en el desarrollo del proyecto se tomó la decisión, con previa aprobación del proyectista estructural, cambiar el sistema convencional a un sistema prefabricado, este cambio generó un replanteo en el diseño original. A continuación, en la **figura 8** muestra el diseño la estructura de las losas de sótanos con losas macizas.



*Figura 8: Plano de estructuras sótano 1. Fuente: Proyecto de estructural Sótano 1 –  
Up Town.*

En la **figura 9** se muestra el nuevo sistema utilizando prefabricados. Se detallan las zonas de aplicación y encuentro con elementos horizontales.



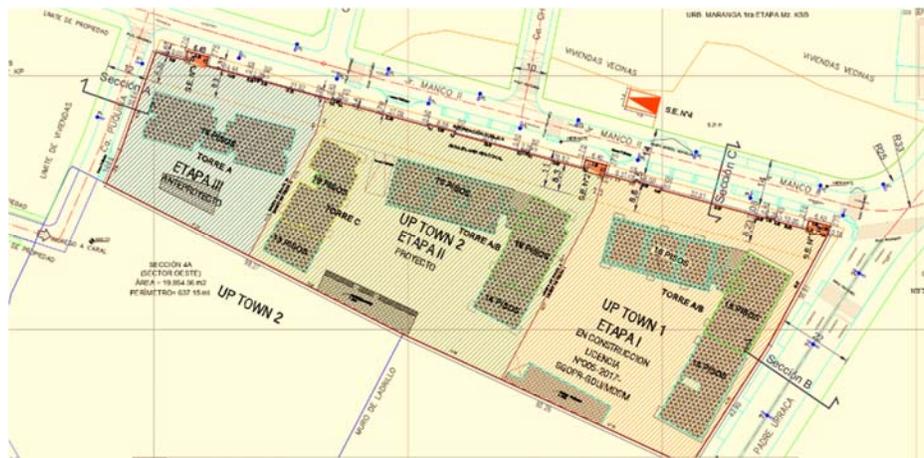
*Figura 9: Proyecto de estructural Sótano 1 – Up Town 2. Fuente: Especialidad de estructuras de proyecto.*

De esta manera se demuestra que el proyectista estructural por indicaciones de la inmobiliaria realizó un cambio en el diseño con la finalidad de generar optimizaciones beneficiosas para el proyecto.

#### **4.1.2 Geometría y área del proyecto regulares para modulación de paneles.**

El proyecto multifamiliar Up Town 2 cuenta con el área óptima para que el sistema prefabricado aplicado en losas macizas en los sótanos se implemente.

En la **figura 10** se aprecia la geometría rectangular del proyecto, lo cual beneficia el uso del sistema prefabricado, así mismo se muestra en la **figura 11** el plano de modulación de los paneles que se colocaron en toda el área de los diferentes sótanos.



*Figura 10: Geometría del proyecto Up Town 2. Fuente: Plano de habilitación urbana del proyecto.*



*Figura 11: Plano de modulación de sistema prefabricado. Fuente: Especialidad de estructuras de proyecto.*

#### 4.1.3 Sistemas de izaje mediante Torre grúa.

El proyecto Up Town 2 cuenta con dos Torres grúa que cumplen el mecanismo de izaje de las diferentes prelosas que se colocaron en los sótanos. En la **figura 12** se muestra la ubicación de las torres grúa en el proyecto.



*Figura 12: Imagen de la ubicación de las Torres grúa. Fuente: Registro fotográfico del proyecto.*

#### 4.1.4 Sistema de apuntalamiento.

El sistema de apuntalamiento de las prelosas cumple con los requerimientos estructurales de sostenimiento tal cual como se muestra en la **figura 13**. Además de lo indicado, se aprecia en la figura que no es necesario colocar fenólico en la base de la prelosa ya que la misma cuenta con un acabado liso que no requeriría solaqueo.



*Figura 13: Sistema de apuntalamiento de prelosas. Fuente: Registro fotográfico del proyecto.*

#### **4.1.5 Personal capacitado en montaje de losas prefabricada.**

El personal obrero fue capacitado por parte de la empresa fabricante de prelosas, a pedido de la empresa contratista que está desarrollando la ejecución del proyecto Up Town 2, para realizar las diferentes actividades que involucran el encofrado de las losas, izaje de las prelosas, armado de acero estructural y vaciado final de las losas de los sótanos. En la **figura 14** se muestra el procedimiento de armado de acero de los diferentes paneles prefabricados.



Figura 14: Armado de acero en prelosas. Fuente: Registro fotográfico del proyecto.

#### 4.1.6 Resultados de los indicadores.

De los datos presentados se realizó un check list de carácter descriptivo con la finalidad de recoger las diferentes opiniones de los involucrados sobre las características del proyecto para el uso de un sistema prefabricados aplicado en losas macizas. A continuación, se muestran el resumen del total de información recolectada en las **figuras 15 al 22**.

<b>Resultado de checkList de verificación</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
El proyecto cuenta un diseño estructural apto para el uso de un sistema prefabricados.	10	0
El proyecto cuenta con un sistema de izaje de materiales.	10	0
El personal de obra, se encuentra capacitado para la instalación de prelosas.	8	2
El sistema de apuntalamiento es el adecuado para el uso de prefabricados en losas macizas.	8	2
¿Se ha compatibilizado las diferentes especialidades con los planos de sistemas prefabricados en losas macizas?	7	3
La geometría y área del proyecto son regulares para modulación de paneles.	10	0
Existe supervisión durante el proceso constructivo del proyecto.	10	0

Figura 15: Resultado de Check list de verificación. Fuente: Elaboración propia.

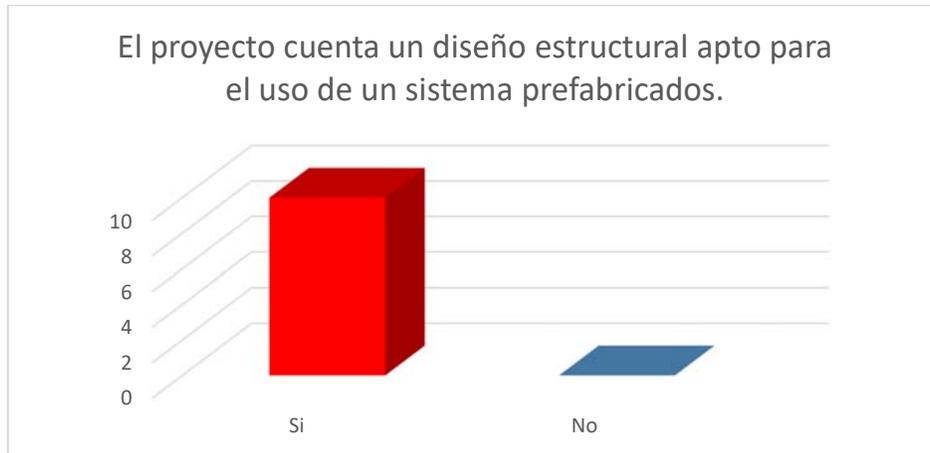


Figura 16: Resultado de Check list de verificación – ítem 1. Fuente: Elaboración propia.

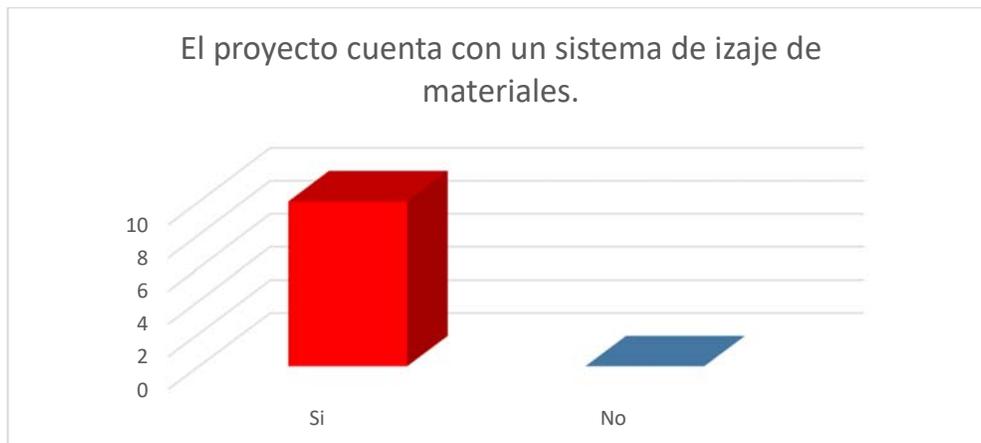
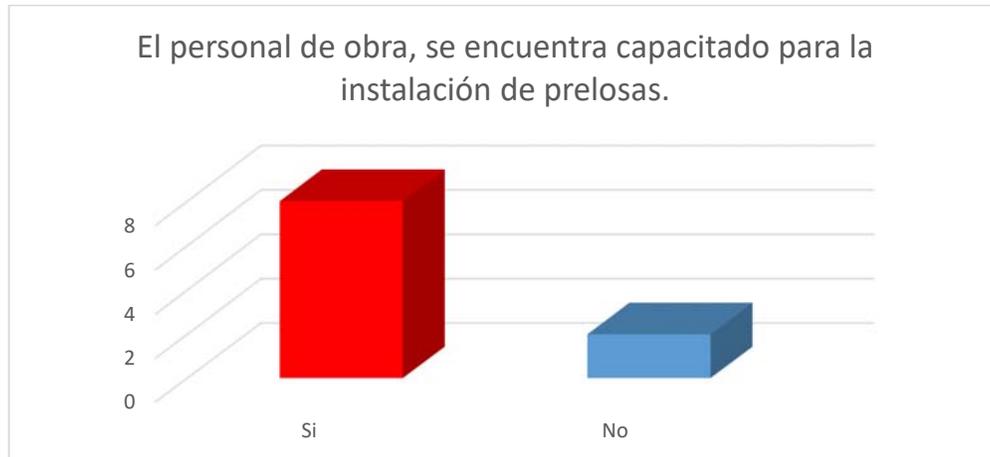
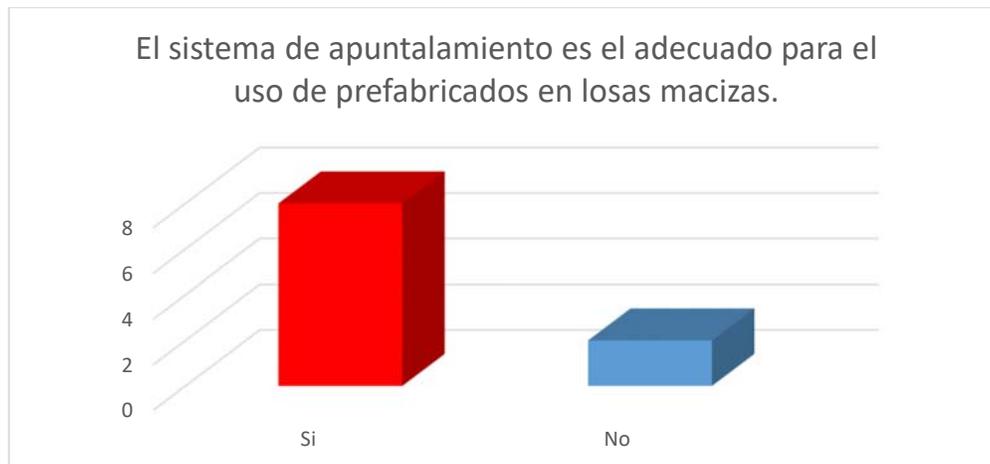


Figura 17: Resultado de Check list de verificación – ítem 2. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 18: Resultado de Check list de verificación – ítem 3. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 19: Resultado de Check list de verificación – ítem 4. Fuente: Elaboración propia*

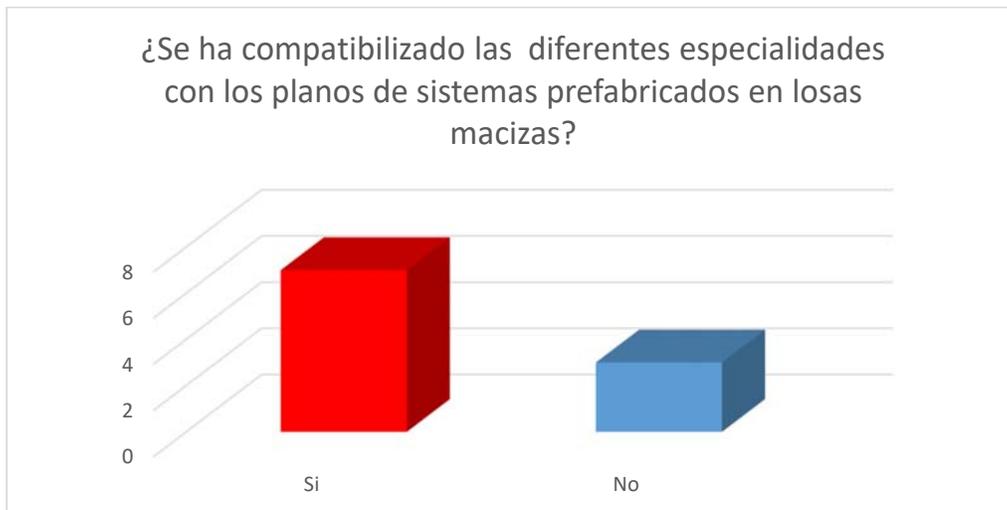


Figura 20: Resultado de Check list de verificación – ítem 5. Fuente: Elaboración propia

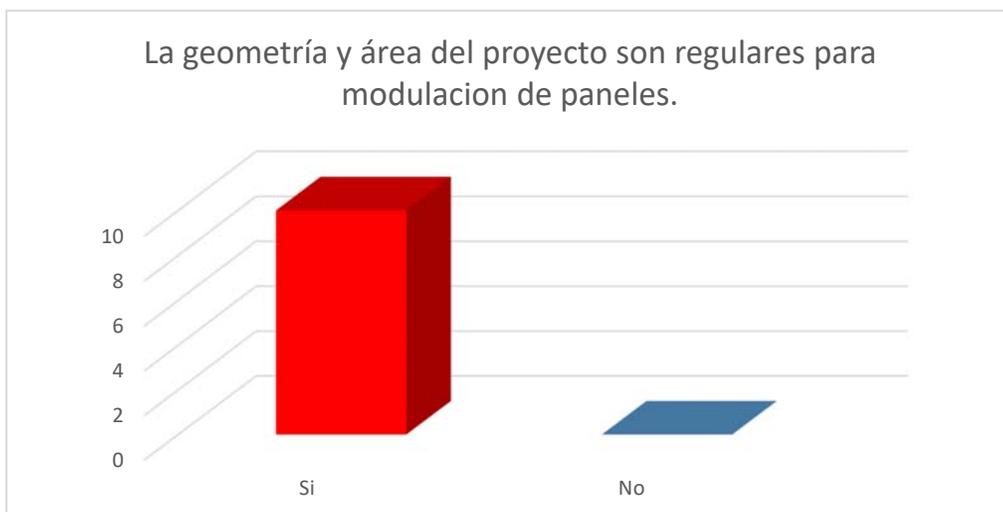
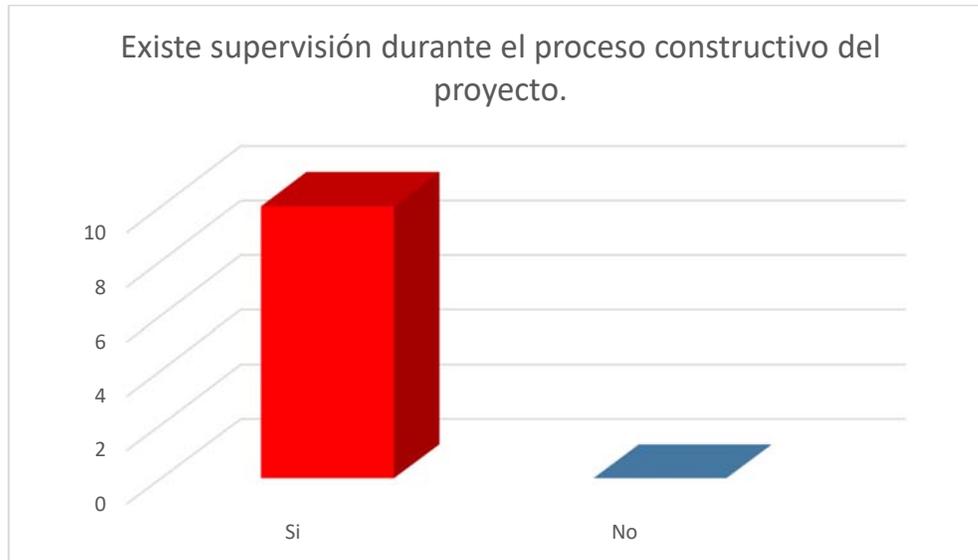


Figura 21: Resultado de Check list de verificación – ítem 6. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 22: Resultado de Check list de verificación – ítem 7. Fuente: Elaboración propia*

## **4.2 Análisis y resultados de la variable losas macizas de sótanos.**

### **4.2.1 Análisis de costos de losa maciza convencional.**

El presente análisis detalla los costos durante el proceso de construcción de las losas macizas de los sótanos del proyecto Up Town2.

#### **4.2.1.1 Cuantificación de materiales.**

Se estimó el metrado de losa (ver anexo) según espesor y características a emplear en cada caso.

Tabla 4.2.1.1

*Cuantificación de materiales para losas maciza convencionales*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>
01.04.02.12.01	Concreto para losas macizas $f_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,066.62
01.04.02.12.02	Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m <sup>2</sup>	4,624.44
01.04.02.12.03	Encofrado y desencofrado altura normal en losas macizas	m <sup>2</sup>	783.37
01.04.02.12.04	Acero $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	KG	71,526.77
01.04.02.12.05	Curado con aditivo curador	M2	5,226.46

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.2 Análisis de precios unitarios.

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losas macizas según lo establecido en el proyecto.

Se trabajo con los precios y rendimientos que maneja la empresa para proyectos similares.

- a. Análisis de precios unitarios de encofrado y desencofrado normal de losas macizas, se consideró un sistema de encofrado con puntales ( $h < 3.5m$ ) espaciados cada 60 cm y con panel estructural fenólico.

Partida	02.06.01.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS ALTURA NORMA					
Rendimiento	m2/DIA	22.00ADA	8.00	Costo unitario directo por : m2		34.78	
Código	Descripción Recurso		Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
0101010003	CAPATAZ		hh	0.10	0.0364	27.55	1.00
0101010003	OPERARIO		hh	1.00	0.3636	22.96	8.35
0101010004	OFICIAL		hh	1.00	0.3636	18.38	6.68
							16.03
		Materiales					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	0.0500		2.71	0.14
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA PROMEDIO		kg	0.0200		3.25	0.07
0222140008	DESMOLDANTE PARA ENCOFRADO		gal	0.0370		21.50	0.80
0222140008	TABLERO FENOLICO 18MM 1.22X2.44M		pln	0.0598		86.00	5.14
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	0.2083		3.20	0.67
							6.81
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	5.0000		16.03	0.80
0301010045	ENCOFRADO METALICO PARA LOSAS MACIZAS		m2	1.0200		10.92	11.14
							11.94

Figura 23: APU Encofrado a altura normal de losas macizas. Fuente: Elaboración propia

- b. Análisis de precios unitarios de acero  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>; se consideró acero habilitado con desperdicio de 5%.

Partida	02.06.01.01.04	ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	450.00ADA	8.00	Costo unitario directo por : kg		3.59	
Código	Descripción Recurso		Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
0101010003	CAPATAZ		hh	0.20	0.0036	27.55	0.10
0101010003	OPERARIO		hh	1.00	0.0178	22.96	0.41
0101010004	OFICIAL		hh	1.00	0.0178	18.38	0.33
							0.83
		Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg	0.0300		2.71	0.08
							0.08
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	3.0000		0.83	0.02
							0.02
		Subpartidas					
010107010105	HABILITACION DE ACERO CORRUGADO		kg	1.0000		2.65	2.65
							2.65

Figura 24: APU Acero  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup> para losa maciza. Fuente: Elaboración propia

- c. Análisis de precios unitarios de concreto premezclado  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>; se consideró el bombeo de concreto con servicio de bomba telescópica, con un desperdicio de 5% de concreto.

Partida	02.06.01.05.01	CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>					
Rendimiento	m3/DIA	24.00 ADA	8.00	Costo unitario directo por : m3		286.54	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	CAPATAZ		hh	0.10	0.0333	27.55	0.92
0101010003	OPERARIO		hh	3.00	1.0000	22.96	22.96
0101010004	OFICIAL		hh	2.00	0.6667	18.38	12.25
0101010005	PEON		hh	1.00	0.3333	16.57	5.52
							41.66
		Materiales					
02190100010029	CEMENTO TIPO I, $f'c=210$ KG/CM <sup>2</sup> Slump 6"-8" H67		m3		1.0500	228.86	240.30
							240.30
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	41.66	2.08
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO		hm	1.00	0.3333	7.50	2.50
							4.58

Figura 25: Apu Concreto para losa maciza  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia

### 4.2.1.3 Costo de losa maciza convencional.

Con las partidas involucradas para la construcción de las losas macizas se procedió a hallar el costo directo total en los sótanos.

Tabla 4.2.1.3

*Costo directo de losa maciza para sótanos*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
01.04.02.12.01	Concreto para losas macizas $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	1,066.62	295.89	315,603.38
01.04.02.12.02	Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m2	4,624.44	34.78	160,849.17
01.04.02.12.03	Encofrado y desencofrado altura normal en losas macizas	m2	783.37	46.52	36,443.69
01.04.02.12.04	Acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ Grado 60	KG	71,526.77	3.59	256,781.12
01.04.02.12.05	Curado con aditivo curador	M2	5,226.46	1.25	6,533.07
				<b>Costo directo</b>	<b>776,210.43</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.4 Horas hombre (hh) para la construcción de losa maciza.

A continuación, se resume la cantidad de horas hombre (hh) empleado para la construcción de las losas macizas.

Tabla 4.2.1.4

*Horas hombre para la construcción de losa maciza*

Actividades	Personal			
	Capataz	Operario	Oficial	Peón
Concreto para losas macizas $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	35.55	1066.62	711.08	355.54
Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	168.16	1681.61	1681.61	-
Encofrado y desencofrado altura normal en losas macizas	28.49	284.86	3916.86	-
Acero $f'y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	254.32	1271.59	1271.59	-
Curado con aditivo curador	10.453	-	104.53	-
<b>Totales</b>	<b>496.97</b>	<b>4304.69</b>	<b>7685.68</b>	<b>355.54</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Análisis de costos de losas macizas con prelosas.

El presente análisis detalla los costos durante el proceso de construcción de las losas macizas con el uso de prelosas de los sótanos del proyecto Up Town2.

Se trabajo con los precios y rendimientos que maneja la empresa para proyectos similares, mientras que para la partida de prelosa se empleó el rendimiento proporcionado por la empresa Entrepisos Lima, quien suministró las mismas.

##### 4.2.2.1 Cuantificación de materiales.

Se estimó el metrado de losa según especificaciones del proyecto.

Tabla 4.2.2.1  
*Cuantificación de materiales para prelosas*

Ítem	Descripción	Und	Metrado
01.00.00	Estructuras		
01.04.02.12	Losas macizas		
01.04.02.12.01	Concreto para losas macizas $f_c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	937.49
01.04.02.12.02	Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m <sup>2</sup>	5,361.43
01.04.02.12.04	Acero $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	kg	38,804.98
01.06.00	Partidas complementarias estructuras		
01.06.01.00	Prelosas		
01.06.01.01	Maciza 0.05m Bidireccional 5.06kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	4,008.20

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.2 Análisis de precios unitarios.

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losas macizas según lo establecido en el proyecto.

- a. Análisis de precios unitarios de encofrado y desencofrado normal para prelosas; se consideró un sistema de encofrado metálico.

Partida	02.06.01.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS ALTURA NORMA					
Rendimiento	m2/DIA	40.00ADA	8.00	Costo unitario directo por : m2		20.40	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	CAPATAZ		hh	0.10	0.0200	27.55	0.55
0101010003	OPERARIO		hh	1.00	0.2000	22.96	4.59
0101010004	OFICIAL		hh	1.00	0.2000	18.38	3.68
							8.82
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	8.82	0.44
0301010045	ENCOFRADO METALICO PARA LOSAS MACIZAS		m2		1.0200	10.92	11.14
							11.58

Figura 26: Encofrado para prelosas. Fuente: Elaboración propia

- b. Análisis de precios unitarios de acero  $f'y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>; se consideró acero habilitado con desperdicio de 5%.

Partida	02.06.01.01.04	ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	450.00 ADA	8.00	Costo unitario directo por : kg		3.82	
Código	Descripción Recurso		Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
0101010003	CAPATAZ		hh	0.20	0.0036	27.55	0.10
0101010003	OPERARIO		hh	1.00	0.0178	22.96	0.41
0101010004	OFICIAL		hh	1.00	0.0178	18.38	0.33
							0.83
		Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg	0.0300	2.71		0.08
							0.08
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	3.0000	0.83		0.02
							0.02
		Subpartidas					
010107010105	HABILITACION DE ACERO CORRUGADO		kg	1.0000	2.88		2.88
							2.88

Figura 27: APU Acero  $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup> para prelosas. Fuente: Elaboración propia

- c. Análisis de precios unitarios de concreto premezclado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se consideró el bombeo de concreto con servicio de bomba telescópica, con un desperdicio de 5% de concreto.

Partida	02.06.01.05.01	CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>					
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	24.00 ADA	8.00	Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>		295.89	
Código	Descripción Recurso		Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
0101010003	CAPATAZ		hh	0.10	0.0333	27.55	0.92
0101010003	OPERARIO		hh	3.00	1.0000	22.96	22.96
0101010004	OFICIAL		hh	2.00	0.6667	18.38	12.25
0101010005	PEON		hh	1.00	0.3333	16.57	5.52
							41.66
		Materiales					
02190100010029	CEMENTO TIPO I, $f'c=210$ KG/CM <sup>2</sup> Slump 6"-8" H67		m <sup>3</sup>	1.0500	237.76		249.65
							249.65
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	5.0000	41.66		2.08
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO		hm	1.00	0.3333	7.50	2.50
							4.58

Figura 28: APU Concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> para prelosas. Fuente: Elaboración propia

- d. Análisis de precios unitarios prelosas, se empleó prelosas macizas de 0.05m bidireccionales de 5.06kg/cm<sup>2</sup>

Partida	02.03.01.06.03	PRELOSAS					
Rendimiento	m2/DIA	250.00 ADA	8.00		Costo unitario directo por : m2	55.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OFICIAL		hh	1.00	0.0320	18.38	0.59
0101010004	PEON		hh	3.00	0.0960	16.57	1.59
							2.18
		<b>Materiales</b>					
	Maciza 0.05m Bidireccional 5.06kg/cm <sup>2</sup>				1.0000	52.76	52.76
							52.76
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.18	0.07
							0.07

Figura 29: APU Prelosas. Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.3 Costo de losa maciza con prelosa.

Con las partidas involucradas para la construcción de las losas macizas con prelosas se procedió a hallar el costo directo total en los sótanos.

Tabla 4.2.2.3

*Costo directo losa maciza con prelosa*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
01.00.00	Estructuras				
01.04.02.12	Losas macizas				
01.04.02.12.01	Concreto para losas macizas f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	937.49	295.89	277,391.85
01.04.02.12.02	Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m <sup>2</sup>	5,361.43	20.40	109,354.00
01.04.02.12.04	Acero f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	kg	38,804.98	3.82	148,235.79
01.06.00	Partidas complementarias estructuras				
01.06.01.00	Prelosas				
01.06.01.01	Maciza 0.05m Bidireccional 5.06kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	4,008.20	55.00	220,451.00
<b>Costo directo</b>					<b>755,432.64</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.4 Horas hombre (hh) para la construcción de losa maciza con prelosa.

A continuación, se resume la cantidad de horas hombre (hh) empleado para la construcción de las losas macizas con prelosas.

Tabla 4.2.2.4

*Horas hombre para la construcción de losas macizas con prelosas.*

Actividades	Personal			
	Capataz	Operario	Oficial	Peón
Concreto para losas macizas $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>	31.25	937.49	625.00	312.50
Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	107.23	1072.29	1072.29	-
Acero $f'y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	137.973	689.87	689.87	-
Maciza 0.05m Bidireccional 5.06kg/cm <sup>2</sup>	128.26	384.79	-	-
<b>Totales</b>	<b>404.71</b>	<b>3084.43</b>	<b>2387.15</b>	<b>312.50</b>

Fuente: Elaboración propia

**4.2.3 Análisis comparativo en el costo entre los sistemas de losa maciza convencional y prelosas.**

**4.2.3.1 Análisis comparativo de horas hombre (hh) entre los sistemas de losa maciza convencional y prelosas para sótanos**

<b>Losas macizas convencional</b>				<b>Losas macizas con prelosas</b>			
Capataz	Operario	Oficial	Peón	Capataz	Operario	Oficial	Peón
496.97	4304.69	7685.68	355.54	404.71	3084.43	2387.15	312.50

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.2.3.1 se observa que para el uso de prelosas se reducen las horas hombres del capataz, operario, oficial y peones.

**4.2.3.2 Análisis comparativo de costos directos entre los sistemas de losa maciza convencional y prelosas en sótanos**

Tabla 4.2.3.2  
Comparativo entre losa maciza convencional y prelosa

Ítem	Descripción	Convencional		Prelosas	
		Und	Parcial	Und	Parcial
01.00.00	Estructuras				
01.04.02.12	Losas macizas				
01.04.02.12.01	Concreto para losas macizas f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	315,603.38	m3	277,391.85
01.04.02.12.02	Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m2	160,849.17	m2	109,354.00
01.04.02.12.03	Encofrado y desencofrado altura normal en losas macizas	m2	36,443.69		
01.04.02.12.04	Acero f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	kg	256,781.12	kg	148,235.79
01.04.02.12.05	Curado con aditivo curador	m2	6,533.07		
01.06.00	Partidas complementarias estructuras				
01.06.01.00	Prelosas				
01.06.01.01	Maciza 0.05m Bidireccional 5.06kg/cm <sup>2</sup>			m2	220,451.00
		<b>CD</b>	<b>776,210.43</b>	<b>CD</b>	<b>755,432.64</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.2.3.2 se observa que el uso de prelosas genera una diferencia de 20,777.79 soles con el uso del sistema de losas macizas.

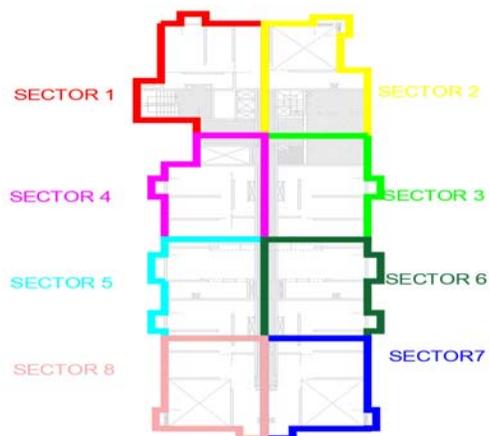
#### **4.2.4 Análisis y resultado de la dimensión tiempo en losas macizas de sótanos.**

La dimensión del tiempo ha sido analizada en base a la documentación presentada por la constructora, donde se ha revisado el desempeño de la programación (SPI) y además el índice de productividad (IP).

Para efectos de la investigación se plantea analizar y exponer la información extraída de los reportes de obra de la etapa de casco de sótanos, donde se implementaron las prelosas y por otro lado lo evidenciado en la etapa de las torres de departamentos, en la cual se ejecutaron losas convencionales.

#### **4.2.5 Análisis de tiempo de losa maciza convencional del proyecto Up Town 2.**

El análisis de ejecución con losas maciza convencional se desarrolla en función a la programación presentada para la ejecución de casco de la torre de departamentos, la cual contempla 08 sectores y puede evidenciarse en la **figura 30**. Para la comparación de datos se plantea tomar los 02 primeros niveles, de donde se extraerán los ratios de las partidas de encofrado, acero y concreto.



*Figura 30: Sectorización de estructuras de torre, planta típica. Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.*

#### **4.2.5.1 Análisis de desempeño del cronograma (SPI).**

Se evidencia que los rangos de desempeño del cronograma (SPI) para el corte en el Nivel 02 se encuentra en un rango inferior a 1, como se muestra en la **figura 31**, bajo este escenario se infiere que la producción respecto a lo planificado no se ha cumplido y por ende se arrastran retrasos para el resto de actividades sucesivas.

Tabla 4.2.5.1  
*Desempeño de la programación SPI con el uso de losas macizas convencionales*

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Encofrado fondo	0.86	1.14	0.96	0.89
Acero	0.92	1.06	0.94	0.89
Concreto en los:	0.64	1.12	0.90	0.91

Fuente: Elaboración propia

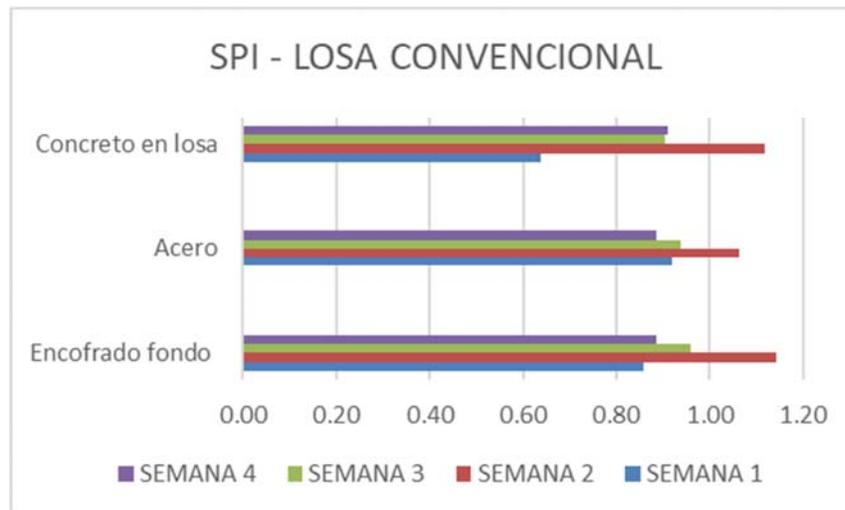


Figura 31: Gráfico de barras con SPI disgregado por actividad. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.5.2 Análisis de Índice de Productividad (IP)

Se muestran los resultados extraídos de los reportes de obra en referencia al índice de productividad, para el análisis se han considerado los reportes de las actividades de encofrado, habilitado y colocación de acero y la colocación de concreto.

En las figuras 32, 33 y 34 se puede evidenciar que durante la ejecución de las actividades no se logra cumplir efectivamente el indicador que se plantea según el presupuesto meta, de donde se puede determinar que sólo se logra concretar en semanas intermedias según mostrado.

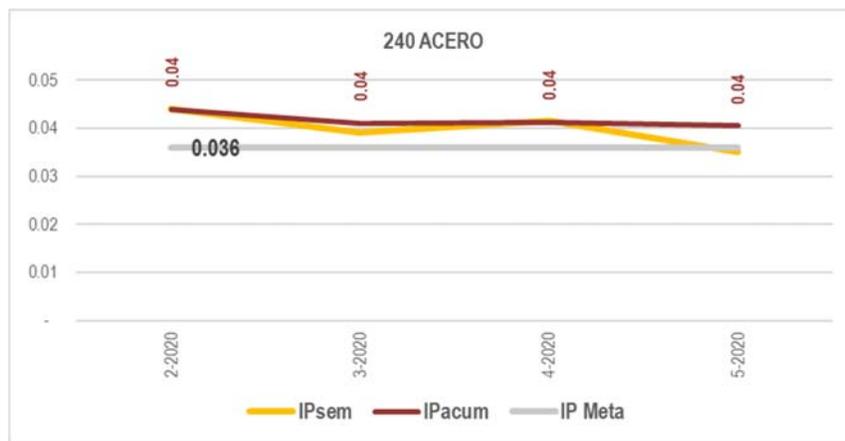


Figura 32: Gráfico de líneas para la partida de acero en loza maciza. Fuente:  
Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

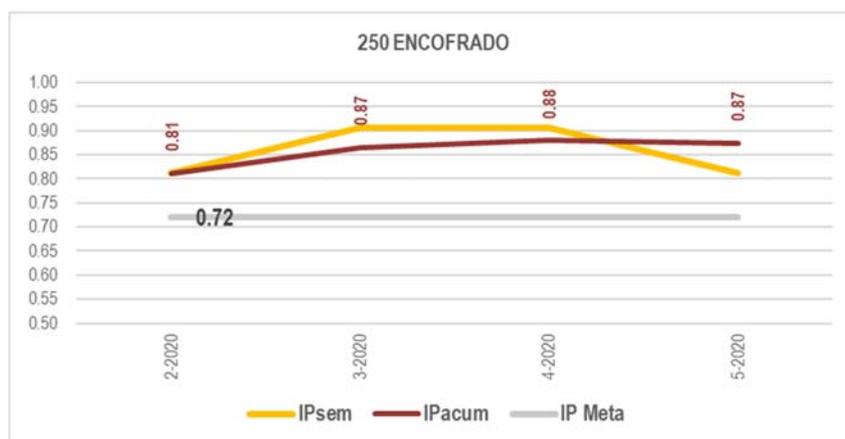


Figura 333: Gráfico de líneas para la partida de encofrado en loza maciza. Fuente:  
Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

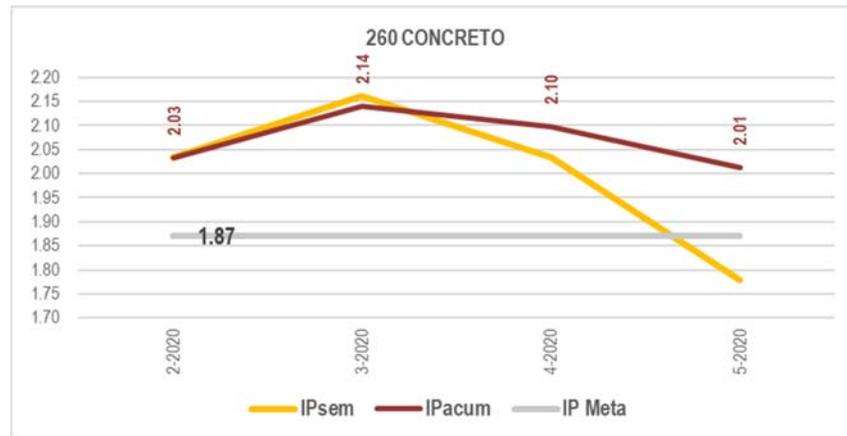


Figura 34: Gráfico de líneas para la partida de acero en loza maciza. Fuente:

Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

#### 4.2.6 Análisis de tiempo de prelosa del proyecto Up Town 2.

El análisis de implementación de prelosas se desarrolla en función a la programación de las 6 semanas que abarcó la etapa de casco de sótanos del proyecto, en la **figura 35** se muestra la sectorización planteada donde se contempla 10 sectores: Frente 01 con 06 sectores y Frente 02 con 04 sectores.

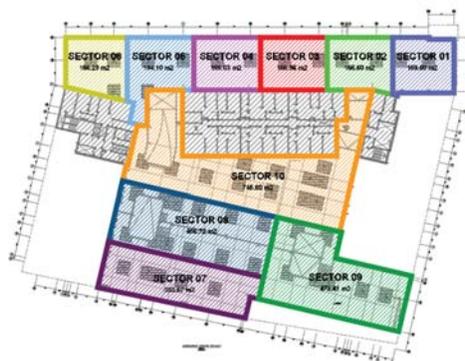


Figura 35: Sectorización de estructuras de sótanos 02 y 01. Fuente: Elaboración

propia según programación desarrollada por constructora.

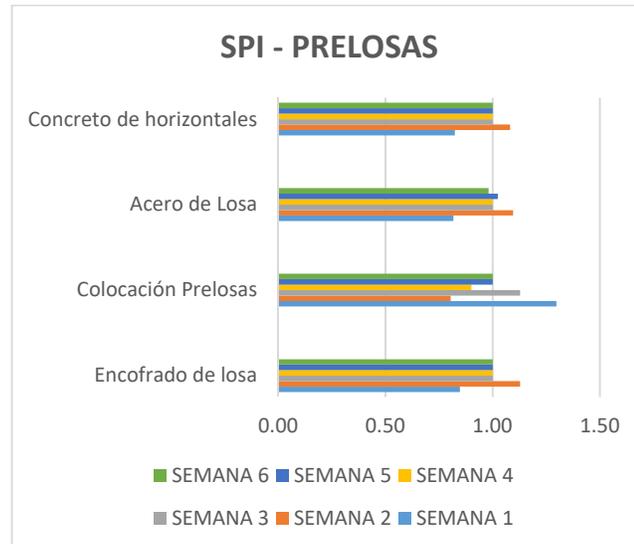
#### 4.2.6.1 Análisis de desempeño del cronograma (SPI).

Se evidencia que los rangos de desempeño del cronograma (SPI) para el final del proyecto logra igualar o mejorar el indicador que es analizado en función a 1, el análisis cubre el periodo determinado por la constructora con una planificación a semanas, como se observa en la tabla 4.3.2 y la **figura 36**.

Tabla 4.2.6.1  
*Desempeño de la programación SPI con prelosas.*

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
Encofrado de losa	0.85	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00
Colocación Prelosas	1.30	0.80	1.13	0.90	1.00	1.00
Acero de Losa	0.82	1.09	1.00	1.00	1.02	0.98
Concreto de horizontales	0.82	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.



*Figura 36: Gráfico de barras con SPI disgregado por actividad. Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.*

#### **4.2.6.2 Análisis de Índice de Productividad (IP).**

Se muestran los resultados extraídos de los reportes de obra en referencia al índice de productividad, para el análisis se han considerado los reportes de las actividades de encofrado, montaje de prelosa, habilitado y colocación de acero y la colocación de concreto.

Para cada partida se establecen las ratios de presupuesto venta y la meta interna de obra para lograr la utilidad esperada, en base a ello semanalmente se logra cuantificar y evidenciar la eficiencia de los procesos constructivos.

Tabla 4.2.6.2  
 Registro de Índice de productividad de la programación de 06 semanas para la etapa  
 de sótanos

FASE	PARTIDA DE CONTROL	FIL UNID	HH/UND	HH/UND2	lun 06 Ene	lun 13 Ene	lun 20 Ene	lun 27 Ene	lun 03 Feb	lun 10 Feb		
					dom 12 Ene	dom 19 Ene	dom 26 Ene	dom 02 Feb	dom 09 Feb	dom 16 Feb		
					2-2020	3-2020	4-2020	5-2020	6-2020	7-2020		
					SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6		
					SEM 2-2020	SEM 3-2020	SEM 4-2020	SEM 5-2020	SEM 6-2020	SEM 7-2020		
					CANTIDAD							
					PPTO	META	2-2020	3-2020	4-2020	5-2020	6-2020	7-2020
					PPTO	META	2-2020	3-2020	4-2020	5-2020	6-2020	7-2020
240	ACERO	12 UND										
240	Producción del Periodo	kg					2,226.82	5,770.35	5,930.01	6,135.91	8,440.78	10,301.11
240	Producción Acumulada	kg	0.004		38,804.98	38,804.98	2,226.82	7,997.17	13,927.18	20,063.09	28,503.87	38,804.98
240	H-H del Periodo	HH					108.87	169.26	275.42	194.99	280.61	428.07
240	H-H Acumuladas	HH			1,521.16	1,399.46	108.87	278.13	553.55	748.53	1,029.14	1,457.21
240	Rendimiento del Periodo	HH / kg					0.05	0.03	0.05	0.03	0.033	0.042
240	Rendimiento Acumulado	HH / kg			0.039	0.036	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.038
							0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
250	ENCOFRADO	20 UND										
250	Producción del Periodo	m2					553.05	883.85	793.99	1,113.15	1,035.60	981.81
250	Producción Acumulada	m2			5,361.43	5,361.43	553.05	1,436.90	2,230.88	3,344.03	4,379.63	5,361.43
250	H-H del Periodo	HH					475.12	590.57	591.16	796.91	771.05	674.77
250	H-H Acumuladas	HH			4,289.14	3,860.23	475.12	1,065.69	1,656.85	2,453.76	3,224.81	3,899.58
250	Rendimiento del Periodo	HH / m2					0.86	0.67	0.74	0.72	0.74	0.69
250	Rendimiento Acumulado	HH / m2			0.80	0.72	0.86	0.74	0.74	0.73	0.74	0.73
							0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
260	CONCRETO	28 UND										
260	Producción del Periodo	m3					46.51	133.51	153.27	127.16	195.67	281.37
260	Producción Acumulada	m3			937.49	937.49	46.51	180.02	333.29	460.45	656.13	937.49
260	H-H del Periodo	HH					92.21	237.53	276.58	239.17	373.00	507.75
260	H-H Acumuladas	HH			1,906.24	1,753.74	92.21	329.74	606.33	845.50	1,218.50	1,726.26
260	Rendimiento del Periodo	HH / m3					1.98	1.78	1.80	1.88	1.91	1.80
260	Rendimiento Acumulado	HH / m3			2.03	1.87	1.98	1.83	1.82	1.84	1.86	1.84
							1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
270	PRELOSAS	36 UND										
270	Producción del Periodo	sem					654.13	616.74	881.36	905.78	1,085.41	1,218.01
270	Producción Acumulada	sem			5,361.43	5,361.43	654.13	1,270.87	2,152.23	3,058.01	4,143.42	5,361.43
270	H-H del Periodo	HH					78.50	105.76	105.76	108.69	130.25	146.16
270	H-H Acumuladas	HH			696.99	641.23	78.50	184.26	290.02	398.72	528.97	675.13
270	Rendimiento del Periodo	HH / sem					0.12	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12
270	Rendimiento Acumulado	HH / sem			0.13	0.12	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13

Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

En las **figuras 37- 40** se puede observar los gráficos de los índices de productividad meta, realizado y acumulado.

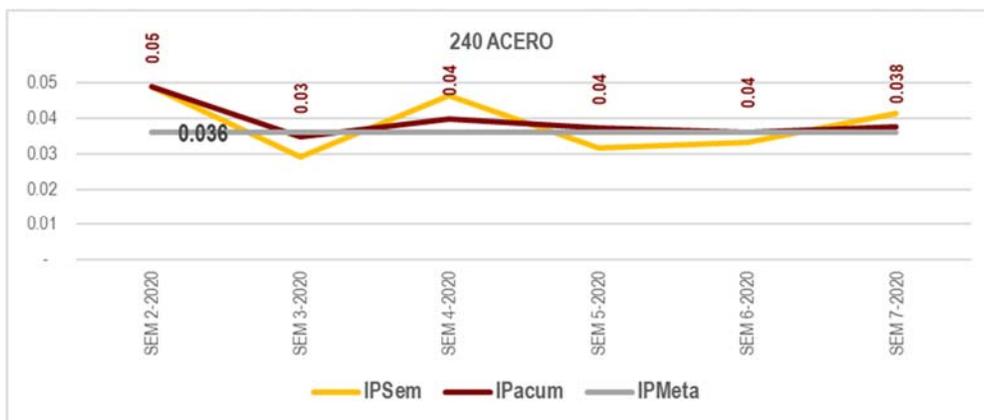


Figura 37: Gráfico de líneas para la partida de acero en prelosa. Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

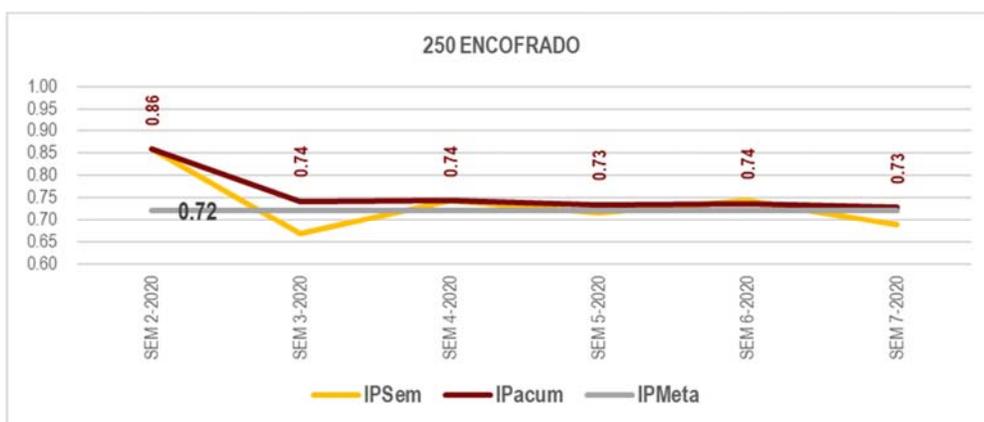


Figura 38: Gráfico de líneas para la partida de encofrado en prelosa. Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

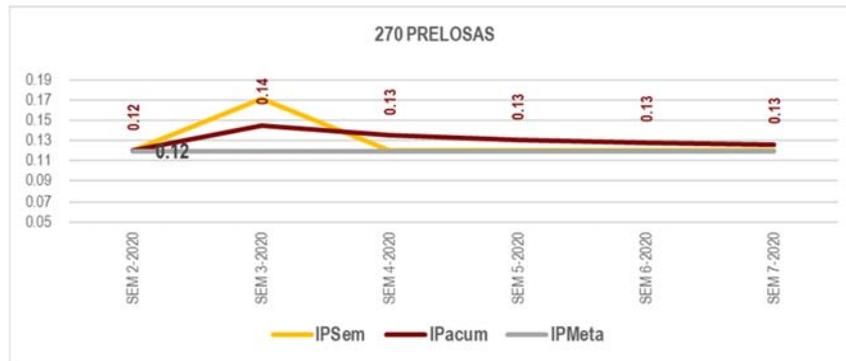


Figura 39: Gráfico de líneas para la partida montaje e instalación de prelosa.

Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

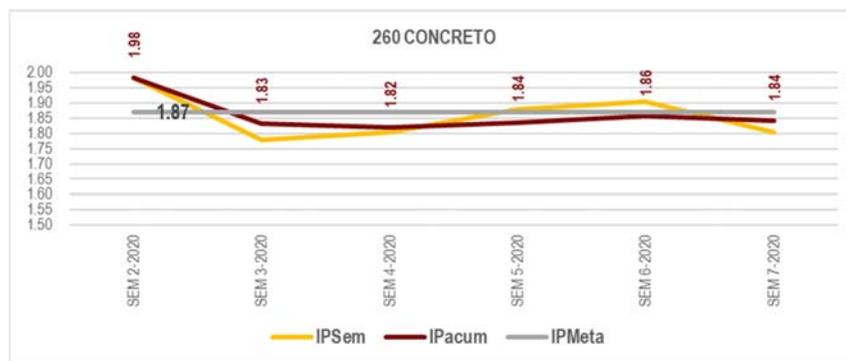


Figura 40: Gráfico de líneas para la partida concreto prelosa. Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

Es muy común que el desempeño de la programación (SPI) no sea considerado al momento de evaluar los proyectos. Generalmente, donde se utilizan herramientas Lean para la planificación y control, las evaluaciones se basan en el porcentaje de plan completado (PPC) y en consecuencia en los compromisos de los últimos planificadores.

Ante esto, con el objetivo de generar una visión clara de los proyectos, es importante contrastar indicadores tradicionales de control de avance, como el SPI, con indicadores de confiabilidad como el PPC.

Por otro lado, con el Índice de productividad, hacemos referencia al control de productividad de la mano de obra, se busca que, durante la ejecución del proyecto, se lleguen a los ratios estimados /definidos para la programación, para así asegurar que, en la práctica, realmente se consuma la cantidad de horas hombre que se presupuestó gastar. Para esto, la herramienta de control de productividad de mano de obra, es muy útil.

En las tablas 4.2.6.3 y 4.2.6.4 se detallan las cantidades de horas hombre acumuladas respecto a lo programado para los casos de uso de prelosas y losas convencionales, de donde podemos establecer que el primer escenario muestra mayor productividad y por ende menor uso de personal obrero.

Tabla 4.2.6.3  
*Registro de horas hombre en etapa de casco de sótanos.*

DETALLE DE ACTIVIDADES									
ACTIVIDAD	DETALLE	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SUBTOTAL	BRECHA %
Encofrado de losa	REAL	369.54	590.57	530.53	743.78	691.97	656.02	3582.41	18%
	PROGRAMADO	529.86	635.99	644.21	903.17	840.24	796.60	4350.07	
Colocación Prelosas	REAL	78.50	74.01	105.76	108.69	130.25	146.16	643.37	12%
	PROGRAMADO	68.56	104.28	106.27	136.79	147.62	165.65	729.15	
Acero de Losa	REAL	78.38	203.12	208.74	215.98	297.12	362.60	1365.94	15%
	PROGRAMADO	113.31	219.01	246.42	254.98	342.45	436.38	1612.56	
Concreto de horizontal	REAL	82.75	237.53	272.69	226.25	348.14	500.60	1667.96	18%
	PROGRAMADO	122.09	266.83	331.12	274.73	422.74	607.88	2025.38	

Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

Tabla 4.2.6.4  
*Registro de horas hombre en etapa de casco de torre, aplicado para los 02 primeros niveles.*

DETALLE DE ACTIVIDADES							
ACTIVIDAD	DETALLE	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SUBTOTAL	BRECHA %
Encofrado fondo	REAL	246.85	366.04	323.66	62.73	999.27	-6%
	PROGRAMADO	287.42	286.94	301.76	70.84	946.96	
Acero	REAL	101.35	131.71	125.44	41.48	399.97	6%
	PROGRAMADO	104.03	131.63	133.75	55.20	424.61	
Concreto en losa	REAL	17.81	102.23	76.53	59.57	256.14	10%
	PROGRAMADO	29.73	91.43	89.96	72.33	283.45	

Fuente: Elaboración propia según programación desarrollada por constructora.

De los índices de productividad detallados en losas convencionales, para cada actividad se puede inferir que la partida de encofrado presenta sobretiempos, la cual se desvía de los recursos asignados para tal partida y se aprecia a detalle en la **figura 41**.

DETALLE DE ACTIVIDADES			BRECHA	
ACTIVIDAD	DETALLE	SUBTOTAL	PORCENTAJE	CANTIDAD
Encofrado fondo	REAL	999.27	-6%	<b>-52.32</b>
	PROGRAMADO	946.96		
Acero	REAL	399.97	6%	<b>24.63</b>
	PROGRAMADO	424.61		
Concreto en losa	REAL	256.14	10%	<b>27.30</b>
	PROGRAMADO	283.45		

*Figura 41: Resumen de detalle de actividades en losas convencionales*

*Elaboración propia según análisis de rendimiento desarrollada por constructora.*

Del análisis disgregado se precisa que la actividad de encofrado presenta la única variación desfavorable respecto a la planificado, destacándose que varía en 52.32 HH en el registro acumulado.

De los índices de productividad detallados en prelosas, para cada actividad se puede inferir que la partida de encofrado es la más eficaz, la cual mejora los tiempos y recursos asignados para esta partícula; esto se puede apreciar a detalle en la **figura 42**.

DETALLE DE ACTIVIDADES		BRECHA	
ACTIVIDAD	DETALLE	PORCENTAJE	CANTIDAD
Encofrado de losa	REAL	18%	767.66
	PROGRAMADO		
Colocación Prelosas	REAL	12%	85.78
	PROGRAMADO		
Acero de Losa	REAL	15%	246.63
	PROGRAMADO		
Concreto de horizontal	REAL	18%	357.42
	PROGRAMADO		

*Figura 42: Resumen de detalle de actividades en prelosas*

*Elaboración propia según análisis de rendimiento desarrollada por constructora.*

Del análisis desgregado se precisa que la actividad de encofrado presenta las mejores duraciones respecto a la planificado, destacándose que genera un ahorro en recursos de 767.66 HH en el registro acumulado.

Por ello es conveniente realizar las mediciones de rendimiento a la cuadrilla, siendo necesario analizar los tiempos a Nivel general de actividad y poder registrar los trabajos productivos (TP), trabajos contributorios (TC) y trabajos No contributorios (TNC) con la finalidad de mejorar los tiempos para futuros proyectos con las mismas características.

#### 4.2.7 Resultados y análisis de la dimensión Calidad

Para la variable de investigación la técnica empleada fue el análisis documental y el instrumento utilizado fue una ficha de registro de información recogida en campo (proyecto). De la información recogida se pudo observar que el proceso de instalación de las losas prefabricadas en los sótanos fue culminado en un menor tiempo que la programación proyectada para la construcción de un sistema convencional. Sin embargo, con el pasar de las semanas se empezó a identificar diversas grietas y/o fisuras en diferentes puntos de las losas instaladas, las cuales fueron identificadas por la supervisión del proyecto. A continuación, se muestra en las **figuras 43,44,45 y 46** un registro fotográfico del estado post vaciado de las prelosas colocadas.



*Figura 43: Fisura en prelosa. Fuente:  
Registro fotográfico del proyecto.*



*Figura 44: Fisura en prelosa. Fuente:  
Registro fotográfico del proyecto.*



*Figura 45: Fisura en prelosa. Fuente:*

*Registro fotográfico del proyecto.*



*Figura 46: Fisura en prelosa. Fuente:*

*Registro fotográfico del proyecto.*

De lo expuesto se puede evidenciar mediante el registro fotográfico que el estado actual de las prelosas deberá ser reparado de acuerdo a los parámetros del proveedor de las mismas. Se ha identificado un 30% de micro fisuras con respecto a la totalidad de prelosas instaladas.

Por otro lado, siguiendo las indicaciones del manual de tolerancias entre pisos lima indica lo siguiente para casos donde se presente fisuras o micro fisuras:

La prelosa podría exhibir agrietamiento debido a una serie de razones, por ejemplo:

- Izaje incorrecto al momento de instalar las prelosas.
- Deficientes técnicas de manejo.
- Apoyos inadecuados en obra.

El agrietamiento mínimo no va a afectar la integridad estructural de la losa terminada, sin embargo, si se ha originado un agrietamiento más severo (anchos de grieta mayores de 0.4mm), debería ser inspeccionado por un ingeniero calificado.

En base a lo expuesto se ha creado un registro de observación, como se muestra en la **figura 47**, con la finalidad de identificar las prelosas que presentan daños o que no se adecuan a los criterios de post instalación del proveedor.

		<b>Registro de Observación Post vaciado</b> VARIABLE: Calidad			Código: F-CHKLST
					Rev: 01 Fecha: 21/12/2020
					Página : 1 de 1
<b>PROYECTO</b> : UPTOWN 2 - SAN MIGUEL <b>CLIENTE</b> : PORTAL SANTA CLARA <b>ITO</b> : PROYECTA INGENIEROS CIVILES SAC <b>CONTRATISTA</b> : DEGPRO SAC				Registro N°: _____ Fecha: _____	
<b>DATOS DE ENTREVISTADO</b> <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b> : _____ <b>CARGO</b> : _____ <b>EMPRESA</b> : _____					
PREGUNTAS		RESPUESTAS			COMENTARIOS
ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	NO	NA	
1.	Las prelosas vaciadas presentan mas de una grieta dentro de su superficie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	Las grietas observadas son de un ancho mayor a 0.02m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Existe un sellado en las juntas de prelosa y prelosa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	Existen filtraciones de agua originado por fisuras o grietas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	Existen picados originado por una post colocacion de instalacion en las diferentes prelosas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	En el proceso de instalacion observo algunas deficiencias en el izaje de las prelosas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	El sistema de apuntalamiento de las prelosas fue correcto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>LEYENDA:</b> NA NO APLICA					
<b>LLENADO POR:</b> NOMBRE: _____ D: _____ FIRMA: _____ M: _____ _____ A: _____ ENTREVISTADO				<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____	

Figura 47: Registro de observación post vaciado. Fuente: Elaboración propia

De lo mostrado se realizó el procedimiento de observación con 5 personas del área de supervisión del proyecto lo cual se determinó el siguiente resumen de la **figura 48**:

<b>Resultado de observacion en campo</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Las prelosas vaciadas presentan mas de una grieta dentro de su superficie	5	0
Las grietas observadas son de un ancho mayor a 0.02m	4	1
Existe un sellado en las juntas de prelosa y prelosa	0	5
Existen filtraciones de agua originado por fisuras o grietas	5	0
Existen picados originado por una post colocacion de instalacion en las diferentes prelosas	5	0
En el proceso de instalacion observo algunas deficiencias en el izaje de las prelosas	2	3
El sistema de apuntalamiento de las prelosas fue correcto	5	0

*Figura 48: Resultado de la observación en campo. Fuente: Elaboración propia*

De esta manera se refleja mediante esta guía de observación que el post vaciado de las prelosas presenta observaciones de calidad, las cuales fueron evaluadas por el área de correspondiente del proveedor y sus resultados fueron los siguientes:

- 1) Las micro fisuras en la superficie caravista de las Prelosas poseen anchos que no superan el valor de 0.41 mm y con las condiciones a las que están expuesta no ameritan intervención.
- 2) Las micro fisuras apreciadas en la losa de techo, teniendo en cuenta su trazo y sus anchos, son típicas en estos elementos.
- 3) En base a lo expuesto podemos decir que esas micro fisuras son de carácter estético mas no estructural. Estas pueden ser tratadas con un perfilado y sellado simple usando pegamento cerámico o mantener el sellado que se ha estado realizando, quedando a elección del constructor.

- 4) Es importante no cambiar el uso de los ambientes, ya que se podría incrementar las cargas y generar fuerzas para las cuales la estructura no ha sido diseñado. Esto incluye tabiquería de albañilería con trazos distintos a los indicados en el plano de arquitectura.

#### 4.2.7.1 Control y seguimiento post instalación de prefabricados

Cumplimiento de controles y requerimientos de calidad en base a las observaciones en las prelosas prefabricadas.

- 1) Se identificó que el 30% del total de pre losas instaladas presentaban observaciones por micro fisuras, las cuales fueron intervenidas basadas en el informe técnico de evaluación de fisuras en sótanos del proyecto Up Town 2 reflejada en la **figura 49**.

	<b>INFORME TÉCNICO DE EVALUACIÓN DE FISURAS EN SOTANOS OBRA UPTOWN 2</b>	INF-01-2021-797-CC
		Rev. 01
		Pág. 4 de 6

cualquier otro elemento de concreto vaciado in situ. Siendo las fisuras uno de los síntomas más comunes que pueden sufrir estas estructuras de concreto.

Especialmente en elementos planos, como es el caso de las prelosas, es de esperar que se tengan esfuerzos de tracción por rigores del proceso constructivo y asentamientos produciendo entonces microfisuras longitudinales y transversales.

#### 3.3 Evaluación de fisuras:

Se debe identificar primero su ubicación y extensión de las fisuras, para luego establecer las causas de la fisuración. Así mismo la revisión de los planos, especificaciones y registros de construcción (dossier de calidad), serán de gran ayuda para complementar la información. También se deberá efectuar una investigación y análisis in situ.

Las fisuras se deben reparar solamente si reducen la resistencia, rigidez o durabilidad de la estructura a niveles inaceptables, o si la función de la estructura resulta perjudicada considerablemente.

Para determinar la ubicación y magnitud de la fisuración del concreto se puede realizar mediante observaciones directas e indirectas.

##### 3.3.1 Observación directa e indirecta

Se puede realizar haciendo uso de una tarjeta de comparación con una escala de 0.05 a 1 mm para determinar el ancho y un esquema de la fisura donde se incluya características.

El movimiento de las fisuras se puede monitorear con indicadores de movimiento mecánicos.

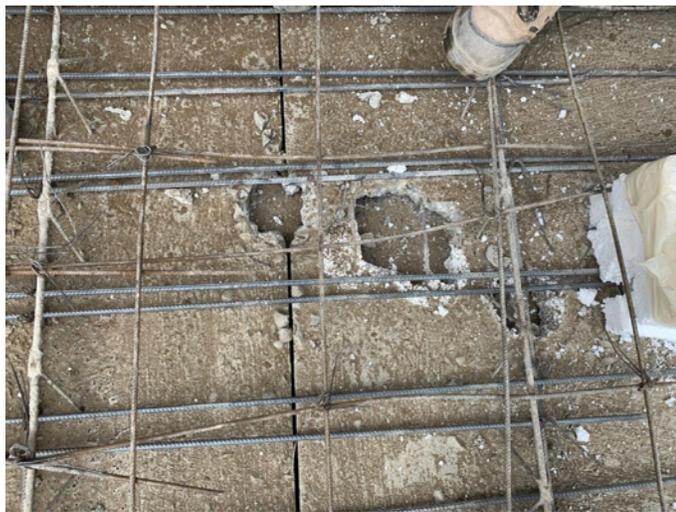
Figura 49: Informe tecnico de fisuras. Fuente: Entrepisos Lima

- 2) Se realizó el proceso de reparación basado en el informe técnico de entre pisos. Esta reparación consistió en una colocación de pegamento cerámico.



*Figura 50: Microfisura reparada. Fuente:Elaboracion Propia*

- 3) Se identificó con registro fotográfico que una de las posibles causas de la presencia de micro fisuras fue el picado de pre losas para la colocación de instalaciones.



*Figura 51: Picado forzado. Fuente:Elaboracion Propia*

- 4) Desde el inicio de la llegada de las prelosas se identificó que el proceso de instalación no se realizó de las formas correctas y a su vez el apuntamiento inadecuado que sumo para generar las presencias posteriores de micro fisuras como se muestra en las figuras 52 y 53.



*Figura 52: Acopio inadecuado. Fuente:Elaboracion Propia*



*Figura 53: Microfisuras por mal apuntamiento. Fuente:Elaboracion Propia*

De lo expuesto se describe que si bien existen micro fisuras en las pre losas colocadas están se encuentran dentro de las tolerancias según lo indicado por el mismo proveedor (entrepisos lima). Además de ello, como se muestra en la figura 49 se repararon parcialmente las micro fisuras identificadas siguiendo las recomendaciones del proveedor. Actualmente el proyecto presenta aun No conformidades vigentes (ver anexo 5) que aún no se reparadas en su totalidad.

#### ***4.2.7.2 Comparativo de reparación de prefabricados vs losa maciza***

Para un sistema convencional donde no se necesita la colocación de prelosas y solo se respeta un encofrado y vaciado, el sistema de revisión es diferente al no convencional, para lo cual con fines de comparación se coloca los factores que sirven para elegir el mejor procedimiento para la reparación de las fisuras en un sistema convencional basándonos en el manual de rehabilitación fisuras en concreto reforzado de la empresa SIKA.

- 1) **Ancho de la fisura:** El ancho de la fisura determina la viscosidad del producto a utilizar, siendo menos viscoso para fisuras pequeñas y más viscoso para las fisuras más anchas. También determina el producto a utilizar; fisuras con anchos de hasta 6 mm pueden inyectarse con resinas de tipo epóxico o acrílico. Para anchos superiores a 6 mm empiezan a ser importantes los materiales cementosos tipo grout.
- 2) **Movimiento de la fisura:** Es necesario determinar si la fisura es activa (tiene movimiento) o es inactiva (sin movimiento). Para las fisuras activas escogemos materiales de inyección que sean flexibles con capacidad de elasticidad limitada y para las fisuras inactivas se pueden escoger resinas rígidas.

- 3) **Condición de humedad en la fisura:** Estas resinas pueden ser de poliuretano expandible o no expandible. También se utilizan resinas acrílicas flexibles y no expandibles en contacto con agua que dan un sello más permanente a la inyección.

De lo expuesto se puede evidenciar que los parámetros para las reparaciones de fisuras de prelosas son diferentes a un sistema no convencional.

#### **4.3 Análisis de la relación entre prelosa prefabricada, costo, tiempo y calidad**

Las diferentes variables de investigación tienen una gran influencia en el desarrollo del proyecto, ya que cada una está relacionada en el resultado final que es la construcción de los sótanos del proyecto Up Town 2. Iniciando con la variable de prelosa prefabricada muestra algunas características que solo los proyectos que los cumplan podrían aplicarse. Así mismo la variable demuestra el cambio de lo convencional hacia lo no convencional aplicado para el proyecto. Por otro lado, se ha demostrado que la aplicación del sistema prefabricado para el proyecto en investigación ha generado una optimización en las diferentes partidas las como son:

- 1) Encofrado.
- 2) Acero estructural.
- 3) Concreto.
- 4) Solaqueo de cielos rasos.
- 5) Mano de obra de las partidas.

Estas partidas vienen derivadas de la variable losas macizas de sótanos, en la dimensión costos, la cual demuestra mediante el análisis de precios unitarios y comparándola con un sistema convencional una optimización del presupuesto contractual cuyo monto es de S/. **20,777.79**, como se muestra en la tabla 4.3.1

Tabla 4.3.1

*Delta del análisis de costos entre losa maciza y prelosa para sótanos en el proyecto Up Town*

Ítem	Descripción	Losas macizas convencional		Losas macizas con prelosas	
		Und	Parcial	Und	Parcial
01.00.00	Estructuras				
01.04.02.12	Losas macizas				
01.04.02.12.01	Concreto para losas macizas f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	315,603.38	m3	277,391.85
01.04.02.12.02	Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m2	160,849.17	m2	109,354.00
01.04.02.12.03	Encofrado y desencofrado altura normal en losas macizas	m2	36,443.69		
01.04.02.12.04	Acero f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> Grado 60	kg	256,781.12	kg	148,235.79
01.04.02.12.05	Curado con aditivo curador	m2	6,533.07		
01.06.00	Partidas complementarias estructuras				
01.06.01.00	Prelosas				
01.06.01.01	Maciza 0.05m Bidireccional 5.06kg/cm <sup>2</sup>			m2	220,451.00
		<b>CD</b>	<b>776,210.43</b>	<b>CD</b>	<b>755,432.64</b>
			<b>Delta</b>		<b>20,777.79</b>

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la dimensión tiempo también se relaciona con nuestras 2 variables ya que hay utilizar un sistema prefabricado en un periodo de tiempo programado para el proyecto, y éste se reduce comparándolo con un sistema convencional. Esto quedó evidenciado con el resultado del SPI menor a 1, que disminuyó las horas hombre del proyecto (mano de obra).

El indicador de productividad (IP) se encuentra por debajo del valor estimado, como se muestra en la tabla 4.3.2 y en capítulo 4.2.2, optimizando las horas hombre en el proyecto. Cabe resaltar que al ser la primera vez que la empresa emplea prelosas se trabajó con rendimientos de losas convencionales para las partidas de encofrado, vaceado de concreto y acero, obtenidos por experiencia y en el caso de las prelosas por rendimientos otorgados por la empresa Entrepisos Lima; este apartado se encuentra especificado en el capítulo 4.2.1.

Tabla 4.3.2

*Comparación IP real y planificada de losas macizas con prelosas*

Descripción	Losas macizas con prelosas						
	Und	Cuadrilla	Rendimiento x día	HH Planificada	HH Reales	IP Planificada	IP real promedio
Concreto para losas macizas $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	0.1Cap + 3Op +2Of + 1Pe	24.00	1906.24	1667.96	2.033	1.779
Encofrado y desencofrado doble altura en losas macizas	m2	0.1Cap + 1Op + 1Of	40.00	4289.14	3582.41	0.800	0.668
Acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ Grado 60	kg	0.2Cap + 1Op + 1Of	450.00	1517.71	1365.94	0.039	0.035
Prelosa Maciza 0.05m Bidireccional $5.06 \text{ kg/cm}^2$	m2	0.1Cap + 1Of + 3Pe	250.00	696.99	675.13	0.130	0.126

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se muestra un desglose de las diferentes partidas con los montos cuantificados de ahorro con un sistema prefabricado.

Tabla 4.3.3

*Costo Beneficio horas hombre con uso de prelosas*

<b>COSTO BENEFICIO HH CON USO DE PRELOSAS</b>						
	HH	S/27.55	S/22.96	S/18.38	S/16.57	HH
ACTIVIDAD	BRECHA	Capataz	Operario	Oficial	Peon	COSTO
	AHORRO					PARCIAL
Encófrado de losa	767.66	0.10	1.00	1.00		
		36.56	365.55	365.55	365.55	S/ 16,501.14
Colocación Prelosas	85.78			1.00	3.00	
				21.45	64.34	S/ 1,460.24
Acero de Losa	246.63	0.20	1.00	1.00		
		22.42	112.10	112.10		S/ 5,268.61
Concreto de horizontales	357.42	0.10	3.00	2.00	1.00	
		5.86	175.78	117.19	58.59	S/ 7,322.13
<b>COSTO BENEFICIO HH</b>						<b>S/30,552.11</b>

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la dimensión calidad se relaciona con todas las demás variables ya que, si bien se ha demostrado que se generó una optimización en tiempo y costo, estas se reflejan en el resultado final post vaciado.

Para lo cual las reparaciones originan sobrecostos asociados a la contratista que tendrá que asumir por incumplir las indicaciones del proveedor del sistema prefabricado. Sin embargo, estos costos representan un monto menor comparando el tiempo y costo generados como presupuesto meta.

Complementando la relación de variables, se detalla el resultado de las encuestas realizadas al personal de obra (oficina técnica, producción, supervisión y planeamiento) donde destaca cada punto de vista relacionado a nuestras variables de investigación.

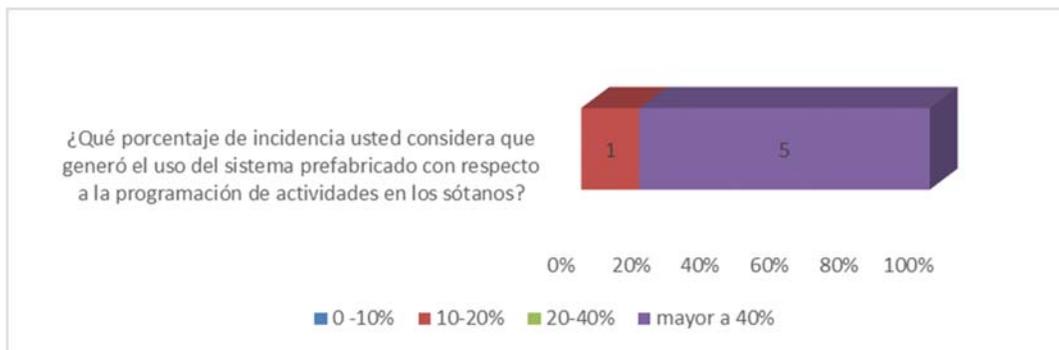


Figura 54: Resultado encuesta – ítem 1. Fuente: Elaboración propia



Figura 55: Resultado encuesta – ítem 2. Fuente: Elaboración propia

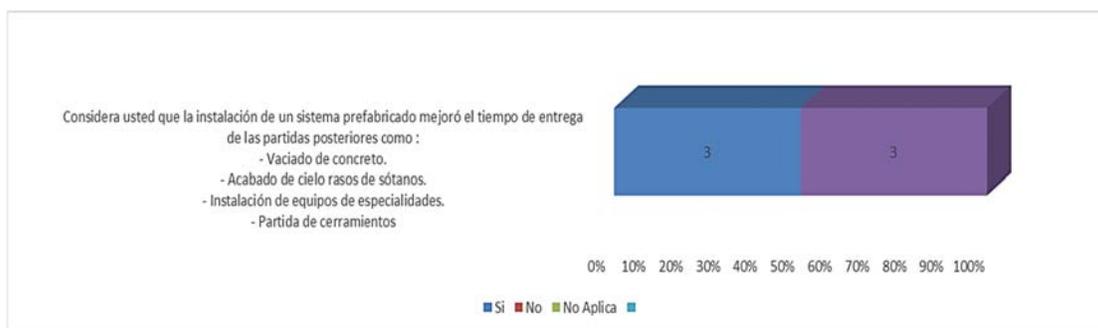


Figura 56: Resultado encuesta – ítem 3. Fuente: Elaboración propia



Figura 57: Resultado encuesta – ítem 4. Fuente: Elaboración propia.

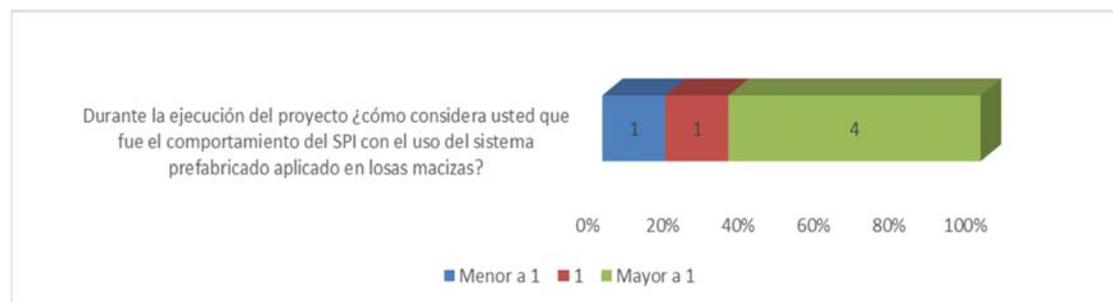


Figura 58: Resultado encuesta – ítem 5. Fuente: Elaboración propia.



Figura 59: Resultado encuesta – ítem 6. Fuente: Elaboración propia



Figura 60: Resultado encuesta – ítem 7. Fuente: Elaboración propia



Figura 61: Resultado encuesta – ítem 8. Fuente: Elaboración propia

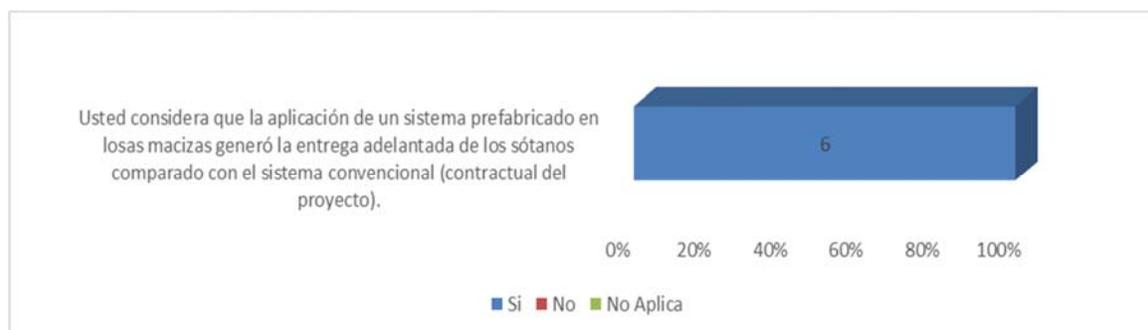


Figura 62: Resultado encuesta – ítem 9. Fuente: Elaboración propia

De las **figuras 54-62** mostrados anteriormente, que representan las diversas opiniones de los involucrados en el proyecto se puede inferir:

- a. De las 6 personas encuestadas el 90% señalo que existe un gran porcentaje de incidencia en el uso de las prelosas con el cronograma de obra.
- b. El 100% de los encuestados señalo un ahorro en tiempo del cronograma de obra con la ejecución de las prelosas.
- c. Con respecto a la productividad existió diversos puntos de vista, 04 personas indicaron que la productividad mejoro en un rango de 20% a 60%, una persona que mejoro un 80% y solo una persona indico que la productividad estaba en un rango de 10% a 20%.
- d. Con respecto al SPI, cuatro personas indicaron que uso del sistema prefabricado genero un resultado mayor 1.
- e. Con respecto a las especialidades las 06 personas encuestadas coincidieron que la instalación de especialidades genero problemas al sistema prefabricado.
- f. El 100% de encuestados indica que la utilización de un sistema prefabricado genera un ahorro de mano de obra para el proyecto.

#### **4.4.1 Sostenibilidad y seguridad del proyecto en el tiempo**

En referencia a la sostenibilidad el proyecto Up Town 2 inicialmente mantenía un diseño estructural de losas macizas en dos direcciones, sin embargo, por cambios en el desarrollo del proyecto se aprobó el cambio al uso de elementos prefabricados para la construcción de los sótanos del proyecto.

Cabe señalar que el impacto al medio ambiente que iba a realizarse el proyecto Up Town 2 considerando un vaciado in situ es mucho mayor respecto a los elementos prefabricados de concreto. Además de ello la generación de retrabajos, malas prácticas por parte del personal obrero, que incrementa el consumo de energía no renovable, desperdicios de materiales y finalmente la contaminación por la eliminación de desmonte, etc.

Por otro lado, tenemos el uso de elementos prefabricados cuyo rango generado por desperdicios está en un valor de 0.03% y que demuestra que se acerca a un resultado óptimo de cero desperdicios que contribuye a ser un proyecto sostenible porque no ha generado muchos desperdicios con la implementación de pre losas prefabricadas.

En consecuencia, el uso de un sistema prefabricado comparándolo con un sistema tradicional muestra a continuación algunos beneficios de uso:

- a) En contraposición al proceso de construcción tradicional, el acarreo, izaje, encofrado y vaciado en obra produce menor ruido y molestias en los vecinos colindantes, como también menor cantidad de polvo por lo cual se reduce la contaminación que generan dichos trabajos.

- b) El acero de refuerzo para izaje no es desperdiciado como generalmente ocurre con las mermas en un sistema tradicional, sino más bien son reutilizados para el izaje de otros materiales.
- c) Al emplear losas prefabricadas que son empleadas como gran porcentaje de encofrado de fondo, se reducen los desperdicios que se generarían en un sistema convencional (maderas cortadas, alambres, paneles de encofrado metálico dañados, etc.)
- d) Al emplear elementos prefabricados, que son industrializados, se reduce un porcentaje de energía durante su producción, ya que los fabricantes optimizan los costos.
- e) Al emplearse elementos prefabricados se reducen los desperdicios del agua durante su construcción a comparación del sistema tradicional donde no se tiene una conciencia / política de conservación de este recurso.

Referente al riesgo de seguridad en el tiempo para el proyecto se puede destacar que se presentaron diversos errores y no existía un control de calidad constante que pueda evitar daños como micro fisuras y agrietamiento por mala instalación. A continuación, se muestra las **figuras 63, 64 y 65** que muestran posibles causas de riesgo a un tiempo determinado.



*Figura 63: Filtración de agua. Fuente: Elaboración propia*



*Figuras 64 y 65: Agritamiento y segregación. Fuente: Elaboración propia*

En base a las imágenes mostradas estas observaciones representan un % de riesgo para el proyecto si es que no se reparan de acuerdo a lo indicado por el proveedor respectivo. Además de ello el no sellado de las juntas puede generar filtración de agua hacia los sótanos,

lo que puede originar oxidación de los aceros de la prelosas y finalmente originar un agrietamiento severo si es que no se identifica y se repara en los tiempos pertinentes.

Finalmente, de lo mencionado el proyecto Up Town 2 es un proyecto que por diversos cambios genero muchas optimizaciones con respecto a la sostenibilidad con el uso de materiales para el caso de estudio, sin embargo, la probabilidad de riesgo que puede generar el uso de prefabricado considerando las observaciones mostradas, puede señalar anticipadamente que el proyecto mostrara deficiencias en un horizonte de no más de 2 años.

#### ***4.4.2 Factores críticos de la implementación del proyecto***

Para la implementación del proyecto multifamiliar Up Town 2 con el uso de prefabricados (prelosas) se realizó un check list de caracterizas para determinar si el proyecto se encontraba preparado para contar con el uso de prelosas prefabricadas. Sin embargo, dentro de la implementación existen factores críticos que marcan un hito importante para el comportamiento de las prelosas las cuales se detallan a continuación:

- 1) El uso constante de la torre grúa: Para la instalación de las prelosas prefabricadas el uso de la Torre grúa marca un factor determinante para el avance del proyecto, ya que, de no contar con una buena programación de instalación, esta puede afectar el desarrollo de las demás partidas que dependen también del uso de la Torre Grúa para cumplir con programación.
- 2) Proceso de Izaje de Prelosas: Como se ha indicado anteriormente, el izaje incorrecto por personal no capacitado de las prelosas prefabricadas ocasiona sobrecostos por

reparaciones, presencia de filtraciones de aguas y en peores casos daños estructurales posteriores.

- 3) Picados no autorizados pre y post vaciado: Frecuentemente los subcontratistas cometen errores de instalación de redes eléctricas o sanitarias, los cuales originan que se necesite aplicar un picado a la prelosa ante del vaciado e incluso después de haber realizado el vaciado. Es muy importante contar con el área correspondiente que verifique que todos los pases de instalaciones se realicen en el instante de fabricación de las prelosas.
- 4) Sobrecostos por reparación: Una de los principales costos generados dentro del proyecto son por las reparaciones de las fisuras o grietas que se originan posteriormente de la instalación del sistema prefabricado. Cabe mencionar que, al generar una reparación defectuosa, esta no solo podría afectar en un costo mucho mayor si no que podría afectar la durabilidad del proyecto.
- 5) Etapa de diseño: Dentro de esta etapa del proyecto se pueden analizar los costos y tiempos asociados con el uso del sistema prefabricado, de tal manera no solo su aplicación para losas macizas si no su uso para otros sistemas que den un beneficio costo para el proyecto.

## CAPÍTULO V: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### 5.1 Propósito

De acuerdo a lo descrito a lo largo de nuestra investigación se ha podido evidenciar la influencia del uso de sistema prefabricado aplicado en losas macizas en sótanos, para lo cual se propone generar un área de capacitaciones donde se realicen charlas de lecciones aprendidas de las ventajas y desventajas del uso de pre losas prefabricadas a los diferentes profesionales involucrados en la gestión del diseño de proyecto; brindando y analizando la información en relación a los costos, tiempo y calidad, con la finalidad que desde la etapa de diseño se pueda proyectar los mejores resultados desde las experiencias obtenidas y que permitan obtener un presupuesto y un cronograma óptimos en futuros proyectos de la empresa.

### 5.2 Actividades

Las actividades que se realizarían serían las siguientes:

1. Modificar la estructura organizacional de la empresa, anexando al área de proyectos una sub área de capacitaciones, generando unas horas a la semana para capacitaciones y asesoría en el uso de sistemas prefabricados. El objetivo de esta sub área de capacitaciones que se denominara área de Calidad de control de proyectos es generar una revisión de estado de avance de los diferentes proyectos que cuenta la empresa y verificar el cumplimiento de calidad a nivel total, desde la etapa más temprana(diseño) hasta la etapa de cierre del proyecto. En la siguiente

imagen se muestra un formato de control de capacitaciones, cuya finalidad es de tener un control y registro del personal que llevara las diferentes capacitaciones en las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 4.6

*Formato de registro de asistencia*

ESCUELA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ		REGISTRO DE ASISTENCIA					MCC-VP-002-FR02 Ver. 02 Fecha 28/04/2021 Pag. 1 de 2		
N° DE REGISTRO		EMPRESA		RUC		DOMICILIO		ACTIVIDAD ECONOMICA	
AREA / OBRA		AREA DE TRABAJO		LUGAR DE REUNIÓN		NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR		CARGO	
EMPRESA		RUC		DOMICILIO		EMPRESA		FIRMA	
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL REGISTRO		CARGO		EMPRESA		FIRMA		TIPO DE CHARLA	
TEMAS GENERALES TRATADOS		N° DE TRABAJADORES EN CENTRO LABORAL		CALIDAD		RECURSO		MODO DE PARTICIPACION	
				FECHA Y HORA (INICIO)		FECHA Y HORA (TERMINO)		TOTAL DE HORAS	
N°	APELLIDO PATERNO, APELLIDO MATERNO, NOMBRE	DNI	CARGO/SPECIALIDAD	AREA	EMPRESA	FIRMA	OBSERVACIONES		
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									
11.									
12.									
13.									
14.									
15.									
16.									
17.									
18.									
19.									
20.									
21.									
22.									
23.									
24.									
25.									
26.									
27.									
28.									
29.									

Fuente: Elaboración propia

2. Implementar un sistema de gestión de la información observada en el desarrollo del proyecto que resalte el proceso constructivo desde el inicio de la colocación del sistema prefabricado hasta la entrega de las partidas. El objetivo de la implementación del sistema de gestión es no solo recopilar la información de los diferentes proyectos de la empresa, si no generar las lecciones aprendidas de cada una.

Se busca implementar un control mensual de cada proyecto donde identifique los riesgos, problemas, cuestiones y lecciones aprendidas de los proyectos, cuya finalidad es compartir estos formatos con los diferentes jefes de proyecto de cada área para poder tomar aviso anticipado de errores o soluciones que se presentaron en los diferentes proyectos y que estos se puedan evitar y lograr una entrega de producto más eficiente.

De esta manera se pueda alimentar de información y tener un consolidado de lecciones aprendidas que no solo benefician a los proyectos ya en ejecución sino también a los proyectos que se encuentran en etapa más temprana, como los proyectos de diseño, que son esenciales ya que generalmente los clientes deciden optimizar los presupuestos de obra y las lecciones aprendidas tienen un concepto de las actividades que funcionaron y las que no generaron sobrecostos.

3. Generar la programación de consultoría a los diferentes proyectos inmobiliarios en etapa de diseño para exponer el comportamiento a nivel de instalación, costos, tiempo de ejecución y post colocación de pre losas prefabricadas aplicada para proyectos multifamiliares.

La finalidad de este punto es compartir la información recopilada de los diferentes proyectos y generar capacitaciones ya no solo a nivel interno de la empresa si no a otras empresas que requieran el servicio de consultoría. De esta manera se puede buscar clientes o empresas constructoras que necesiten la experiencia de otra empresa, que brinden la capacitación del uso del sistema prefabricado a nivel de beneficio en tiempo, costo y calidad.

De esta manera generar una programación de consultorías a proyectos inmobiliarios que no solo tengan un beneficio económico, sino que también genere un posicionamiento de la empresa consultora en el mercado. Así mismo la consultoría abarcará las ventajas y desventajas que puede generar la utilización del sistema prefabricado y sobre todo la sugerencia de incluirla en el presupuesto definitivo de obra.

4. Capacitación al área de oficina técnica de obra de los beneficios del uso del sistema prefabricado. Como se ha podido evidenciar en la presente investigación se ha expuesto a nivel de tiempo, costo y calidad los beneficios que conlleva utilizar un sistema prefabricado comparándolo con un sistema convencional. De esta manera se capacitará el área de oficina técnica el procedimiento óptimo para colocar el sistema prefabricado y que genere beneficios al proyecto y no sobrecostos.

Por lo tanto, se programarán diversas reuniones con los equipos de trabajo designados para exponer los beneficios a nivel de optimización de partidas, como

por ejemplo el beneficio de eliminación de tarrajeo en cielos rasos, menos utilización de encofrado y menor costos en los vaciados de concreto. Estas capacitaciones brindaran al área de oficina técnica las herramientas necesarias para seleccionar el material adecuado para la ejecución del proyecto y que no genere mayores sobrecostos para la constructora y el cliente.

5. Capacitación al área de producción de los beneficios y brindar la asesoría del sistema prefabricado con respecto al tiempo de ejecución de un sistema convencional. Esta capacitación tiene como objetivo traer beneficios en función al cronograma de obra general, ya que mayormente los proyectos cuentan con cronogramas muy ajustados y ocasionalmente las holguras que se manejan terminan siendo ceros por los diferentes problemas que se presentan a lo largo del proyecto.

Sin embargo, el beneficio que se desea es demostrar al área de producción mediante las exposiciones, que utilizar el sistema prefabricado no solo generará un ahorro en costo del proyecto, sino que también optimizará el tiempo de obra, generando la producción anticipada de otras partidas que dependen de las partidas de sistema prefabricado.

De esta manera se podrá lograr holguras que permitan controlar la variabilidad del tiempo frente a riesgos no identificados, que permitan entregas más tempranas de hitos contractuales.

6. Capacitación al área de calidad con respecto a las observaciones que puede conllevar la post colocación de las pre losas prefabricadas según el manual de tolerancias de acabados. Dichas capacitaciones tienen como finalidad exponer el uso del sistema prefabricado y los sobrecostos que estos pueden generar sino son instalados de manera adecuada, ya que a ser un elemento prefabricado este puede generar fisuras, las cuales deberán ser reparadas y por consecuencia incurrir en un costo adicional no contemplado.

Por lo tanto, es importante capacitar a personal que supervisará la instalación de los sistemas prefabricados y que controlará la presencia de fisuras en las mismas. El objetivo de estas capacitaciones son brindar las herramientas necesarias a los equipos de supervisión de calidad para detectar y evitar errores comunes al momento de la instalación de los sistemas prefabricados y que el ahorro por el uso del mismo no sea superado por el sobrecosto de reparaciones en el proyecto.

7. Implementar el sistema de lecciones aprendidas, para futuros proyectos. Como evidenciado anteriormente, la implementación de formatos de control mensual en los proyectos, tiene como objetivos recopilar la información de los mismos y ser sumados a la experiencia que maneja la consultora para poder realizar capacitaciones de experiencias obtenidas en los proyectos utilizando elementos prefabricados.

De esta manera se puede evitar riesgos potenciales, ya que no todos los proyectos de construcción están preparados para implementarse un sistema prefabricado,

debido a que cada uno cuenta con características individuales por su ubicación, área, herramientas y diseño.

Finalmente, el objetivo de utilizar las lecciones aprendidas como base de exposición es no solo tener un consolidado de las mismas, sino que pueden brindar soluciones si estas se utilizan de manera más oportuna; evitando sobrecostos, pérdidas de tiempo y un entregable que beneficie al usuario final.

Así mismo estas lecciones establecerán lineamientos estándares para futuros proyectos y que estos en función a los requerimientos del cliente se adecuen en beneficio del proyecto. Mostramos un formato de llenado de lecciones aprendidas.

Tabla 4.7  
*Análisis de lección aprendida*

Análisis de lección				
¿Qué cuestión se presentó?	¿Qué originó ésta cuestión?	¿Qué consecuencia generó la cuestión al proyecto?	¿Cómo se dio solución a ésta cuestión?	¿Cuál fue la Lección Aprendida?

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Cronograma de ejecución

Detalle de la ejecución de las actividades

Tabla 5.3  
*Cronograma de ejecución de la propuesta.*

Actividades	Uptown 2						Proyecto 2																							
	Semestre 1						Semestre 2						Semestre 3						Semestre 4											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
1. Modificar la estructura organizacional de la empresa, anexando una sub área de capacitaciones al área de proyectos.																														
2. Implementar un sistema de gestión de la información.																														
3. Generar la programación de consultoría a los diferentes proyectos inmobiliarios en etapa de diseño																														
4. Capacitación al área de oficina técnica de los beneficios y brindar la asesoría en el uso del sistema prefabricado.																														
5. Capacitación al área de producción de los beneficios y brindar la asesoría del sistema prefabricado con respecto al tiempo de ejecución																														
6. Capacitación al área de calidad con respecto a las observaciones que puede con llevar la post colocación de las pre losas prefabricadas.																														
7. Implementar el sistema de lecciones aprendidas, para futuros proyectos																														

Fuente: Elaboración propia

### 5.4 Análisis costo beneficio

Se cuantificó el costo total por la implementación del sistema prefabricado para futuros proyectos, colocando los costos necesarios para su fin. Analizándose en un periodo estimado de 4 semestres en etapa de casco, donde se analizará el beneficio de la implementación de la sub área de capitaciones.

Tabla 5.4  
Costo de actividades.

Actividades	Recursos			Costos
1. Modificar la estructura organizacional de la empresa, anexando una sub área de capacitaciones al área de proyectos.	- Generación de organigrama, asignación de recursos y presupuesto de la empresa			S/ 0.00
2. Implementar un sistema de gestión de la información.	- Supervisor de proyectos	195 hh	25 Sol./hh	S/ 4,875.00
	- Supervisor de campo	195 hh	22 Sol./hh	S/ 4,290.00
3. Generar la programación de consultoría a los diferentes proyectos inmobiliarios en etapa de diseño	- Supervisor de proyectos	56 hh	25 Sol./hh	S/ 1,400.00
4. Capacitación al área de oficina técnica de los beneficios y brindar la asesoría en el uso del sistema prefabricado.	- Supervisor de proyectos	167 hh	25 Sol./hh	S/ 4,175.00
	- Supervisor de campo	167 hh	22 Sol./hh	S/ 3,674.00
5. Capacitación al área de producción de los beneficios y brindar la asesoría del sistema prefabricado con respecto al tiempo de ejecución	- Supervisor de proyectos	167 hh	25 Sol./hh	S/ 4,175.00
	- Supervisor de campo	167 hh	22 Sol./hh	S/ 3,674.00
6. Capacitación al área de calidad con respecto a las observaciones que puede con llevar la post colocación de las pre losas prefabricadas.	- Supervisor de proyectos	167 hh	25 Sol./hh	S/ 4,175.00
	- Supervisor de campo	167 hh	22 Sol./hh	S/ 3,674.00
7. Implementar el sistema de lecciones aprendidas, para futuros proyectos	- Supervisor de proyectos	112 hh	25 Sol./hh	S/ 2,800.00
	- Supervisor de campo	112 hh	22 Sol./hh	S/ 2,464.00
Total				S/ 39,376.00

Fuente: Elaboración propia

Costo de Reparacion de Microfisuras	Und	Costo S/.	Parcial
Cepillo o escobilla metálica	25	S/ 15.00	S/ 375.00
Estopa (waype)	20	S/ 15.00	S/ 300.00
Plancha para resanar	40	S/ 30.00	S/ 1,200.00
Brocha o rodillo.	20	S/ 10.00	S/ 200.00
Cemento	30	S/ 19.00	S/ 570.00
Grout aditivo	40	S/ 70.00	S/ 2,800.00
Herramientas		S/ 900.00	S/ 900.00
Mano de obra ( Peon + oficial + Maestro)		S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
			<b>S/ 8,845.00</b>

Figura 66: Costo de reparación de fisuras – Proyecto Up Town 2. Fuente:

Elaboración propia

Sumando la diferencia entre el costo de losa maciza y prelosa del proyecto Up Town (tabla 4.5) y horas hombre (tabla 4.6) se tiene  $20,777.79 + 30,552.11 = 51,329.9$  nuevos soles.

Se consigno reducir los costos de la partida de reparaciones de fisuras de la **figura 66**, obteniendo  $51,329.9 - 8,845.00 = 42,484.9$  nuevos soles.

Descripcion	Und	Cantidad	Soles	Soles
<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>865,356.89</b>
<b>CONCRETO ARMADO</b>				
<b>Losas Macizas 20cm</b>				
Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1,220.98	295.89	361,271.35
Encofrado y desencofrado Losa Maciza (doble altura)	m <sup>2</sup>	5,361.43	41.74	223,812.10
Encofrado y desencofrado Losa Maciza (altura simple)	m <sup>2</sup>			
Acero $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	73,369.63	3.82	280,273.44
<b>ARQUITECTURA</b>				<b>75,060.02</b>
<b>REVOQUES Y TARRAJEOS</b>				
Solaqueado en Cielo Raso	m <sup>2</sup>	5,361.43	14.00	75,060.02
Sellado de juntas	m <sup>2</sup>			
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>940,416.91</b>

*Figura 67:* Costo directo partida losa macisa – Proyecto 2. Fuente: Elaboración propia

Descripcion	Und	Cantidad	Soles	Soles
<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>534,981.64</b>
<b>CONCRETO ARMADO</b>				
<b>Losas Macizas 20cm</b>				
Concreto f'c=210 kg/cm <sup>3</sup>	m3	937.49	295.89	277,391.85
Encofrado y desencofrado Losa Maciza (doble altura)	m2	5,361.43	20.40	109,354.00
Encofrado y desencofrado Losa Maciza (altura simple)	m2		-	
Acero fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	38,804.98	3.82	148,235.79
<b>PARTIDAS COMPLEMENTARIAS</b>				
<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>352,671.42</b>
<b>PRELOSA MACIZA</b>	m2			-
Abacos		666.40	198.41	132,220.42
Prelosa macisa 20 cm		4,008.20	55.00	220,451.00
<b>ARQUITECTURA</b>				<b>21,035.70</b>
<b>REVOQUES Y TARRAJEOS</b>				
Solaqueado en Cielo Raso	m2			
Sellado de juntas	m2	4,674.60	4.50	21,035.70
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>908,688.76</b>

*Figura 68: Costo directo partida prelosas – Proyecto 2. Fuente: Elaboración propia*

Considerando un presupuesto para en el proyecto 2, que deberá tener las mismas características que el proyecto Up Town 2 en la etapa de losas macizas, como se observa en la **figura 67** y comparándolo con el uso de las prelosas de la **figura 68** se tiene una diferencia de  $940,416.91 - 908,688.76 = 31,728.15$  nuevos soles.

Por lo tanto, el costo beneficio obtenido es  $42,484.9 + 31,728.15 = 74,213.05$  nuevos soles.

Asumiendo el costo de las actividades como valor actual (39,376.00 nuevos soles), llevándolo a valor futuro, considerando un periodo de 20 meses y una tasa de interés de 15% anual se obtiene como valor futuro estimado 49,704.38 nuevos soles, obteniendo un costo – beneficio de  $74,213.05 - 49,704.38 = 24,508.67$  nuevos soles.

## CONCLUSIONES

PRIMERA. - Se puede concluir de la presente investigación que el uso de un sistema prefabricado aplicado en losas macizas del proyecto multifamiliar Up Town 2, generó una optimización en las partidas del presupuesto, así mismo generó un aumento de la producción en la construcción de los sótanos, sin embargo, se identificó algunas deficiencias en el resultado de la calidad post colocación de las prelosas, las cuales requirieron un proceso de reparación. (general)

SEGUNDA. - La investigación ha demostrado que el presupuesto de obra del proyecto generó una optimización de costo en sus partidas, al generar el cambio de un sistema tradicional (concreto armado) por el sistema no convencional de prelosas prefabricadas. De esta manera según lo evidenciado en el comparativo de precios unitarios de las diferentes partidas involucradas entre los dos sistemas, se demuestra que al utilizar un sistema prefabricado el proyecto no solo genera un ahorro de costos en concreto y acero, sino que también genera un ahorro en las partidas de cielo rasos. En el análisis comparativo se ha identificado un ahorro de S/. 42,484.9 con diferencia de utilizar un sistema tradicional, cabe resaltar que esto es un 5.43% del presupuesto inicial, si bien no es mucha la diferencia y podría estar considerada como variabilidad del proyecto, es importante recalcar que optimizó los tiempos de producción, representado un ahorro con respecto a las partidas de concreto armado y derivados, sin embargo, se presentaron sobrecostos por la deficiencia de la mano de obra durante las instalaciones, montaje y la mala práctica de generar picados para las especialidades.

TERCERA. - Referente a la influencia del sistema prefabricado al tiempo de ejecución, se ha demostrado que el uso de prelosas para el proyecto multifamiliar Up Town 2 generó un 17% de ahorro en el tiempo de construcción de los sótanos, comparándolo con un sistema tradicional. De lo descrito, se ha demostrado mediante los índices de productividad y los análisis de desempeño del cronograma, que el uso del sistema prefabricado aumentó la producción de vaciados y por consecuencia se obtuvo una entrega anticipada de los sótanos del proyecto, de igual manera se ha demostrado un mejor rendimiento en las partidas de acero, encofrado, concreto y mano de obra en general, la cantidad de horas hombre optimizadas son 1457.49 hh respecto al sistema tradicional.

CUARTA. - Con referencia a la calidad después de la implementación de un sistema prefabricado en losas macizas se puede destacar que el resultado puede variar de acuerdo al procedimiento de izaje, montaje y colocación de instalaciones de especialidades. Se ha demostrado que las prelosas presentan deficiencias tanto filtraciones de agua por micro fisuras como también grietas, que son resultado de picados forzados. Así mismo, también se destaca que el uso de losas prefabricadas influye en el costo de reparación post colocación debido a los diferentes errores que se presenta desde su instalación y a las horas hombre que se necesita para su reparación.

## RECOMENDACIONES

PRIMERA. - Se deberá programar capacitaciones al personal de obra encargado del izaje e instalación de los elementos prefabricados, sobre los correctos procesos para el montaje de las prelosas ya que una mala maniobra origina grietas o fisuras. De esta manera se logrará generar menor cantidad de reparaciones. También se recomienda realizar capacitaciones de lecciones aprendidas del proyecto, como de otros similares a todas las partes involucradas (cliente, proyectista, contratista, etc.) en una etapa preliminar de diseño, la cual determinará qué tan beneficioso será utilizar un sistema prefabricado, ya que las características del proyecto o bien pueden generar optimizaciones en el presupuesto, como también pérdidas por sobrecostos de implementación.

SEGUNDA. - Se recomienda que para evitar sobrecostos, planificar las ubicaciones de los diferentes pases de instalaciones en las prelosas antes de la fabricación de cada una de ellas, de esta manera se logrará evitar la generación de picados forzados después de los vaciados de la losa, sin embargo con la implementación de la sub área de calidad se podrían hacer modulaciones tempranamente con los planos compatibilizados y así evitar modificaciones en obra que deberán ser resanadas y que incurran en un sobrecosto.

TERCERA. - En la etapa de licitación de los proyectos se recomienda realizar el comparativo de un sistema convencional y un sistema prefabricados para evaluar los puntos favorables y desfavorables. Esto obedece a que en la investigación presento un cambio de sistema en el desarrollo del proyecto, por consecuencia hubo retrasos en el avance, de esta manera se optó por un cambio en el proceso constructivo generando

optimizaciones en algunas partidas. Sin embargo, estas optimizaciones pudieron tener un mayor impacto si se hubiera planificado previamente en la etapa de diseño.

CUARTA. - Se recomienda realizar una identificación de las diversas, grietas, fisuras o micro fisuras que presente las pre losas ya ejecutadas. De esta manera se podrá diferenciar el procedimiento de reparación para cada elemento. Así mismo, con la programación de capacitaciones se brindarán las herramientas necesarias para poder anticipar el control y tratamiento de las fisuras.

## RECOMENDACIONES ADICIONALES

1. Es recomendable el uso de prelosas en proyectos como estacionamientos, centros comerciales y oficinas, sin embargo, para edificaciones multifamiliares las pequeñas fisuras que se presentan en las losas reducen la calidad del acabado en los cielos rasos e incrementan los costos de revoques y/o pintura.
2. Se recomienda promover talleres de capacitación de implementación de nuevas tecnologías para el proceso constructivo de futuros proyectos. De esta manera se afianza la mejora continua de la organización, logrando generar un valor agregado que mejore el perfil competitivo de la empresa dentro del mercado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo Láinez, C., & Duarte Rodríguez, J. (2010). *Aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales para la construcción de viviendas multifamiliares de cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador*. Universidad de El Salvador.

Aime Arroyo, L. B. M. (2015). *Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales*. Universidad Nacional de Ingeniería.

ANDECE. (2019). Estructuras prefabricadas de hormigón. *Guías Técnicas ANDECE, 1*, 1–65.

Antialón Barrera, N. (2014). *Influencia de los costos y tiempos en la producción de vigas cabezales utilizando el sistema constructivo tradicional y el de prefabricados, Lima 2014*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Aurelio, A., Anco, P., Castillo, J., & Sanchez, J. (2014). Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo. *Sinergia e Innovación, 2*(2), 1–29.

Barriga Hinostroza, A., & Rodríguez Luján, J. (2017). *Propuesta de diseño de un módulo de vivienda de bajo costo utilizando muros de concretos prefabricados en Trujillo* Universidad Privada Antenor Orrego.

Betondecken. (2016). *Sistema de pre losas Betoncken*.

Castañeda Briceño, C. (2017). *Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la*

*productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra-Lima-2017*. Universidad César Vallejo.

Chang, M. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular*. Universidad Católica del Perú.

Chávez Ramirez, M., Gastelu Zegarra, K., & Vicente Gutierrez, T. (2016). *Propuesta de sistema de construcción prefabricados para viviendas masivas*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Construye, P. (2019). Nuevo centro comercial Puruchuco. *Perú Construye*, 62(128), 10–19.

Díaz, M. M. (2016). Evaluación económica de obras con prefabricados. *Revista Noticiero*, 133, 22–27. <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/febrero2016/ingenieria.pdf>

Elematic. (2017). *Soluciones Inteligentes para la producción de prefabricados de concreto*.

Espinoza Manchego, I., & Guerra Soria, F. (2018). *Análisis comparativo de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares*. Universidad San Martín de Porres.

FIC, Fondo nacional de formación profesional de la industria de la construcción. (1986). *Construcción y colocación de elementos prefabricados en hormigón*.

Flores Alvarado, J. (2014). *Análisis comparativo de losa aligerada sistemas: convencional, vigueras prefabricadas firth y pre losas*. Universidad Nacional de

Ingeniería.

Guerra Hernández, E. (2004). *Prefabricados de concreto en la industria de la construcción*. Instituto tecnológico de la construcción.

Instituto del Cemento y Hormigón de Chile. (2018). Prefabricación en Chile. *Hormigón Al Día*, 70, 1–44.

Inzunza Monzón, S. (2009). *Industrialización en la construcción de viviendas*. Universidad Autónoma de México.

Izquierdo Chombo, J. (2016). *Optimización de la gestión del tiempo en la etapa de casco estructural en un edificio multifamiliar utilizando el método de línea de balance*. Universidad San Martín de Porres.

Liébana Ramos, M., & Álvarez Cabal, R. (2017). Patología en estructuras resueltas con elementos prefabricados de hormigón. *Hormigón y Acero*, 70(287), 31–46.

Lopez Vidal, A. (2015). La construcción con prefabricados de concreto: Una historia por escribir. *Noticreto*, 133, 42–49.

Novas Cabrera, J. (2010). *Sistemas Constructivos Prefabricados Aplicables a La Construcción De Edificaciones En Países En Desarrollo*. Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos.

Percca Ragas, A. (2015). *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto “ Tottus Guipor .”* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Perdomo, V., & Ruocco, F. (2015). *Análisis de Sistemas Aplicados a Vivienda*.

Rivera Granados, P. (2017). *Análisis comparativo del sistema prefabricado de losas aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016*. Universidad Peruana Los Andes.

UNE. (2019). Prefabricados de cemento y hormigón. *La Referencia Del Compliance Tributario*, 11, 12–14.

Yucra Rodas, R. (2015). *Aplicación de Lego de Concreto en la Construcción de Viaductos de Trenes : Caso de Estudio Tren Electrico de Lima*. Universidad Nacional San Cristobla de Huamanga.

## ANEXOS

## Anexo 1: Instrumento 1 – Check List de verificación de sistemas prefabricados.

 <b>Escuela de Postgrado</b> Universidad Tecnológica del Perú	<b>FORMATO DE CHECK LIST DE VERIFICACIÓN</b>			Código: F-CHECKLIST	
	VARIABLE: SISTEMA PREFABRICADOS			Rev: 01 Fecha: 21/12/2020	
				Página : 1 de 1	
PROYECTO	:	UPTOWN 2 - SAN MIGUEL			Registro N°: _____
CLIENTE	:	PORTAL SANTA CLARA			Fecha: _____
ITO	:	PROYECTA INGENIEROS CIVILES SAC			
CONTRATISTA	:	DEGPRO SAC			
<b>DATOS DE ENTREVISTADO</b>					
APELLIDOS Y NOMBRES	:	_____			
CARGO	:	_____			
EMPRESA	:	_____			
<b>PREGUNTAS</b>		<b>RESPUESTAS</b>			<b>COMENTARIOS</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>	
1.	El proyecto cuenta un diseño estructural apto para el uso de un sistema prefabricados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	El proyecto cuenta con un sistema de izaje de materiales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	El personal de obra, se encuentra capacitado para la instalación de prelosas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	El sistema de apuntalamiento es el adecuado para el uso de prefabricados en losas macizas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	¿Se ha compatibilizado las diferentes especialidades con los planos de sistemas prefabricados en losas macizas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	La geometría y área del proyecto son regulares para modulación de paneles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	Existe supervisión durante el proceso constructivo del proyecto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>LEYENDA:</b> NA NO APLICA					
<b>LLENADO POR:</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>			
NOMBRE:	_____	D:	_____		
FIRMA:	_____	M:	_____		
	_____	A:	_____		
ENTREVISTADO					

## Anexo 2: Instrumento 2 – entrevista estructurada para optimización del presupuesto.

		<b>FORMATO DE ENTREVISTA ESTRUCTURADA</b> VARIABLE: OPTIMIZACIÓN DEL PRESUPUESTO		Código: F-ENT Rev: 01 Fecha: 21/2/2020 Página : 1 de 1
PROYECTO : UPTOWN 2 - SAN MIGUEL CLIENTE : PORTAL SANTA CLARA ÍTMO : PROYECTA INGENIEROS CIVILES SAC CONTRATISTA : DEGPRO SAC				Registro N°: _____ Fecha: _____
<b>DATOS DE ENTREVISTADO</b> APELLIDOS Y NOMBRES : _____ CARGO : _____ EMPRESA : _____				
<b>PREGUNTAS</b>		<b>RESPUESTAS</b>		<b>COMENTARIOS</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>			
1.	Considera usted que el sistema constructivo actual es el óptimo para el desarrollo del sector construcción.			
2.	Cuántos tipos de proyectos, en el que usted ha participado, utilizaron sistemas prefabricados en losas.			
3.	Considera usted que el uso del sistema prefabricado disminuye los costos del presupuesto de obra.			
4.	Qué optimizaciones considera usted que se pueden generar con la aplicación de un sistema prefabricados en losas macizas.			
5.	Que beneficios considera usted mas resaltantes en la colocación de un sistema prefabricado con respecto al presupuesto de obra.			
6.	Considera usted que el uso del sistema prefabricado influye en la mejora del rendimiento de la partida de armado de losa maciza.			
7.	En caso de haber utilizado sistemas prefabricados, considera usted que el uso de dichos sistemas generará un mayor ahorro en los diferentes presupuesto de obra.			
8.	Considera usted que existen pérdidas económicas asociadas al uso de un sistema prefabricado de losas macizas.			
9.	Considera usted que para el uso de sistemas fabricados se necesitan mayores recursos para su instalación y/o montaje.			
10.	Considera usted que el uso de sistemas fabricados generan menores costos que el uso de un sistema convencional.			
<b>LLENADO POR:</b> NOMBRE: _____ D: _____ FIRMA: _____ M: _____ _____ A: _____ ENTREVISTADO		<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____		

### Anexo 3: Instrumento 3 – Formato de encuesta para optimización del tiempo.

		<b>FORMATO DE ENCUESTA</b> VARIABLE: OPTIMIZACION DEL TIEMPO				Código: F-ENC Rev: 01 Fecha: 21/12/2020 Página : 1 de 1
PROYECTO	: UPTOWN 2 - SAN MIGUEL					Registro N°: _____
CLIENTE	: PORTAL SANTA CLARA					Fecha: _____
ITO	: PROYECTA INGENIEROS CIVILES SAC					
CONTRATISTA	: DEGPRO SAC					
<b>DATOS DE ENTREVISTADO</b>						
APELLIDOS Y NOMBRES	:	_____				
CARGO	:	_____				
EMPRESA	:	_____				
PREGUNTAS		RESPUESTAS				COMENTARIOS
ITEM	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	
1.	¿Qué porcentaje de incidencia usted considera que generó el uso del sistema prefabricado con respecto a la programación de actividades en los sótanos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		0 - 10%	10-20%	20-40%	Mayor a 40%	
2.	Considera usted en su experiencia en obras, que el sistema prefabricado utilizado en el proyecto generó ahorro de tiempo en la entrega del casco de obra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Si	No	No aplica		
3.	Considera usted que la instalación de un sistema prefabricado mejoró el tiempo de entrega de las partidas posteriores como : - Vaciado de concreto. - Acabado de cielo rasos de sótanos. - Instalación de equipos de especialidades. - Partida de cerramientos con tabiquería.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Si	No	No aplica	Más de una	
4.	Si usted considera que mejoró la productividad con el uso del sistema prefabricado aplicado en losas macizas, ¿qué porcentaje colocaría?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	
5.	Durante la ejecución del proyecto ¿cómo considera usted que fue el comportamiento del SPI con el uso del sistema prefabricado aplicado en losas macizas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Menor a 1	1	Mayor 1		
6.	Considera usted que el uso de pre losas generó una variación positiva en el desarrollo del cronograma de actividades posteriores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Si	No	No aplica		
7.	Durante la instalación de la pre losas ¿cuál de las siguientes especialidades usted considera que generó problemas durante el proceso constructivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Instalaciones eléctricas	Instalaciones mecánicas	Instalaciones sanitarias	Más de una	
8.	¿Qué partidas usted considera que generó mayor optimización de tiempo con la colocación de las pre losas prefabricadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Encofrado de techo	Vaciado de concreto	Acabados de sótanos	Colocación de acero en losa maciza	
9.	Usted considera que existe mayor optimización en la mano de obra y herramientas cuando se utiliza un sistema prefabricado en losas macizas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Si	No	No aplica		
10.	Usted considera que la aplicación de un sistema prefabricado en losas macizas generó la entrega adelantada de los sótanos comparado con el sistema convencional (contractual del proyecto).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Si	No	No aplica		
<b>LLENADO POR:</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>				
NOMBRE:	_____	D:	_____			
FIRMA:	_____	M:	_____			
	_____	A:	_____			
	ENTREVISTADO					

### Anexo 4: Instrumento 4 – Formato de entrevista con información recogida de obra.

 <b>Escuela de Postgrado</b> <small>Universidad Tecnológica del Perú</small>		<b>FORMATO DE ENTREVISTA ESTRUCTURADA</b> <b>VARIABLE: OPTIMIZACIÓN DEL PRESUPUESTO</b>		Código: F-ENT
<b>PROYECTO</b> : UPTOWN 2 - SAN MIGUEL <b>CLIENTE</b> : PORTAL SANTA CLARA <b>ITO</b> : PROYECTA INGENIEROS CIVILES SAC <b>CONTRATISTA</b> : DEGPRO SAC			Rev: 01 Fecha: 21/12/2020 Página : 1 de 1	
<b>DATOS DE ENTREVISTADO</b> <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b> : Villegas Maria de los Angeles <b>CARGO</b> : Coordinadora de planeamiento <b>EMPRESA</b> : Degpro			Registro N°: _____ Fecha: _____	
PREGUNTAS		RESPUESTAS	COMENTARIOS	
ITEM	DESCRIPCIÓN			
1.	Considera usted que el sistema constructivo actual es el óptimo para el desarrollo del sector construcción.	Si	Considero que el uso de prefabricados aumenta la productividad en la ejecución de obra en plazos y por consiguiente al mejorar la duración de ejecución se presenta disminución en algunos costos asociados	
2.	Cuántos tipos de proyectos, en el que usted ha participado, utilizaron sistemas prefabricados en losas.	4	Proyectos de edificación (residenciales) en su mayoría	
3.	Considera usted que el uso del sistema prefabricado disminuye los costos del presupuesto de obra.	Depende	Si son usados de manera eficiente y se logra disminuir el plazo asociado a los vaciados podría mejorar el costo, sin embargo para estimar esto se debe comparar los costos presupuestados para el sistema tradicional y luego el sistema de prelosas y poder llegar a una conclusión	
4.	Qué optimizaciones considera usted que se pueden generar con la aplicación de un sistema prefabricados en losas macizas.	Plazos	Creo que la mayor optimización es en plazos, sobretudo en amado de losa, si se logra disminuir el plazo esto repercute directamente en el costo y si el acabado es óptimo se pueden ahorrar costos asociados a solaqueo y tarajeo	
5.	Que beneficios considera usted mas resaltantes en la colocación de un sistema prefabricado con respecto al presupuesto de obra.	Disminución de materiales, mano de obra y optimización de plazos		
6.	Considera usted que el uso del sistema prefabricado influye en la mejora del rendimiento de la partida de amado de losa maciza.	Si	Considero que al usar prefabricados, bien sea para losas, o para acero, en general, se puede optimizar el rendimiento si estos son planificados e instalados de la manera concebida	
7.	En caso de haber utilizado sistemas prefabricados, considera usted que el uso de dichos sistemas generará un mayor ahorro en los diferentes presupuesto de obra.	Cuando se hicieron desde una etapa temprana si	He estado en obras donde se han implementado de manera tardía y la curva de aprendizaje genera sobrecostos iniciales	
8.	Considera usted que existen pérdidas económicas asociadas al uso de un sistema prefabricado de losas macizas.	Si el personal no tiene experiencia y no se planifica con anticipación si		
9.	Considera usted que para el uso de sistemas fabricados se necesitan mayores recursos para su instalación y/o montaje.	Mayor planificación y conocimiento del personal asociado		
10.	Considera usted que el uso de sistemas fabricados generan menores costos que el uso de un sistema conercial.	Si son concebidos desde una etapa inicial e instalados con personal de expertise se deberá realizar un comparativo, pero mayormente si presentan menores costos y su implementación genera mayor productividad en obra		
<b>LLENADO POR:</b> NOMBRE: _____ FIRMA: _____ ENTREVISTADO		<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____		

### Anexo 5: No Conformidad emitida a constructora por hallazgos en prelosas

NO CONFORMIDAD				
NOMBRE DEL PROYECTO	UP TOWN II	N°	15	
NOMBRE DEL CLIENTE	CARAL EDIFICACIONES	FECHA DE HALLAZGO	30/07/2020	
ASUNTO	OBSERVACIONES	FECHA DE CIERRE		
HALLAZGO				
DESCRIPCIÓN	Se ha observado distintas fisuras en la losa del nivel 0 de las áreas comunes y microfisuras en los sótanos del proyecto, las cuales se muestran en las imágenes. Se solicita se presente el procedimiento de reparación de fisuras y grietas (en caso se presente en el futuro)			
CAUSA PROBABLE	Probablemente no se curo de manera correcta la losa			
PRODUCTO NO CONFORME DETECTADO DURANTE	<input type="checkbox"/>	La inspección de los productos o servicios	ÁREA DE LOCALIZACIÓN	Piso 1 (Áreas comunes)/ Sotanos
	<input checked="" type="checkbox"/>	La inspección de los trabajos realizados	EJES	
	<input type="checkbox"/>	La revisión de los planos y especificaciones técnicas	COMPONENTE AFECTADO	Losa de concreto
	<input type="checkbox"/>	Otros	ESPECIALIDAD	Estructuras
FOGRAFIA, ESQUEMA O PLANO				
ACCIÓN CORRECTIVA				
TRATAMIENTO DEL PRODUCTO NO CONFORME	<input type="checkbox"/>	Aceptar sin reparación	ACLARACIÓN	
	<input type="checkbox"/>	Rechazar		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Reparar		
	<input type="checkbox"/>	Reclasificar		
RESPONSABLE DE LEVANTAR LA N.C		RESPONSABLE DE SUPERVISAR LA N.C		
NOMBRE		NOMBRE	Nestor Silva	
CARGO		CARGO	Coordinador de Estructuras	
EMPRESA		EMPRESA	PROYECTA	
<small>copyright PROYECTA Ingenieros Civiles SAC  <a href="http://www.proyecta.net.pe/">http://www.proyecta.net.pe/</a> </small>				