

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



IMPACTO EN EL PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN EN LIMA PRODUCTO DEL ESTADO DE EMERGENCIA POR EL CORONAVIRUS COVID 19

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de BACHILLERA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA CIVIL.

AUTORAS:

Vania Lorena Carhuamaca Llatas

Sofía Sabina Torres Quijano

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA CIVIL.

AUTORES:

Harold Aarón Arones Ortega

Robert Edson Vargas Gómez

Juan Gabriel Pérez Vasquez

ASESOR:

Carlos Raúl Hoyos Vértiz

Lima, Diciembre, 2020

RESUMEN

La pandemia del COVID-19 es un fenómeno que está afectando la salud y la economía de muchos países, de los cuales el Perú no se encuentra exento. En este sentido, uno de los sectores económicos más perjudicados es el de la construcción, especialmente en lo que respecta a los proyectos de vivienda multifamiliar, los cuales abundan actualmente en el país. Dada esta situación, el Estado a través del Ministerio de Salud establece una serie de lineamientos y consideraciones de manera que los proyectos inmobiliarios presenten sus protocolos sanitarios para el control y prevención de contagio del coronavirus SARS-COV 2. La implementación de estos protocolos presenta un nuevo reto tanto para las empresas encargadas de los proyectos, las cuales deben estudiar y establecer un nuevo sistema sanitario en obra que cumpla con los requisitos para el reinicio de trabajos, como para los trabajadores, quienes deben realizar sus labores en un nuevo ambiente laboral caracterizado por la adición de elementos de seguridad y mayores restricciones en la realización de los trabajos. La presente investigación analiza cómo se han visto afectado el rendimiento, plazo y costo del proyecto dado este nuevo contexto y establece una serie de recomendaciones a tomar en cuenta para futuros proyectos que se deseen emprender durante el estado de emergencia sanitario, como también algunas medidas preventivas a considerar en caso pueda presentarse otra pandemia en el futuro.

Índice

1. Generalidades	6
1.1. Introducción.....	6
1.2. Justificación.....	6
1.3. Alcance	7
1.4. Objetivos.....	7
1.5. Metodología.....	7
2. Revisión de Literatura	9
2.1. Alcances.....	9
2.2. Impacto en el sector de la construcción alrededor del mundo.....	14
2.3. Impacto en el sector de la construcción en el Perú.....	16
3. Desarrollo de la investigación	18
3.1. Factores que afectan al rendimiento, plazo y costo del proyecto.....	18
3.2. Análisis del impacto en el rendimiento de mano de obra.....	20
3.2.1. Partidas proyectas para el análisis	21
3.2.2. Rendimiento de mano de obra previo a la pandemia COVID-19.....	23
3.2.3. Rendimiento de mano de obra durante el estado de emergencia por COVID-19.....	24
3.3. Análisis del impacto en el plazo del proyecto	25
3.4. Análisis del impacto en el costo del proyecto.....	28
3.4.1. Costo agregado durante la cuarentena	28
3.4.2. Costo agregado para la reactivación del proyecto.....	29
3.4.3. Costo agregado después de la reactivación de los trabajos.....	31
4. Conclusiones y recomendaciones	33
4.1. Comparación del rendimiento de la mano de obra	33
4.2. Comparación en el plazo del proyecto.....	36
4.3. Comparación en el costo del proyecto.....	37
5. Referencias bibliográficas	41

Índice de figuras

Figura 1: Productividad en Estados Unidos 1964 – 2012	9
Figura 2: Instalación de aceros en techo	21
Figura 3: Instalación de encofrado de techo	22
Figura 4: Vaciado de concreto en techo	22
Figura 5: Programación maestra	25
Figura 6: Etapa de paralización e implementación de protocolos.....	26
Figura 7: Etapa de bajo rendimiento al reinicio de obra	27
Figura 8: Etapa de adaptación y restablecimiento del rendimiento.....	27
Figura 9: Etapa de acabados y ampliación de plazo total.....	28
Figura 10: Representación porcentual del rendimiento de acero de techos.....	34
Figura 11: Representación porcentual del rendimiento de encofrado y desencofrado de techos	34
Figura 12: Representación porcentual del rendimiento de vaciado de concreto.....	35
Figura 13: Cronograma general del proyecto Ávida	37

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de la eficiencia en la productividad.....	11
Tabla 2: APU de acero de techo del proyecto AVIDA previo a la pandemia.....	26
Tabla 3: APU de encofrado y desencofrado de techo del proyecto AVIDA previo a la pandemia	26
Tabla 4: APU de concreto premezclado de techo del proyecto AVIDA previo a la pandemia	26
Tabla 5: APU de acero de techo del proyecto AVIDA durante el estado de emergencia	27
Tabla 6: APU de encofrado y desencofrado de techo del proyecto AVIDA durante el estado de emergencia	27
Tabla 7: APU de concreto premezclado de techo del proyecto AVIDA durante el estado de emergencia	27
Tabla 8: Reporte soluflex del proyecto Ávida	29
Tabla 9: Frecuencia de limpieza y desinfección en las áreas del proyecto	29
Tabla 10: Implementos de limpieza para el lavado y desinfección en obra	30
Tabla 11: Equipos de protección personal adicionales debido al estado de emergencia	30
Tabla 12: Presupuesto general con respecto a los implementos adicionales por la pandemia	31
Tabla 13: Reporte de gastos en sueldos de trabajadores	32
Tabla 14: Presupuesto de gastos generales de los contratistas.....	33
Tabla 15: Resumen comparativo de rendimientos	33
Tabla 16: Presupuesto general de casco del proyecto	38
Tabla 17: Comparación de acabados con otros proyectos	38
Tabla 18: Presupuesto estimado de acabados finos y gruesos	39
Tabla 19: Presupuesto por servicios de alquiler y pago de herramientas.....	39
Tabla 20: Presupuesto con adicionales manejados en obra	40
Tabla 21: Listado final de costos agregados	40
Tabla 22: Cuadro comparativo de la partida de acabados civiles	41

1. Generalidades

1.1. Introducción

De acuerdo a las cifras del INEI, el sector construcción representa aproximadamente el 6% del PBI del Perú. Además, según detalla Luis Felipe Quiroz, presidente del Gremio de Construcción e Ingeniería, se conoce que existen alrededor de 23,700 empresas constructoras en cual trabajan cerca de 234,629 trabajadores. Estos indicadores reflejan la importancia de este sector y de su reactivación en la economía del país.

Por ello, en este contexto de emergencia sanitaria, y con la finalidad de reactivar la economía del país, se ha dispuesto el reinicio de la ejecución de obras públicas y privadas con protocolos y medidas sanitarias estrictas para prevenir el contagio del COVID-19. Esto representa un gran reto para los contratistas de obra, pues deberán enfocar sus esfuerzos tanto en la calidad técnica de los proyectos de construcción como también en evitar que se produzcan contagios entre los trabajadores.

El cumplimiento de estas disposiciones puede presentar un impacto en los plazos de ejecución en que estas obras podrán ser culminadas y en los costos presupuestales que tendrá que asumir el estado y las empresas privadas, por lo que se considera relevante su estudio a fin de que los encargados de estos proyectos de edificación evalúen medidas para reducir dichos impactos.

1.2. Justificación

El presente trabajo de investigación descriptiva desea poner en manifiesto los cambios implementados tanto en los plazos de ejecución como en los costos presupuestales de un proyecto de vivienda multifamiliar durante el estado de emergencia por COVID-19.

Teniendo en cuenta los lineamientos que deben cumplir las obras de construcción civil para su reinicio de labores, todos los cambios que se implementarán a futuro con estos protocolos podrían provocar un cambio en la productividad de los trabajadores y tiempo de ejecución de obra. Por ello, se cree importante evaluar las nuevas medidas que se han implementado para la reincorporación de este rubro y como esto afecta en el presupuesto y plazo de un proyecto en ejecución y poder tomar medidas preventivas a esta problemática.

1.3. Alcance

La investigación se enfocará principalmente al análisis de edificaciones de vivienda multifamiliares, en los aspectos que refiere al plazo, costo y rendimientos dentro del proceso constructivo y como se han visto afectados debido a los protocolos de reinicio de obra debido a la pandemia del COVID-19, pudiendo ser aplicable de manera semejante a otros proyectos de similar envergadura.

1.4. Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto en el presupuesto y en el plazo de ejecución de un proyecto de edificación multifamiliar en Lima, producto del estado de emergencia por el coronavirus COVID-19.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Evaluar el impacto sobre el plazo de obra de un proyecto que paralizó su ejecución producto de la emergencia sanitaria por el COVID19.
- Evaluar las nuevas medidas que se están implementando y que tanto afecta a la productividad y al presupuesto ya establecido antes de la pandemia.
- Evaluar los recursos materiales y las condiciones de trabajo que se encuentran relacionados directamente con el aumento del costo directo.

1.5. Metodología

Dado el contexto actual que se vive en el país por la pandemia, el Ministerio de Salud decretó una resolución ministerial la cual establece los lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID-19. El cumplimiento de los protocolos que establece este documento genera cambios importantes en las condiciones de trabajo y adicionales al plazo y costo del proyecto. En este sentido, se establece el siguiente plan de trabajo:

- **Recopilación de la información.**

Inicialmente, se realizó la revisión de la literatura respecto al análisis de los rendimientos, plazos y costos de proyectos de construcción civil, como también de

los impactos en el sector de la construcción tanto en el Perú como alrededor del mundo.

Además, se solicitó a la empresa encargada del proyecto a analizar los cronogramas, presupuestos y el protocolo para el plan de vigilancia que cumple con los lineamientos establecidos por el MINSA.

- **Identificación de los factores que afectan al rendimiento, plazo y costo del proyecto.**

A través de la información obtenida del proyecto, se identificará de manera cualitativa los efectos adversos que generan la aplicación de los lineamientos del plan de vigilancia en el rendimiento, plazo y costo del proyecto, describiendo previamente los puntos que debe cumplir la obra en cada uno de dichos lineamientos.

- **Análisis de los impactos en el rendimiento.**

En este procedimiento, se contabilizará la cantidad de trabajadores por cuadrilla la cual se ve restringida por el aforo reducido. Luego, se analizará la variación de las horas hombre que conforman cada partida y la productividad de los trabajadores en estas.

- **Análisis de los impactos en el plazo.**

Para este proceso, se realizará una comparación en el tiempo requerido para realizar una determinada actividad producto de la variación en el rendimiento. Además, se evaluarán las modificaciones realizadas en el tren de actividades, como también los tiempos de entrega de los materiales. Finalmente, se analizará de manera gráfica el plan maestro de la obra antes y después de la pandemia para determinar la ampliación de plazo total del proyecto.

- **Análisis de los impactos en el costo.**

Finalmente, en este procedimiento se evaluarán los presupuestos adicionales para la reactivación de la obra y los costos debido a la paralización y ampliación de plazo del proyecto. Además, se analizará la variación de los gastos generales y utilidades. Por último, se estudiarán las modificaciones en las valorizaciones para los futuros contratos.

2. Revisión de Literatura

2.1. Alcances

De acuerdo a Pons (2019), los proyectos y obras de construcción tienen un margen entre el 55 y 60% de fiabilidad respecto a la finalización de tareas planificadas, es decir, si se tiene un tiempo estimado de una semana para realizar una cantidad de trabajos, dado ese plazo se termina poco más de la mitad. Además, a través del libro de Lean Construction y la planificación colectiva, se puede afirmar que en estos años se observa que la productividad de la construcción es baja comparada con la industria manufacturera.

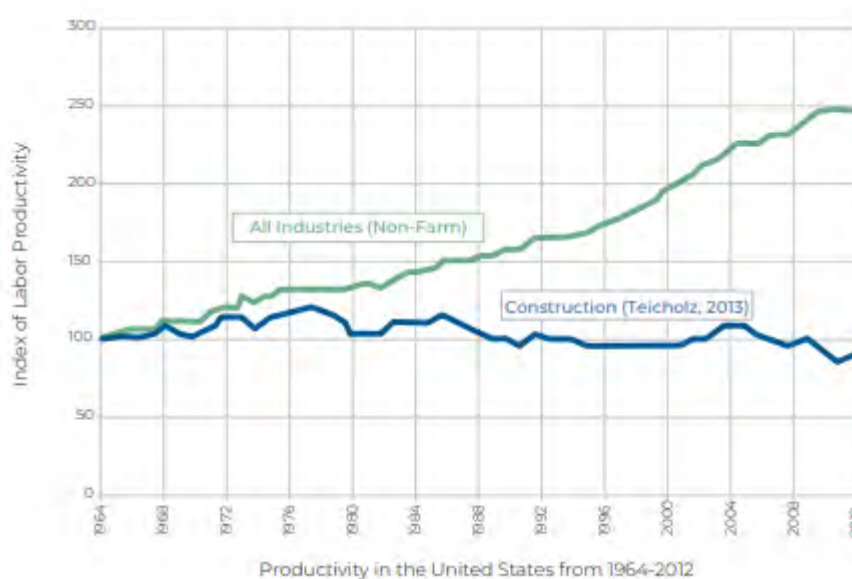


Figura 01. Productividad en Estados Unidos 1964 – 2012

Fuente: Estudio llevado a cabo por Paul Teicholz, Paul Goodrum y Carl Haos

Dada la coyuntura actual que vive el país, esta situación será más agravante. De acuerdo a un estudio realizado en CAPECO (2020), los riesgos principales a tener en cuenta son los siguientes:

- Tener un rendimiento menor debido a la nueva manera de trabajo.
- El aforo y la flexibilidad en los horarios de cada proyecto.
- La ralentización del avance generará mayores plazos de obras que traerán mayores gastos generales.
- Posibles paralizaciones de obra debido a infectados o una nueva cuarentena.
- Interrelación entre los protocolos de las distintas industrias para reducir los contagios.
- Desconocimiento sobre la asunción de los sobrecostos de las nuevas disposiciones.

- Manejo contractual por falta de procedimiento de la actual coyuntura. Los contratos no se están preparados para este tipo de escenario.

Estas medidas afectaran en tres principales rasgos de la planificación de una obra: rendimiento, plazos y costos. En este sentido, se considera importante detallar los conceptos que abarcan cada uno de estos puntos.

- **Rendimiento**

Se define rendimiento como el tiempo que demora u obrero o cuadrilla para ejecutar completamente un trabajo designado. Este va de la mano del avance de ejecución de un proyecto. De acuerdo a estudios realizado por Consuegra (2006), el rendimiento se puede cuantificar experimentalmente a través de mediciones realizadas en obra y está sujeto las condiciones de cada empleado.

Para el cálculo de estos valores, la Cámara Peruana de los Constructores ofrece un estándar de rendimientos promedios. Sin embargo, para valores más reales, se podría realizar una investigación descriptiva. Tal es el caso de Maya y Revilla (2011), en el cual su investigación se centró en medir en campo con la mayor precisión posible la cantidad de horas hombres necesarios para la ejecución de cada actividad. Como resultados obtuvieron rendimientos que analizaron estadísticamente para obtener un valor confiable para las partidas a desarrollar, tales como excavación en tierra a mano para asiento de fundaciones, zanjas u otro, hasta profundidades comprendidas entre 0.00 y 1.50m obtienen un rendimiento de 7.98 m³/día, la partida compactación de rellenos con apisonadores de percusión correspondientes a los asientos de fundaciones, zanjas y otros obtienen un rendimiento de 20.99 m³/día, la partida encofrado de madera tipo recto acabado corriente en columnas determinan un rendimiento de mano de obra de 13.36 m²/día y finalmente la partida construcción de revestimiento interior en paredes con baldosas de cerámica nacional acabado natural determinaron un rendimiento de 16.08 m²/día. Asimismo, encontraron que el día que presentaba menos rendimiento eran los días viernes y lunes y los días con mayor rendimiento son los miércoles.

Adicionalmente, García (2004) afirma que los rendimientos pueden variar porque dependen de seres humanos, y estarán sujetos a varias condiciones, de las cuales se pueden enumerar las más importantes:

- Entorno cultural: Esta condición comprende las costumbres locales según la zona en que se piense trabajar. Es conveniente estar enterados de este punto a fin de evitar un choque con las costumbres admitidas por las personas de estos lugares. En este sentido, se puede afirmar que estas condiciones son determinantes en el estudio de los rendimientos.

- Situación social: Se refiere a las condiciones económicas y sociales en que los trabajadores laboran. Por ejemplo, si la situación económica de un trabajador no es bien remunerada, influirá en sus condiciones de alimentación y evitará que se consigan mejores rendimientos, pues normalmente estas actividades son físicas y agotadoras.

- El clima: Las condiciones del clima hacen variar los rendimientos debido a que condiciona el desempeño físico y la comodidad del trabajador. A modo de ejemplo, en un lugar cálido el trabajo tiende a ser más agotador a comparación de un clima gélido. Este es un factor que se debe tener en cuenta al momento de planificar un proyecto, pues influirá de manera positiva o negativa al momento de la ejecución.

Tiendo en cuenta estos puntos, la eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Tabla 01. Clasificación de la eficiencia en la productividad

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% -100%

Fuente: Estimator's general Construction man hour manual, John S. Page

- **Plazo**

El plazo de un proyecto de construcción civil se encuentra establecido por el tiempo requerido para realizar las actividades que conforman el proceso constructivo desde la habilitación del terreno hasta la entrega final del edificio. Dentro de las alternativas para el análisis de plazos en construcción, una de las más importantes aplicadas en la actualidad es la propuesta por la guía del PMBOK (2013),

a través del área del conocimiento de la gestión del tiempo del proyecto. Esta última contempla una serie de procesos para poder estimar de manera eficiente la duración de cada trabajo y con ello desarrollar un cronograma que cumpla con dichas actividades, las cuales se detallan a continuación:

- **Definir las actividades:** Proceso en el cual se identifican los trabajos necesarios para desarrollar los entregables del proyecto. Estos se componen normalmente de paquetes de trabajo, los cuales se desglosan en actividades específicas para cumplir con dichos paquetes.
- **Secuenciar las actividades:** En este procedimiento se identifican y establecen relaciones entre los trabajos definidos previamente, generando secuencias de actividades.
- **Estimar los recursos de las actividades:** Proceso donde se identifican y se estiman la cantidad de materiales, insumos, equipos y personal necesario para la ejecución de las actividades.
- **Estimar la duración de las actividades:** Proceso en el cual se define de manera aproximada el tiempo requerido para finalizar cada trabajo, el cual depende de los alcances de la actividad, los recursos a emplear y de la programación en donde son utilizados.
- **Desarrollar el cronograma:** Con los tiempos establecidos anteriormente, se analiza el orden que deben seguir los trabajos y las restricciones que puedan existir. De esta manera, se crea un cronograma el cual establece fechas específicas para el inicio y fin de cada una de las actividades.
- **Controlar el cronograma:** En este procedimiento se establecen los métodos para el seguimiento de los avances del proyecto y, a su vez, proponer cambios que mejoren el cronograma base.

Como se infiere del último proceso, durante el proceso constructivo se pueden identificar factores los cuales generan disconformidades con los tiempos proyectados para el desarrollo de las actividades. Según un estudio realizado por Lozano, Patiño, Gómez y Torres (2017) en la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, los principales factores que afectan el factor tiempo en proyectos de construcción son:

- Incumplimiento y problemas en general con subcontratistas.
- Calamidades climáticas.
- Condiciones gubernamentales.
- Cambios en el alcance del contrato por parte del dueño.
- Escasez de trabajadores.
- Mano de obra no calificada.
- Mala planeación y programación por parte del contratista.
- Falta de comunicación entre las diferentes partes involucradas en los proyectos.
- Fluctuaciones de la moneda.
- Cambios en los diseños.
- Conflictos laborales y huelgas.

▪ **Costos**

De acuerdo al instituto superior ECLASS (2010), el costo de desarrollar un proyecto depende de múltiples variables, incluyendo mano de obra, materiales, administración de riesgo, infraestructura, equipo y utilidades. Cuando se contrata a un consultor independiente para un proyecto, el costo será habitualmente determinado por la tarifa de la empresa consultora multiplicada por un estimado del avance del proyecto. El control de costos no es solamente el monitoreo y registro de los costos del proyecto, sino el posterior análisis de los datos para tomar acciones correctivas anticipadamente.

Por otro lado, López de Ortigosa (2010) menciona que en una obra de construcción se debe de conocer el precio unitario de una actividad. Para su cálculo se desarrolla tres conceptos diferentes: el costo directo, el cual debe incluir los tres insumos básicos: mano de obra, materiales, maquinaria y equipo, el costo indirecto, que agrupa todos los gastos necesarios para mantener el progreso del proyecto pero que no interviene directamente en el avance de obra: salario del personal, rentas, supervisión, entre otros.

Otro aspecto importante del estudio mencionado anteriormente en el costo de los proyectos es el análisis del costo unitario de maquinaria y equipo, el cual se inicia por la determinación del costo horario de operaciones de maquinaria a emplear. Para este valor intervienen la depreciación, la inversión, el costo de aseguramiento del bien, el mantenimiento del mismo, los consumos y los cargos que deben realizarse por concepto de operador de dicha maquinaria o equipo. Posteriormente, el costo del

horario calculado se transforma en un costo por unidad en función de la productividad esperada.

Respecto a cambios en los costos evaluados en la etapa de planeación con respecto a lo realmente invertido hasta la etapa de entrega de los proyectos, Lozano (2018) menciona que existen múltiples factores que influyen significativamente. Algunos corresponden a factores relacionados con la organización y gestión interna de los proyectos, y otros a factores relacionados con el entorno sociocultural, es decir, el ámbito económico, tecnológico y político dentro de los cuales las organizaciones operan. En Reino Unido, Yakubu (2010) propone los cinco aspectos más influyentes en el control de tiempos y costos son: cambios en los diseños, riesgos e incertidumbres, inadecuada evaluación de la duración/tiempo del proyecto, complejidad de los trabajos e incumplimiento de los subcontratistas.

En Malasia, Memon (2014) establece que la categoría más significativa de los factores que afectan los costos es la inadecuada gestión de obra del contratista, entre las que se incluyen: mala administración y supervisión de obra, trabajo con subcontratistas poco preparados, retrasos en el cronograma, inadecuada planeación de actividades y horarios, falta de experiencia e inadecuada estimación de tiempos y costos.

Entre otros aspectos, Marzouk (2014) añade algunos factores en los que se encuentran clima, condiciones impuestas por el gobierno, condiciones del sitio de trabajo, pago incumplido a los trabajadores, inconsistencias en el flujo de caja y lentitud en la toma de decisiones.

2.2. Impacto en el sector de la construcción alrededor del mundo.

De acuerdo a Varillas (2015), el sector construcción es uno de los sectores que más trabajo genera, tanto para mano de obra como para las empresas que anhelan crecer y aumentar sus ingresos. Sin embargo, tal como menciona Hook (2020), la velocidad y la fuerza con la que ha golpeado COVID-19 no tiene precedentes, los proyectos se retrasan o cancelan, teniendo en cuenta que estas empresas de ingeniería y construcción están acostumbradas a las recesiones cíclicas. Por otra parte, según Biörck y Sjödin (2020), se evidencia que las obras de construcción en muchos países han cerrado y la mayoría de los sitios que están abiertos se han enfrentado a cadenas de suministro interrumpidas y restricciones operativas. Esta alteración se ha reflejado en los índices financieros: desde febrero, las empresas públicas de ingeniería,

construcción y materiales de construcción (BCE) han caído significativamente más que el promedio.

Por otro lado, según estudios realizados por Schober (2020), estas situaciones provocadas por la pandemia han generado que el Fondo Monetario Internacional (FMI) pronostica que el producto interno bruto (PIB) real se contraerá alrededor del 3% en todo el mundo, creciendo 5.9 puntos porcentuales menos que el crecimiento del 2.9% que vimos en 2019. Además, Sorensen (2020) plantea que la forma en que las empresas de construcción se verán afectadas depende de los segmentos a los que preste servicios y de dónde se encuentre en la cadena de valor.

Así mismo, Hook (2020) en su estudio indica como las empresas de construcción deben de actuar a corto plazo para que se efectúe un pronóstico extenso proyecto por proyecto y obtener apoyo financiero del gobierno. Además, los equipos de administración deben considerar los términos contractuales, la recuperabilidad de las cuentas por cobrar en el cierre de un sitio y las inevitables ineficiencias creadas por el trabajo remoto y las restricciones de distancia en el sitio. A mediano plazo, muchas organizaciones necesitarán renegociar los acuerdos crediticios y obtener nuevos fondos propios. Por ejemplo, en el estudio realizado por Sorensen (2020), identifica que es probable que las grandes empresas con contratos federales experimenten alguna protección, y esa protección podría extenderse en menor grado a las empresas que tienen contratos estatales y locales. Sin embargo, los proyectos encargados por empresas privadas pueden ser más precarios, especialmente si los contratos son con empresas que pueden verse más afectadas por la volatilidad de los mercados y la gravedad del COVID-19.

Según Schober (2020), Alemania será el país más afectado en Europa por el impacto de la crisis de COVID-19 incluso más intensamente que la economía mundial en su conjunto. Según la proyección de primavera del gobierno alemán, la economía de Alemania se contraerá un 6,3% en términos reales en 2020, aproximadamente 6,9 puntos porcentuales menos que la tasa de crecimiento de 2019. Esto generaría que el COVID-19 puede convertirse en la cuarta gran crisis de la industria de la construcción alemana en los últimos 40 años, después del impacto de la segunda crisis del petróleo en la década de 1980.

Por otra parte, Biörck y Sjödin (2020) plantean que se espera que la crisis afecte la oferta y la demanda a largo plazo, lo que resultará en cambios duraderos en los patrones de inversión. Aunque persiste un alto nivel de incertidumbre económica, la investigación del McKinsey Global Institute sugiere que la actividad económica podría volver a la normalidad a principios de 2021, si el virus se contiene en los próximos meses y se promulgan las políticas económicas adecuadas. Sin embargo, los bloqueos a más largo plazo u otras restricciones severas, incluso las intermitentes, podrían resultar en una recesión económica severa y sostenida, y la actividad económica regresará a los niveles del 2019 para el año 2023 como muy pronto.

Adicionalmente, Hook (2020) indica que cuando termine la pandemia, las empresas de construcción se enfrentarán a un mundo nuevo. El mercado cambiará, ya que algunos gobiernos nacionales estarán ansiosos por invertir en infraestructura para reactivar su recuperación, y otros pueden enfrentar nuevas limitaciones de recursos. Las carteras también cambiarán, y los propietarios de proyectos del sector público y privado pondrán un nuevo énfasis en la sostenibilidad y la resiliencia.

Finalmente, Biörck y Sjödin (2020) plantean que las empresas ya están tomando medidas para superar la crisis actual remodelando sus estrategias y procedimientos operativos, lanzando iniciativas ambiciosas para salir más fuertes y estimular un cambio positivo inmediatamente después de la pandemia los cuales serían acelerar el despliegue y la adopción de la digitalización, invertir en la cultura y las habilidades necesarias para operar en la próxima normalidad, construir una torre de control en toda la cartera, reforzar la resiliencia de la cadena de suministro, redistribuir capital y recursos e identificar oportunidades para trasladar el trabajo fuera del sitio.

2.3. Impacto en el sector de la construcción en el Perú

De acuerdo a Licheri (2020), en el Perú el sector construcción, al igual que muchos otros sectores laborales, ha sido detenido por el inicio de la cuarentena debido a la llegada del nuevo coronavirus en nuestro país, generando una reducción de la demanda en diversos rubros a causa del paro de las obras. Además, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020) informó que el día 18 de mayo del presente año, se iniciarían las actividades de las empresas de construcción tras la reactivación de la primera fase económica de nuestro país.

Por otro lado, Yáñez (2020) afirmó que 300 empresas empezarían a operar con la ayuda de 11500 trabajadores, estas actividades serían las relacionadas a acabados, actividades de vital importancia que puedan producir derrumbes si no se realizan lo antes posible. El inicio de las actividades debía ser realizadas bajo los lineamientos brindados por el Ministerio de Salud, siendo los puntos exigidos referidos al cuidado personal y colectivo de la salud de los trabajadores y así poder evitar el contagio del COVID-19 en la obra.

Además, estudios realizados por Delgado (2020), presidente de CESEL, afirman que actualmente el sector construcción aporta 280 000 empleos directos y 1 400 000 empleos directos con un total de 57 579 ingenieros civiles colegiados en CIP, generando que el PBI de la construcción disminuya notablemente durante la cuarentena. En contraste a este último punto, el INEI (2020) anuncia que el PBI de la construcción en el mes de marzo del presente año es mucho menor al PBI global debido al cierre de las obras. A su vez, CAPECO (2020) estima que en el presente año se perderían casi 93 mil empleos del sector construcción, generando una pérdida monetaria de 25 mil millones de soles en total de los proyectos previstos para el año 2020.

Tomando en cuenta otro punto, Macera (2020) menciona que el COVID-19 ha provocado que el sector construcción se vea detenido, siendo las cementeras una de los rubros más afectados, se dice que se ha generado una pérdida de 435 000 toneladas métricas de producción de cemento y 425 000 toneladas en despacho debido a la disminución de demanda. Otro rubro afectado del sector construcción es la actividad inmobiliaria quien depende de la liquidez para las empresas inmobiliarias, ya que dependen de los créditos de hipotecas y el crédito de viviendas sociales.

En un informe realizado por Equilibrium business development consultancy (2020), se menciona algunas de las medidas previstas para la recuperación del Sector Construcción indicando que la reactivación no es solo un avance físico sino también las medidas relacionadas a fomentar nuevos proyectos de construcción y agilización de procesos burocráticos. El Decreto Legislativo 1469 del año 2020 agiliza la obtención de licencias, mientras que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento aumentó el bono familiar habitacional (BFH) otorgadas a las modalidades de adquisición de una nueva vivienda o la construcción de un sitio propio. En este sentido, Yáñez (2020) anunció que el Sector de Vivienda y Construcción invertirá 14 346 millones de soles en 857 de

proyectos en el año 2020 beneficiando así a casi 8.4 millones de peruanos, siendo San Martín la región que más obra tiene por ejecutar, seguido por Cajamarca y Loreto.

Finalmente, Licheri (2020) menciona que la Implementación responsable del “Plan de vigilancia, prevención y control de COVID-19” no debe ser tomado solo como un diseño en papel, si no ser manejado de manera seria por todos los responsables para evitar un nuevo detenimiento de las obras. El reformular planes y ajustar la proyección de ingresos es necesario para la reactivación correcta y adecuada para el Sector de Construcción, teniendo como base el análisis riguroso de los potenciales clientes para evitar proyectos no rentables y disminuir la facturación. La restauración de deudas es otro de los puntos recomendados por Licheri, indicando que los bancos han iniciado el anuncio de las condiciones para el pago de deudas, programas como Reactiva Perú y el Fondo Mype están ayudando al pago de deudas bajo tasas mínimas y en los mejores plazos.

3. Desarrollo de la investigación

La presente investigación tiene como caso de estudio el proyecto multifamiliar AVIDA encargada de la empresa inmobiliaria Edificaciones Inmobiliarias. El proyecto consta de 2 torres de 17 pisos y 5 sótanos, conformado por 82 departamentos cada uno. Poco antes de iniciado el estado de emergencia sanitario, el proyecto se encontraba en la etapa de casco del quinto piso, por lo que se considera apropiado para el estudio que se desea realizar.

3.1. Factores que afectan al rendimiento, plazo y costo del proyecto.

El documento que debe cumplir toda obra para su reinicio de actividades fue establecido por el Ministerio de Salud durante el estado de emergencia. En ese documento se establecen los requisitos que debe cumplir el proyecto, como también los protocolos de bioseguridad para evitar el contagio del COVID-19.

Como primer punto a mencionar, el documento establece los procedimientos que debe cumplir el proyecto inmobiliario antes y durante las labores en obra para la prevención del COVID-19. Inicialmente, se detalla el proceso de limpieza y desinfección, el cual abarca tanto a todos los ambientes de la obra como de los materiales y el personal que llegan a esta. Además, se establece una frecuencia de limpieza para cada ambiente que comprende el proyecto. Por otro lado, se identifica los insumos y materiales de higiene y limpieza necesarios para cumplir con los puntos antes mencionados.

En otro punto, el documento describe de manera detallada los criterios para evaluar la salud de los trabajadores para su ingreso a la obra, como las medidas a tomar de acuerdo a dicha evaluación. Inicialmente, se categoriza a todos los involucrados en el proyecto en grupos de riesgo de contagio. Luego, se identifica en los trabajadores cualquier sintomatología que este asociado al COVID-19 o si han estado expuestos a algún espacio o situación con riesgo de contagio para que estos cumplan con un aislamiento por un espacio de al menos 14 días y, de ser necesario, realizar una prueba de descarte. En caso el resultado de la prueba rápida o serológica sea positiva para COVID-19, se paralizan las actividades laborales del trabajador se realiza un seguimiento médico a distancia cada 24 horas. Una vez que el trabajador supera de manera exitosa el proceso de evaluación, se encontrara apto para reiniciar sus actividades laborales.

Con respecto a las medidas preventivas, las actividades deben planificarse a fin de que durante la jornada laboral se mantenga la distancia de seguridad de 1.50 metros en la entrada, salida y durante la permanencia en la obra. Para cumplir con dicho propósito, se ubicará en el interior de obra las zonas de control previo y desinfección con los implementos necesarios tales como termómetros infrarrojos y alcohol en gel. Además, los trabajadores deben contar de manera obligatoria con la mascarilla durante todo el tiempo de su jornada, el cual debe ser provisto por los responsables de obra, y deben cumplir con el lavado permanente de manos.

Por otro lado, las reuniones de trabajo deben ser de manera virtual para prevenir el contagio, pero de ser necesario las reuniones presenciales, estas deben ser del menor tiempo posible, con la requerida ventilación y respetando las medidas de prevención del contagio como el distanciamiento mínimo de 1 metro requerido entre los invitados y/o trabajadores y de manera que el aforo determinado sea del 50% de la capacidad total.

En otro punto, la visita del personal externo a la obra cuenta con la mayoría de exigencias impuestas antes del inicio de la pandemia, siendo cumplidas por los profesionales encargados de cada proyecto de construcción. El uso de botas punta de acero, lentes de protección, pantalón jean, blusa o camisa manga larga y el casco, son implementos exigidos para el ingreso de personal externo a la obra desde antes de la pandemia, impidiendo el ingreso en caso no se cumpla con el uso de los objetos mencionados.

Finalmente, el trabajo en la sala de ventas debe ser realizado bajo el nivel de riesgo de los puestos de trabajo. En el caso de esta actividad, todo el personal encargado de esta actividad debe de contar con mascarillas quirúrgicas, caretas o protectores faciales y el correcto lavado de manos en todo momento que esta acción sea requerida. Respecto a lo colectivo en la sala de ventas, se requiere que el ambiente debe ser adecuadamente ventilado, lo que conlleva a tener las puertas de la oficina abiertas para evitar el contacto con las manijas de las puertas. Además, las personas externas a la obra deberán cumplir con lo descrito en la parte superior de este documento, caso contrario, se procedería al impedimento de entrada a la sala de ventas.

En base a estos puntos, se pronostica un impacto en el plazo y rendimiento del proyecto debido a que no todo personal que laboraba antes de la pandemia puede volver al trabajo, ya que puede ubicarse en un grupo de riesgo alto. Ello implica un reinicio de obra con menos personal, a la par de un proceso de búsqueda y contratación de nuevo personal para un adecuado avance de las partidas a trabajar. Además, los trabajadores que se encuentren en aislamiento representan una reducción del avance diario en la partida que se encontraban trabajando, requiriendo más días de los que se estableció inicialmente, por lo que el plazo del proyecto se verá ampliado.

Por otro lado, la realización de los trabajos de limpieza, el cual será realizado por los obreros, implica dejar en espera los trabajos contributorios relacionados al avance del proyecto, afectado el rendimiento de las partidas trabajadas. Además, la implementación continua de los materiales e insumos de limpieza es un costo adicional el cual debe contemplarse en el presupuesto del proyecto.

Finalmente, la implementación de los ambientes de control y desinfección ampliara el reinicio de los trabajos en obra. Por otra parte, dada las nuevas condiciones de trabajo, la comodidad del personal se ve alterada, lo cual afecta su productividad. Además, la implementación de estos materiales, como la ampliación de plazo del proyecto, afecta de manera directa al presupuesto.

3.2. Análisis del impacto en el rendimiento de mano de obra

En el presente trabajo de investigación se realizó un análisis del rendimiento de la mano de obra previo y durante el estado de emergencia por el COVID-19. La muestra de la población está conformada por todo el personal que participa en las partidas de acero de

techos, encofrado de techos y concreto de techos en la construcción del proyecto AVIDA de la constructora Edificaciones Inmobiliarias.

Esta muestra ejecuta las actividades en las 3 diferentes áreas de la sectorización y está conformada por 40 trabajadores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Para acero de techos: 4 parejas de fierreros
1 capataz
- Para encofrado de techos: 11 parejas de carpinteros
1 capataz
- Para concreto de techo: 2 operarios albañiles
6 volantes

Todo el personal es dividido en cuadrillas para el trabajo continuo en los tres sectores que fue dividido en cada planta dentro de la etapa de planificación.

3.2.1. Partidas proyectas para el análisis

Partida acero de techos

Se denomina acero de techos a la habilitación e instalación de los aceros corrugados que se encuentran entre las filas de ladrillos, actuando como refuerzo en la construcción. Las dimensiones de estas varillas dependen del diseño de la losa.

Otras varillas colocadas en las losas en sentido transversal y sobre los ladrillos de techo son las varillas de temperatura que tienen un menor diámetro.



Figura 02. Instalación de aceros en techo.
Fuente: Optimiza contratistas.

Unidad de Medida: Kilogramos (kg).

Partida encofrado de techo

Se denomina encofrado de techos a los moldes de madera que permiten obtener las formas y medidas que indiquen los respectivos planos respecto a los techos a ejecutar. Los encofrados son los encargados de soportar las cargas del acero, ladrillo y concreto usado, además de los pesos de las personas, durante el proceso desfraga del concreto hasta que alcance su resistencia.



Figura 03. Instalación de encofrado de techo.
Fuente: Línea Prevención.

Unidad de Medida: Metro cuadrado (m²).

Partida concreto de techos

Se denomina concreto de techos al proceso de vaciado del material conformado por agua, cemento, piedra y arena gruesa. Este proceso debe quedar distribuido de manera uniforme dentro del encofrado, evitando tener zonas vacías con el uso del vibrador.



Figura 04. Vaciado de concreto en techo.
Fuente: Habitissimo.

Unidad de Medida: Metro cubico (m³).

3.2.2. Rendimiento de mano de obra previo a la pandemia COVID-19

El rendimiento está relacionado con el avance en la ejecución de una obra. Se realiza un análisis de las mediciones realizadas en obra frente al desempeño de cada uno de los trabajadores, el cual puede ser afectado por las condiciones de ánimo, situación personal, habilidades, conocimiento, condiciones físicas y ritmo de trabajo. El rendimiento se analizará a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{cantidad total}}{\text{tiempo total trabajado}}$$

Los datos a presentar en las tablas son proyecciones realizadas en campo por los ingenieros de producción de la empresa Edificaciones Inmobiliarias para el proyecto multifamiliar ÁVIDA.

Rendimiento acero de techos previo a la pandemia COVID-19

El rendimiento proyectado para la ejecución por cada cuadrilla para la partida de acero de techo aligerado en cada sector de la obra es de 260 kg/día.

Tabla 02. APU de acero de techo del proyecto AVIDA previo a la pandemia.

02.01.05 LOSA ALIGERADA							
02.01.05.005 ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL FY=4200 KG/CM2							U.M. : kg
Recurso	U.M.	Cuadrilla	Cant.	P.U.	Parcial	Metrado	Presupuestado
1 - MANO DE OBRA							Rendimiento : 260.0000
OFICIAL	hh	1.00	0.0308	16.7300	0.52	3,915.6300	2,036.13
OPERARIO	hh	1.00	0.0308	21.1500	0.65	3,915.6300	2,545.16
1 - MANO DE OBRA					1.17		4,581.29
02.01.05.005 ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL FY=4200 KG/CM2					1.17		4,581.29

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Rendimiento encofrado de techo previo a la pandemia COVID-19

El rendimiento proyectado para la ejecución por cada cuadrilla para la partida de encofrado y desencofrado de techo aligerado en cada sector de la obra es de 30 m²/día.

Tabla 03. APU de encofrado y desencofrado de techo del proyecto AVIDA previo a la pandemia.

02.01.05 LOSA ALIGERADA							
02.01.05.002 ENCOF. Y DESENCOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/VIG. PREFAB.							U.M. : m2
Recurso	U.M.	Cuadrilla	Cant.	P.U.	Parcial	Metrado	Presupuestado
1 - MANO DE OBRA							Rendimiento : 30.0000
AYUDANTE	hh	1.00	0.2667	15.1200	4.03	4,661.5600	18,786.09
DESENCOFADO DE LOSA ALIGERADA	m2	0.00	1.0000	1.0100	1.01	4,661.5600	4,708.18
OPERARIO	hh	1.00	0.2667	21.1500	5.64	4,661.5600	26,291.20
1 - MANO DE OBRA					10.68		49,785.47
02.01.05.002 ENCOF. Y DESENCOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/VIG. PREFAB.					10.68		49,785.47

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Rendimiento concreto de techos previo a la pandemia COVID-19

El rendimiento proyectado para la ejecución por cada cuadrilla para la partida de vaciado de concreto premezclado de techo aligerado en cada sector de la obra es de 80 m³/día.

Tabla 04. APU de concreto premezclado de techo del proyecto AVIDA previo a la pandemia.

02.01.05 LOSA ALIGERADA							
02.01.05.001 CONCRETO PREMEZ. Fc=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS							U.M. : m3
Recurso	U.M.	Cuadrilla	Cant.	P.U.	Parcial	Metrado	Presupuestado
1 - MANO DE OBRA							Rendimiento : 80.0000
AYUDANTE	hh	6.00	0.6000	15.1200	9.07	428.8600	3.889.76
CURADO LOSAS	m3	0.00	1.0000	0.6000	0.60	428.8600	257.32
OFICIAL	hh	1.00	0.1000	16.7300	1.67	428.8600	716.20
OPERARIO	hh	2.00	0.2000	21.1500	4.23	428.8600	1,814.08
1 - MANO DE OBRA					15.57		6,677.36
02.01.05.001 CONCRETO PREMEZ. Fc=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS					15.57		6,677.36

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

3.2.3. Rendimiento de mano de obra durante el estado de emergencia por COVID -19

Rendimiento acero de techos durante el estado de emergencia.

El rendimiento proyectado para la ejecución por cada cuadrilla para la partida de acero de techo aligerado en cada sector de la obra es de 170 kg/día.

Tabla 05. APU de acero de techo del proyecto AVIDA durante el estado de emergencia.

02.01.05 LOSA ALIGERADA							
02.01.05.005 ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL FY=4200 KG/CM2							U.M. : kg
Recurso	U.M.	Cuadrilla	Cant.	P.U.	Parcial	Metrado	Presupuestado
1 - MANO DE OBRA							Rendimiento : 170.0000
OFICIAL	hh	1.00	0.0471	16.7300	0.79	3,915.6300	3,082.75
OPERARIO	hh	1.00	0.0471	21.1500	1.00	3,915.6300	3,897.20
1 - MANO DE OBRA					1.78		6,979.96
02.01.05.005 ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL FY=4200 KG/CM2					1.78		6,979.96

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Rendimiento encofrado de techo durante el estado de emergencia

El rendimiento proyectado para la ejecución por cada cuadrilla para la partida de encofrado y desencofrado de techo aligerado en cada sector de la obra es de 18 m²/día.

Tabla 06. APU de encofrado y desencofrado de techo del proyecto AVIDA durante el estado de emergencia.

02.01.05 LOSA ALIGERADA							
02.01.05.002 ENCOF. Y DESECOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/VIG. PREFAB.							U.M. : m2
Recurso	U.M.	Cuadrilla	Cant.	P.U.	Parcial	Metrado	Presupuestado
1 - MANO DE OBRA							Rendimiento : 18.0000
AYUDANTE	hh	1.00	0.4444	15.1200	6.72	4,661.5600	31,325.68
DESECOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	0.00	0.0000	1.0100	0.00	4,661.5600	0.00
OPERARIO	hh	1.00	0.4444	21.1500	9.40	4,661.5600	43,818.66
1 - MANO DE OBRA					16.12		75,144.35
02.01.05.002 ENCOF. Y DESECOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/VIG. PREFAB.					16.12		75,144.35

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Rendimiento concreto de techos durante el estado de emergencia

El rendimiento proyectado para la ejecución por cada cuadrilla para partida de concreto de techo aligerado en cada sector de la obra es de 60 m³/día.

Tabla 07. APU de concreto premezclado de techo del proyecto AVIDA durante el estado de emergencia.

02.01.05 LOSA ALIGERADA							
02.01.05.001 CONCRETO PREMEZ. Fc=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS							U.M. : m ³
Recurso	U.M.	Cuadrilla	Cant.	P.U.	Parcial	Metrado	Presupuestado
1 - MANO DE OBRA							Rendimiento : 60.0000
AYUDANTE	hh	6.00	0.8000	15.1200	12.10	428.8600	5,187.49
CURADO LOSAS	m ³	0.00	0.0000	0.6000	0.00	428.8600	0.00
OFICIAL	hh	1.00	0.1333	16.7300	2.23	428.8600	956.64
OPERARIO	hh	2.00	0.2667	21.1500	5.64	428.8600	2,418.77
1 - MANO DE OBRA					19.97		8,562.90
02.01.05.001 CONCRETO PREMEZ. Fc=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS					19.97		8,562.90

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

3.3. Análisis del impacto en el plazo del proyecto

Al momento de realizar el planeamiento previo al inicio de los trabajos en obra, uno de los puntos importantes que se proyectan es el plazo de ejecución, el cual determina la fecha de inicio del proyecto, el cronograma de los trabajos en cada partida y la fecha de entrega final. Este proceso puede visualizarse de manera gráfica a través de la planificación maestra, la cual se muestra a continuación:

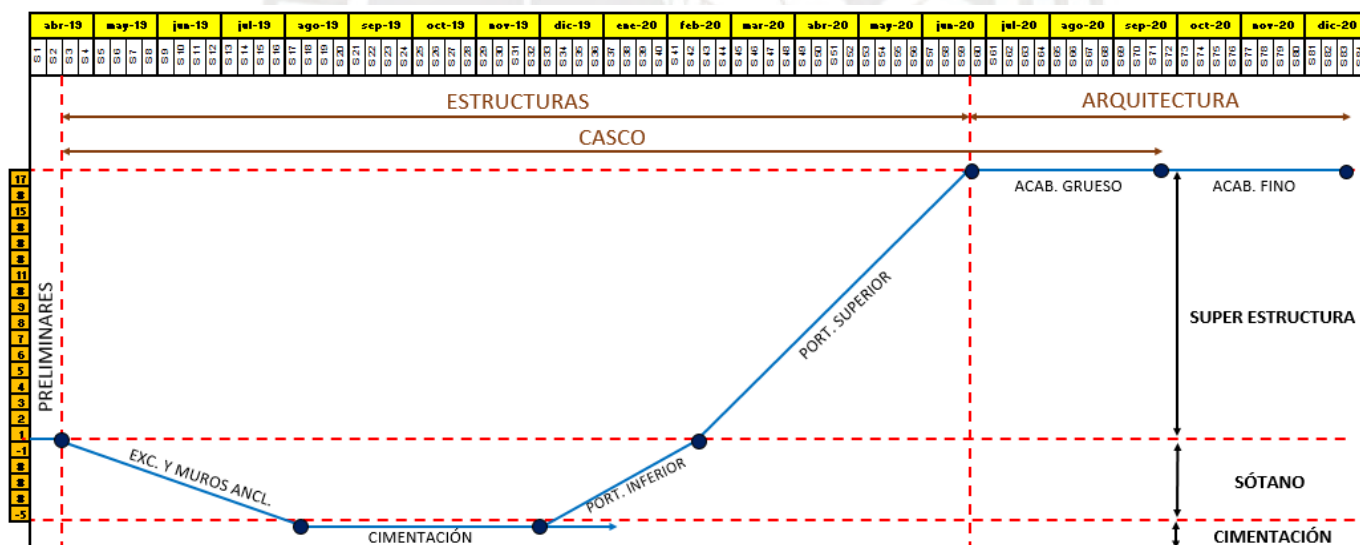


Figura 05. Programación maestra
Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Por efectos de la pandemia, los periodos y plazos del proyecto han pasado por una serie de modificaciones, las cuales se irán detallando de acuerdo a como ha ido cambiando el contexto nacional.

Inicialmente, debido al aumento de casos positivos por COVID-19, el Estado decretó el estado de emergencia e inicio de la cuarentena el 15 de marzo del 2020. Esta

declaratoria obligó que todos los proyectos paralizaran sus actividades mientras se iba evaluando el plan de reactivación económica. Posteriormente, cuando el MINSA estableció los protocolos que deben cumplir las obras, la empresa encargada inicio el proceso de implementación del plan sanitario, el cual tomo el plazo de una semana. Cumplida esta disposición, se presentó el plan de vigilancia, control y prevención del COVID - 19 de acuerdo a los lineamientos del proyecto. Esta última fue aprobada por el Ministerio de Salud a finales de junio del 2020, por lo que se procedió al reinicio de las actividades en obra el 06 de julio del mismo año. Este periodo de inactividad se puede modelar en la gráfica anterior como una línea horizontal la cual culmina en el reinicio de obra, tal como se puede apreciar en la Figura 03 mostrada a continuación:

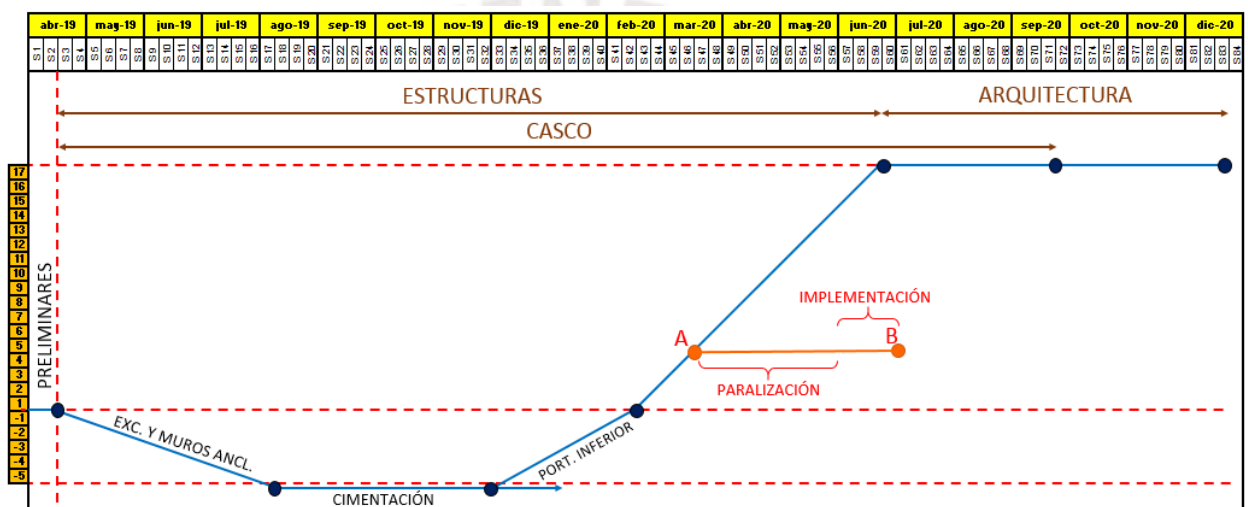


Figura 06. Etapa de paralización e implementación de protocolos.
Fuente: Propia

Una vez se empezaron a realizar las actividades, se dieron una serie de factores que afectó el rendimiento de los trabajadores, principalmente el déficit de trabajadores en las primeras semanas y en nuevo ambiente laboral. Estas dificultades junto a otros puntos han afectado de manera directa el cronograma de trabajo, ya que se requiere un mayor tiempo para completar un determinado trabajo. Como referencia, para completar los trabajos de casco de un piso completo antes de la pandemia se requería de una semana, sin embargo, al establecer los protocolos de salud en obra, el tiempo requerido para realizar este trabajo aumento a 10 días. Esta situación puede identificarse de manera clara si se proyecta gráficamente en la planificación maestra, ya que al superponer lo programado inicialmente junto con el avance real en este nuevo contexto, se aprecia en este último un declive en la pendiente. La Figura 04 añade este último tramo al análisis que se ha estado realizando.

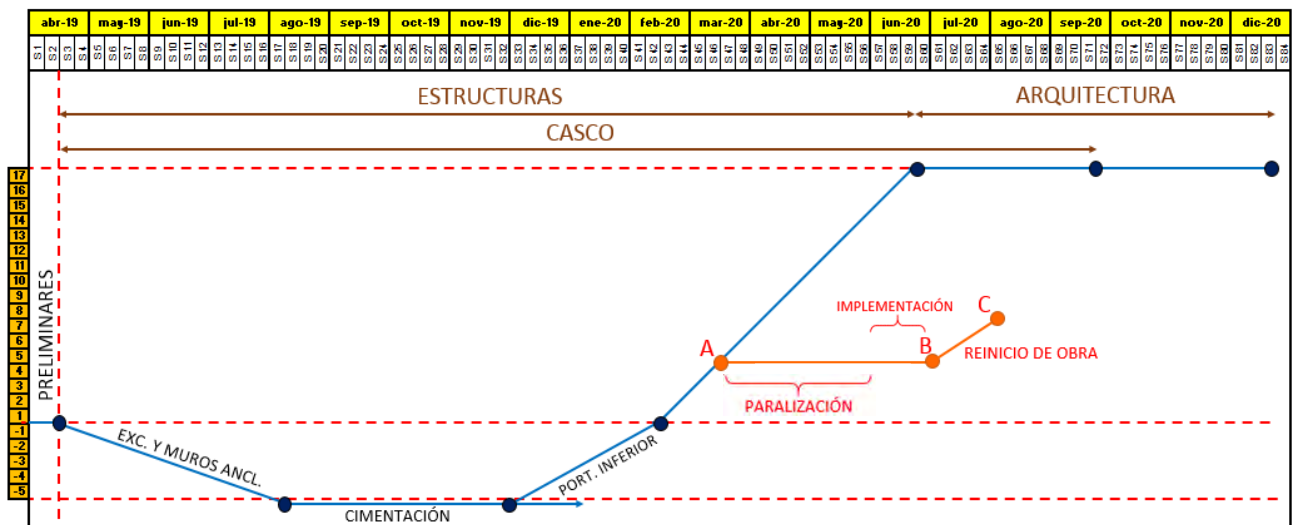


Figura 07. Etapa de bajo rendimiento al reinicio de obra.
Fuente: Propia

Por otro lado, conforme avanzaban las semanas, se pudo apreciar que, de manera gradual, los trabajadores se iban adaptando a estas nuevas condiciones de trabajo, restableciendo el rendimiento que se tenía inicialmente. Este comportamiento se empieza a apreciar a partir de la tercera semana del reinicio de obra, el cual, si se modela en la planificación maestra, la pendiente que se empieza a generar resulta ser paralela a la que se había proyectado antes de la cuarentena. En la Figura 05 se puede apreciar cómo se ha adaptado la curva teniendo en cuenta este análisis.

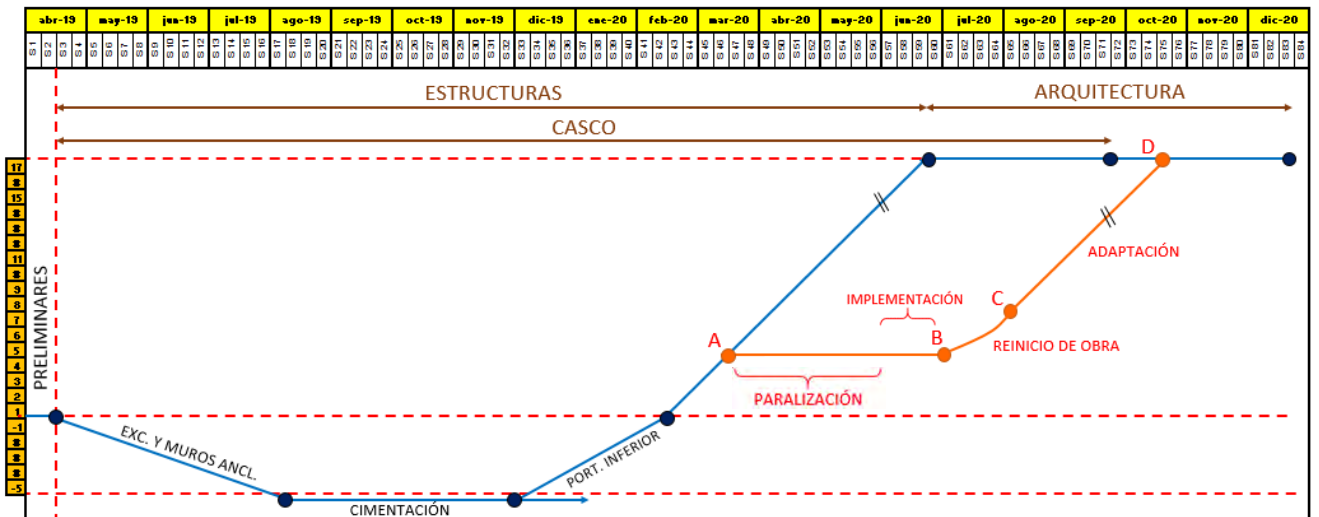


Figura 08. Etapa de adaptación y restablecimiento del rendimiento.
Fuente: Propia

En otro punto, mientras se avanzaba la etapa de casco, se venía realizando la evaluación de las contratas encargadas de la etapa de acabados. Durante este proceso, una de las mayores dificultades fue la oferta de propuestas en el concurso, sobre todo de las

contratistas con las cuales la empresa ya tenía una buena referencia por trabajos previos. Esto conlleva a un mayor tiempo en la evaluación de nuevas contratistas para la asignación de los trabajos en acabados. Además, la crisis sanitaria afectó notablemente el pedido de materiales para el avance de esta etapa, tanto por la demora en la llegada de los productos como el bajo stock de los mismos. En algunos casos, fue necesario replantear y escoger por otro material o aparatos que si se encontraban disponibles. Estas consideraciones nos permiten estimar una elongación en la parte de la gráfica que corresponde a la etapa de acabados. Terminado este último proceso y dando las conformidades de los trabajos realizados, se procede al cierre del proyecto, en el cual se puede estimar el impacto en el plazo total realizando la comparación con respecto a la fecha de cierre proyectada. De acuerdo al análisis realizado, se estima que esta ampliación por la pandemia será finalmente de 18 semanas. La Figura 06 muestra de manera completa el análisis realizado en el presente punto.

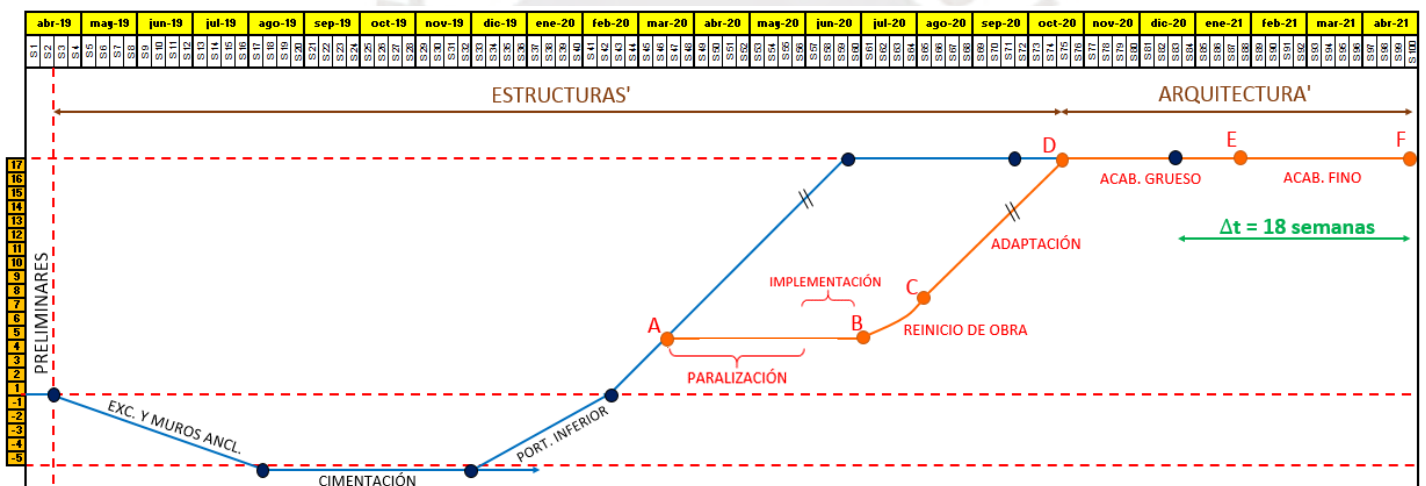


Figura 09. Etapa de acabados y ampliación de plazo total.

Fuente: Propia

3.4. Análisis del impacto en el costo del proyecto

3.4.1. Costo agregado durante la cuarentena

Durante el periodo de inactividad del proyecto durante la cuarentena, la empresa encargada del proyecto debió asumir el pago por el alquiler de equipos, andamios y servicios de vigilancia a pesar de que estos no fueron utilizados. La Tabla 08 muestra a detalle los montos que comprende este punto.

Tabla 08. Reporte SOLUFLEX del proyecto Ávida

Año	Mes	Partida, Nombre	Descripción	Ud.	Cantidad	Moneda	S7		
							T.C.	P.U.	Precio Tot.
2020	3	ALQUILER DE ESPACIOS FISICOS PARA PANELES	SERVICIO DE ALQUILER DE PANEL PUBLICITARIO	MTK	10000		SI. 3.55	2,400.0000	2,400.00
2020	3	ALQUILER DE ESPACIOS FISICOS PARA PANELES	SERVICIO DE ALQUILER DE PANEL PUBLICITARIO	MTK	10000		SI. 3.55	2,400.0000	2,400.00
2020	3	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	28.0000		SI. 3.45	248.7224	2,214.40
2020	3	ALQUILER DE ESPACIOS FISICOS PARA PANELES	SERVICIO DE ALQUILER DE PANEL PUBLICITARIO	MTK	10000		SI. 3.44	2,400.0000	2,400.00
2020	4	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	31.0000		SI. 3.42	232.1225	2,214.40
2020	4	SUBCONTRATOS - CONCRETO PREMEZ, CIBOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS	SERVICIO DE ALQUILER DE BOMBA ESTACIONARIA CON MONTANTE	Z2	10000		SI. 3.33	10,243.0000	10,243.00
2020	4	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	10000		SI. 3.33	1,214.3383	2,214.40
2020	5	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	10000		SI. 3.44	1,214.3383	2,214.40
2020	6	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	10000		SI. 3.50	1,214.3383	2,214.40
2020	7	EQUIPO Y HERRAMIENTAS - ELIMINACIÓN DE DESMONTE	ALQUILER DE MINICARGADOR INCLTRASLADO	HH	5.0000		SI. 3.52	180.0000	300.00
2020	7	EQUIPO Y HERRAMIENTAS - ELIMINACIÓN DE DESMONTE	ALQUILER DE MINICARGADOR INCLTRASLADO	HH	10.0000		SI. 3.50	350.0000	350.00
2020	7	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	10000		SI. 3.50	4,800.0000	4,800.00
2020	7	VIGILANCIA DE OBRA	SERVICIOS DE VIGILANCIA PRIVADA	Z2	10000		SI. 3.50	1,600.0000	1,600.00
2020	7	EQUIPO Y HERRAMIENTAS - ELIMINACIÓN DE DESMONTE	ALQUILER DE MINICARGADOR INCLTRASLADO	HH	5.0000		SI. 3.50	180.0000	300.00

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

3.4.2. Costo agregado para la reactivación del proyecto

Antes de la reactivación de la obra, la empresa se encargó de implementar los protocolos y procedimientos obligatorios para la prevención del COVID-19, entre estos se encuentra indicado la limpieza y desinfección del centro de trabajo. Para este ítem, se realizó un cuadro que indica las áreas de trabajo de la obra a tratar, al igual que la oficina técnica.

Tabla 09. Frecuencia de limpieza y desinfección en las áreas del proyecto.

FRECUENCIA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN			
	ÁREAS	PRINCIPALES ACTIVIDADES	FRECUENCIA
OFICINA TÉCNICA CASETA DE VENTA	<ul style="list-style-type: none"> • PISOS • ZONAS DE ALTO TRANSITO 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • BARANDAS DE ESCALERA • MANIJAS DE PUERTAS 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	3 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • ESCRITORIO, MOVILIARIO 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • SILLAS 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • EQUIPO DE COMPUTO 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • MATERIALES DE OFICINA • SS. HH 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	3 veces al día.
OBRA	<ul style="list-style-type: none"> • HERRAMIENTAS MANUALES 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • SERVICIOS HIGIENICOS 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	3 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • ESCALERAS 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día.
	<ul style="list-style-type: none"> • ÁREAS COMUNES 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • ALMACÉN DE OBRA 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día
	<ul style="list-style-type: none"> • VESTUARIO 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día.
	<ul style="list-style-type: none"> • COMEDOR • OFICINA TÉCNICA 	Limpieza y desinfección con producto a base de hipoclorito de sodio.	2 veces al día.

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Además, se implementó un área de servicio y salud en el cual se contrató a un médico ocupacional y una enfermera, quienes se encargan de vigilar que los reglamentos sanitarios se cumplan al inicio y final de la jornada laboral, además de prestar atención frente a un posible caso positivo. Esta medida genera un aumento en los costos del proyecto debido a los sueldos mensuales de este personal médico.

Para el lavado y desinfección de manos, se procedió a colocar implementos de limpieza los cuales se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. Implementos de limpieza para el lavado y desinfección en obra.

Artículo	Cantidad	Ubicación
Lavamanos portátil	01	Al ingreso de la obra
Jabón líquido	02	Servicios Higiénicos, lavamano
Dispensador de alcohol en gel 70%	05	Ingreso de la obra, oficina técnica
Papel Toalla	02	Servicios Higiénicos

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Adicionalmente, se requiere cada cierto tiempo implementos para las nuevas medidas de protección personal, tal como se puede apreciar en la Tabla 11.

Tabla 11. Equipos de protección personal adicionales debido al estado de emergencia.

EPP	Utilización	Renovación
Respirador N95	Personal de Salud	Cada 4 días
Mascarilla quirúrgica	Todo el personal	Diaria
Guante de látex	Atención de casos sospechosos	Diaria
Careta facial	Personal de Salud	Quincenal
Lentes de protección	Todo el personal	Semanal
Sobre lentes	Personal que tiene lentes de medida	Semanal
Guantes de nitrilo	Para limpieza	Quincenal

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Tomando en cuenta todos estos puntos, se obtuvo un presupuesto general para la reactivación del proyecto, el cual contempla los costos asociados a lo detallado anteriormente. Cabe resaltar que existen ítems los cuales son aplicados una sola vez, mientras que otros deben ser implementados periódicamente.

Tabla 12. Presupuesto general con respecto a los implementos adicionales por la pandemia.

PROYECTO ÁVIDA					OBRAS			
					ÁVIDA			
ITEM	CATEGORIA	FRECUCENCIA DE COMPR	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD MENSUA	PRECIO MENSUAU C.IGV	CANTIDAD TRIMES TR	PRECIO TRIMES TR AT C.IGV
1	Producto	Trimestral	Mascarilla N95 Sin Filtro Modelo 8210)	Und	30	S/ 495.60	90	S/ 1,486.80
2	Producto	Trimestral	Mascarillas Quirúrgica (descartable 3 pliegues)	Und	1200	S/ 3,596.64	3600	S/ 10,789.92
4	Producto	Trimestral	Careta Con Visor De Policarbonato	Und	10	S/ 140.42	30	S/ 421.26
5	Producto	Trimestral	Alcohol de 70°	Litros	30	S/ 531.00	90	S/ 1,593.00
6	Producto	Trimestral	Botella de Alcohol en gel antibacterial	Lts	4	S/ 82.00	12	S/ 246.00
7	Producto	Trimestral	Alcohol en gel (reposición para dispensador)	Und	4	S/ 80.00	12	S/ 240.00
8	Producto	Trimestral	Jabon liquido (reposición para dispensador)	Lts	4	S/ 70.80	12	S/ 212.40
9	Producto	Trimestral	Guantes de limpieza (amarillos)	Und	15	S/ 61.95	45	S/ 185.85
10	Producto	Trimestral	Guantes Quirúrgicos	Und	100	S/ 90.01	300	S/ 270.03
11	Producto	Trimestral	Lejia (Hipoclorito de sodio al 1%) x galon (5 lts)	Und	2	S/ 30.68	6	S/ 92.04
12	Producto	Trimestral	Mamelucos (trajes de protección)	Und		S/ -	0	S/ -
13	Producto	Trimestral	Papel toalla hoja doble (paquete de 06 rollos)	Und	4	S/ 72.00	12	S/ 216.00
14	Producto	Trimestral	Franela amarilla x metro	Mts	5	S/ 30.30	15	S/ 91.16
15	Producto	Trimestral	Bolsas plasticas de basura para CILINDRO 240lt 135cm x 80cm (pag. x 100 und.)	Cto.	2	S/ 141.60	6	S/ 424.80
16	Producto	Trimestral	Bolsas plasticas de basura	Cto.		S/ -	0	S/ -
17	Serv icio	Trimestral	Alquiler Lavadero portatil de manos	Und	1	S/ 541.80	3	S/ 1,628.40
18	Serv icio	1 vez	Señaléticas de piso	Und	0	S/ -	0	S/ -
19	Serv icio	1 vez	Carteles con bastidor alusivos al COVID 19 (1.20 x 90)	Und	9	S/ 609.69	0	S/ -
20	Serv icio	1 vez	Exámenes medicos adm.	Und	0	S/ -	0	S/ -
21	Serv icio	1 vez	Desinfeccion de area m2	Und	1	S/ 1,652.00	0	S/ -
22	Producto	1 vez	Dispensador para JABON liquido 1LT	Und	1	S/ 82.01	0	S/ -
23	Producto	1 vez	Mochila Fumizadora manual de 20 litros	Und	2	S/ 188.56	0	S/ -
24	Producto	1 vez	Pulsioximetro Digital	Und	1	S/ 431.00	0	S/ -
25	Producto	1 vez	Termometro Digital Medico	Und	1	S/ 515.00	0	S/ -
26	Producto	1 vez	Bandeja desinfectante mas franela de zapato	Und	1	S/ 150.00	0	S/ -
27	Producto	1 vez	Tacho de baño con tapa rectangular (basculante)	Und	6	S/ 212.40	0	S/ -
28	Producto	1 vez	Tacho "ROJOS" para residuos de bioseguridad	Und	0	S/ -	0	S/ -
29	Serv icio	1 vez	Mampara de cristal crudo con lamina de seguridad	Und	0	S/ -	0	S/ -
30	Serv icio	1 vez	Mampara en acrílico (Ventas)	Und	1	S/ 578.30	0	S/ -
31	Producto	1 vez	Señales de seguridad COVID 19 (40 x 60)	Und	6	S/ 488.52	0	S/ -
						S/ 10,616.27		S/ 17,897.66

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

3.4.3. Costo agregado después de la reactivación de los trabajos

Después de la reactivación del proyecto, se empezó con el proceso de solicitud de cotizaciones de las distintas partidas de acabados. Durante la evaluación de estos documentos, se pudo observar cambios en los presupuestos recibidos por parte de los contratistas. Una de las variaciones más importantes fue la recepción de propuestas con un mayor porcentaje de adelanto de pago y valorizaciones semanales. Además, el aumento en el valor del dólar fue de 0.20, lo cual también afecto a los costos que se encuentran con dicha unidad monetaria.

Se tendrá además el costo de los sueldos del personal que realizaba trabajo virtual durante el momento que empezó la cuarentena.

Tabla 13. Reporte de gastos en sueldos de trabajadores

Descripción Cuenta	3		4		5		6		7	
	Saldo	Cuenta	Saldo	Cuenta	Saldo	Cuenta	Saldo	Cuenta	Saldo	Cuenta
POLIZA DE SEGUROS CONTRA TODO RIESGO - CAR										
			3,685.11	0			3,685.11	0	3,685.11	0
			3,685.11	0			3,685.11	0	3,685.11	0
SERVICIOS (LUZ,AGUA,TELEFONO DE OBRA)										
			135.51	0						
					135.51	0				
			135.85	0					135.52	0
							135.61	0		
SERVICIOS (LUZ,AGUA,TELEFONO DE OBRA) Total			271.36	0	135.51	0	135.61	0	135.52	0
SERVICIOS PUBLICOS										
					1,075.25	0				
					1,075.25	0				
							478.81	0		
							478.81	0		
SERVICIOS PUBLICOS Total					1,075.25	0	478.81	0		
SUELDOS									310.10	0
SUELDOS GERENCIA DE OBRAS										
SUELDOS GERENCIA DE OBRAS										
			28,455.42	0	21,390.84	0	22,581.35	0	24,185.16	0
								1,970.15	0	22,155.15
			140.20	0						
			28,595.62	0	21,390.84	0	41,099.01	0	24,155.31	0
			28,595.62	0	21,390.84	0	41,099.01	0	22,155.15	0
			57,191.24	46,738.15	84,484.03	81,274.12	74,416.83	344,104.37	TOTAL	

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Por otro lado, la oficina técnica de la empresa constructora se vio obligada a remodelar algunos ambientes, tales como la cocina y el SUM, debido a que la mueblería era importada y se habían incrementado algunos precios y el tiempo de entrega de estos elementos comparado a proyectos anteriores y el tiempo de entrega también se vería afectada.

Otro factor que aumentará el valor de los presupuestos es el incremento de los gastos operativos, el cual viene incluyendo implementos de seguridad para evitar el contagio del COVID-19 y los exámenes de descarte.

Tabla 14. Presupuesto de gastos generales de los contratistas.

01.02.03	EPP							S/. 1.923.00
01.02.03.01	CASCOS NORMADOS	UND	0.50	5.00		S/. 19.00	S/. 47.50	
01.02.03.02	CALZADO DE SEGURIDAD	PAR	0.50	5.00		S/. 50.00	S/. 125.00	
01.02.03.03	LENTES DE PROTECCIÓN	UND	1.00	15.00		S/. 3.50	S/. 52.50	
01.02.03.04	OREJERAS Y TAPONES	UND	1.00	5.00		S/. 5.00	S/. 25.00	
01.02.03.05	CHALECOS REFLECTIVOS	UND	1.00	1.00		S/. 18.00	S/. 18.00	
01.02.03.06	UNIFORMES	UND	1.00	10.00		S/. 50.00	S/. 500.00	
01.02.03.07	CARETA (PROTECTOR FACIAL)	UND	0.50	1.00		S/. 70.00	S/. 35.00	
01.02.03.08	MASCARILLAS (COVID-19)	UND	1.00	120.00	4.00	S/. 1.50	S/. 720.00	
01.02.03.09	ALCOHOL DE 70° (LITRO)	UND	1.00	4.00	4.00	S/. 15.00	S/. 240.00	
01.02.03.10	LEJIA (HIPOCLORITO DE SODIO) GALON	UND	1.00	2.00	4.00	S/. 20.00	S/. 160.00	
1.6	GASTOS OPERATIVOS							2,875.00
	GASTOS OPERATIVOS Seguros, SCTR, supervisión, Transporte, andamio, Pruebas de sistemas, implementos de seguridad según disposición para prevención del Covid 19, complementaria a la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.	1	Lote		2,875.00		2,875.00	

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Comparación del rendimiento de la mano de obra

De acuerdo al análisis realizado previamente, se puede evidenciar una reducción del rendimiento de los trabajadores en las distintas partidas que contempla la construcción del techo, el cual se resume en la Tabla 14 mostrada a continuación:

Tabla 15. Resumen comparativo de rendimientos.

RESUMEN COMPARATIVO DE RENDIMIENTOS	
Previo a COVID-19	Durante estado de emergencia
Partida: Acero de techos (kg/día)	
260	170
Partida: Encofrado y desencofrado de techos (m2/día)	
30	18
Partida: Vaciado de concreto de techos (m3/día)	
80	60

Fuente: Propia

Se ha podido observar que el rendimiento de una cuadrilla promedio para la colocación de acero de techos previo al COVID-19 fue de 260 kg/día, mientras que el rendimiento durante el estado de emergencia es de 170 kg/día. Se presenta entonces una diferencia de 90 kg/día, la cual representa una disminución de rendimiento del 34.5% en comparación a la proyección inicial de dicha partida

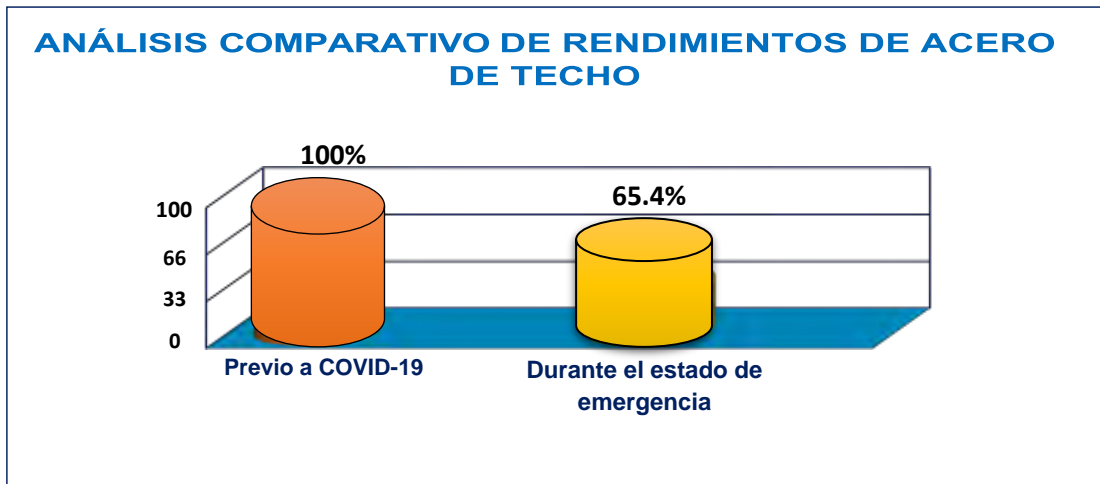


Figura 10. Representación porcentual del rendimiento de acero de techos.

Fuente: Propia

Con respecto a la cuadrilla promedio para el encofrado y desencofrado de techos, se observa que el rendimiento previo al COVID-19 fue de 30 m²/día, mientras que el rendimiento durante el estado de emergencia es de 18 m²/día. Se presenta entonces una diferencia de 12 m²/día, la cual representa una disminución del 40% en el rendimiento en comparación a la proyección inicial de dicha partida.

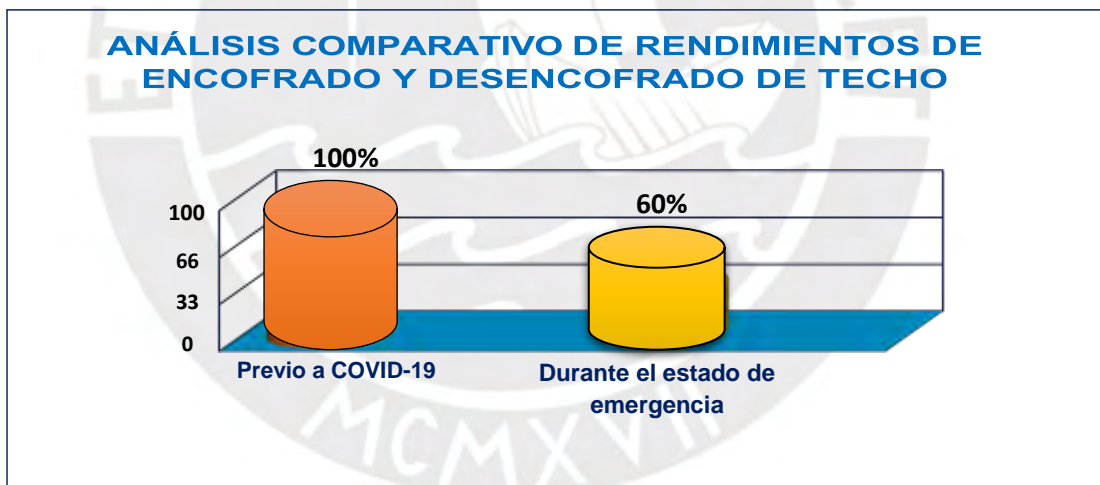


Figura 11. Representación porcentual del rendimiento de encofrado y desencofrado de techos.

Fuente: Propia

Finalmente, en lo que respecta a la cuadrilla promedio para el vaciado de concreto premezclado en techos, se puede observar que el rendimiento previo al COVID-19 fue de 80 m³/día, mientras que el rendimiento durante el estado de emergencia es de 60 m³/día. Se presenta entonces una diferencia de 20 m³/día, la cual representa una disminución del 25% en el rendimiento en comparación a la proyección inicial de dicha partida.

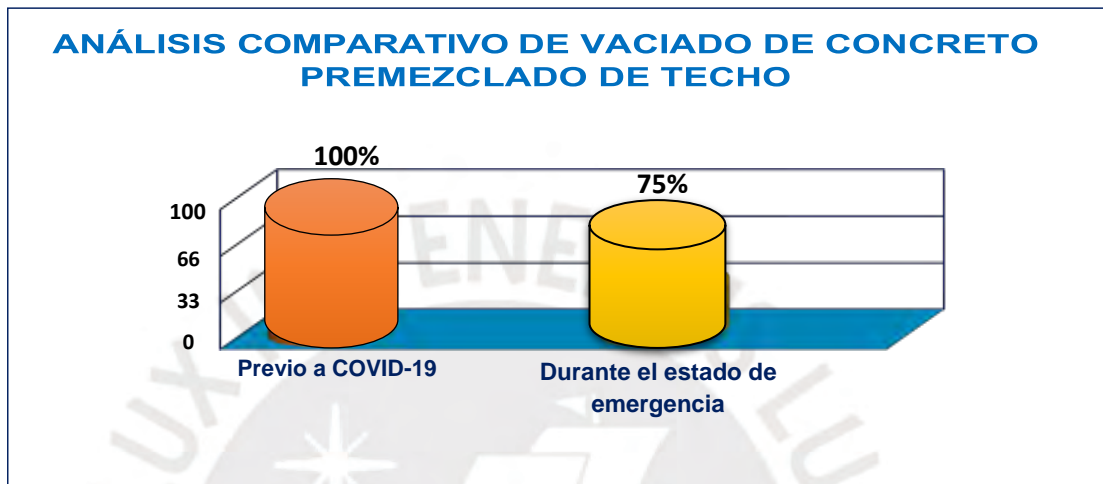


Figura 12. Representación porcentual del rendimiento de vaciado de concreto de techos.
Fuente: Propia

En base a estas comparaciones, se ve como algunas partidas se ven más afectadas con respecto a otras. Esto se da debido a que el proceso constructivo de cada una es diferente, además del requerimiento del personal necesario para el avance de las actividades que contempla cada una. Las nuevas condiciones de trabajos en obra debido a la pandemia de COVID-19, limita la cantidad personal y espacios de trabajo provocando esta reducción en el rendimiento.

Sin embargo, basándonos en trabajos anteriores en el uso de alternativas de procesos constructivos diferentes a las convencionales, se pueden apreciar experiencias de éxito en rendimiento en obra a pesar de las limitaciones provocadas por la pandemia. Una alternativa de lo antes mencionado es el uso de elementos prefabricados dado que estos elementos mejoran el rendimiento en obra, tal como indica Mesía (2010), quien realizó la comparación de los tiempos de ejecución en edificios de la ciudad de Lima usando el método tradicional y el empleo de prefabricados. Como resultado se obtuvo que la construcción de los 14 edificios con muros y losas in situ demora 59 días útiles, mientras que la construcción del proyecto con prefabricados demora tan sólo 44 días útiles. Por otro lado se comprobó que el sistema actual se construye un piso o lote de trabajo diario. Es decir, cada 4 días se

han construido 4 pisos. Por otro lado, con los prefabricados se construyen 4 lotes cada 3 días, logrando de esta manera concluir el trabajo del casco utilizando el 75 % del tiempo usual, mejorando el rendimiento y productividad en obra en un 25 %.

Otro método a implementar es el uso de encofrados livianos de plásticos, dado que estos elementos que presenta ventajas principales por su bajo peso y facilidad de modularlos, cada placa pesa entre 2,5 y 11 kilos en el caso de la más grande, esta característica propia del material facilita el transporte, izaje y manipulación de las placas en la obra por una sola persona. El uso de este tipo de alternativa permite que menos cantidad de personal se encargue de este trabajo por su facilidad de uso y sobre todo que mejora el rendimiento y productiva del personal.

Finalmente, se recomienda el uso de acero dimensionado, dado que usar el método tradicional de dimensionamiento en obra pasando por las etapas de recepción, almacenaje, corte, doblado, armado, colocación, conlleva el uso de mayor cantidad de personal y reducción del rendimiento por el uso de tiempo en las etapas no productivas, con el uso de aceros dimensionados se pasan solo por las etapas de recepción, almacenaje y colocación. El solo pasar por tres etapas permite reducir el tiempo y mejorar el rendimiento del personal en obra.

4.2. Comparación en el plazo del proyecto.

Respecto al tema del plazo del proyecto, se concluye que, tomando en cuenta únicamente los efectos de la pandemia, el plazo se vio afectado con un aumento de aproximadamente 21% con respecto al proyectado al inicio de la obra. Esta ampliación se debió principalmente al aislamiento social obligatorio decretado por el Estado, ya que, de las 18 semanas que se aplazó el avance, 13 de ellas corresponden a este periodo, tal como se puede apreciar en el cronograma general del proyecto.

Figura 13. Cronograma general del proyecto Ávida.



Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Otro punto que afectó de manera importante en el plazo del proyecto fue el bajo stock de los materiales que ya habían sido establecidos en la planificación, como también un aumento en el tiempo de espera para su llegada a la obra. Estas generan que las actividades se vean paralizadas, debiendo reprogramar las actividades y replantear el *lookahead* que se tenía planeado. En este sentido, se recomienda evaluar dichos cambios de manera anticipada en los futuros proyectos que desee realizar la constructora, llegando a acuerdos con los distribuidores en un tiempo razonable para que la adquisición de equipos y materiales se realicen de acuerdo a lo planeado.

Por otro lado, teniendo como base los requisitos de implementación para el reinicio de obra, los encargados de los proyectos de construcción pueden tomar como referencia los protocolos que se han ido elaborando y añadiendo a los trabajos en obra, de manera que se evalúen mejoras y se cuente con un plan preventivo ante otra eventual pandemia. Esto conllevaría a una reducción en los plazos de ejecución de esta etapa.

4.3. Comparación en el costo del proyecto.

El costo directo del proyecto es de **2 749 139 soles**. Si se analiza únicamente los costos generados por la reactivación de la obra (colocación de paneles informativos, señales de seguridad, implementos para el control de la salud, etc.) este resulta en un monto total de **4650 soles**. Además, se irán generando costos trimestrales debido a la renovación de productos para los trabajadores (guantes, lejía, mascarillas, caretas, etc.), cuyo valor asciende a **62 642 soles** aproximadamente. Es decir, el monto total el cual se está añadiendo

por motivos del COVID-19 alcanza los **67292 soles**, el cual representa un incremento del **1.82%** del costo directo del proyecto.

Tabla 16. Presupuesto general de casco del proyecto

PRESUPUESTO TOTAL		
ITEM	PARTIDA	PARCIAL S/.
1	Obras preliminares	979,469.58
2	Estructuras	1,523,990.72
3	Arquitectura	661,748.06
4	Instalaciones sanitarias	173,685.26
5	Instalaciones electricas	368,655.03
COSTO DIRECTO		3,707,548.65
Gastos generales (MO + EQ)		12% 444905.84
Utilidad (MO + EQ)		8% 296603.89
SUBTOTAL		4,449,058.38
IGV (18%)		18% 800830.51
TOTAL PRESUPUESTO		5,249,888.89

COSTO DE SERVICIOS PARA LA REACTIVACIÓN DE LA OBRA	S/	4,650.38
COSTO DE PRODUCTOS CON FRECUENCIA TRIMESTRAL DE IMPLEMENTOS	S/	62,641.81
TOTAL AGREGADO	S/	67,292.19
TOTAL AGREGADO (%)		1.82%

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Otro punto a concluir es que, durante la etapa de acabados finos y gruesos, se obtendrá mayores costos debido al aumento de gastos operativos de cada cotización. En la Tabla 17 se realizó una comparación en los precios de algunas partidas con respecto a otros proyectos anteriores cuyo presupuesto cerraron a fines del año 2019 y que contaron con los mismos contratistas. De acuerdo a estos resultados, se observa que existe la tendencia a aumentar el costo según los ratios calculados.

Tabla 17. Comparación de acabados con otros proyectos

		Ávida	Proyecto A	Proyecto B
	Área techada (m2)	6546.56	2133.25	2967.4
Pintura	Costo total	S/415,980.29	S/125,517.58	S/173,380.84
	Ratio	63.54	58.84	58.43
Enchapes	Costo total	S/155,890.11	S/49,121.53	S/68,940.25
	Ratio	23.81	23.03	23.23
AV IISS	Costo total	S/58,402.34	S/16,876.39	S/22,895.02
	Ratio	8.92	7.91	7.72
AV IIEE	Costo total	S/53,197.59	S/12,858.61	S/16,470.01
	Ratio	8.13	6.03	5.55
Carp. Madera	Costo total	S/352,428.95	S/73,461.47	S/110,499.39
	Ratio	53.83	34.44	37.24

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Realizando un estimado se obtuvo un incremento del 6% de lo que sería el costo total de acabados, el cual se establece en la Tabla 18.

Tabla 18. Presupuesto estimado de acabados finos y gruesos

PROYECTO A	COSTO TOTAL DE ACABADOS (S./.)	S/	753,098.44
	ÁREA DE TERRENO (m2)		2967.4
	RATIO		253.790672
ESTIMADO ÁVIDA		S/	3,068,968.78
INCREMENTO 3%		S/	92,069.06

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

A estos costos aún se les faltaría añadir el pago de equipos y herramientas alquiladas, vigilancia y alquiler de espacio para publicidad. Este valor será de aproximadamente **97794.36 soles.**

Tabla 19. Presupuesto por servicios de alquiler y pago de herramientas

Descripción Partida	3	4	5	6	7
Saldo	Cuentas	Saldo	Cuentas	Saldo	Cuentas
ALQUILER DE ESPACIOS FÍSICOS PARA PANELES Total				2,400.00	0
ALQUILER PUNTO DE VENTA					
ALQUILER PUNTO DE VENTA Total					
SUBCONTRATOS - ELIMINACIÓN DE DESMONTE					
SUBCONTRATOS - ELIMINACIÓN DE DESMONTE Total				2,760.00	0
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)				204.00	0
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) Total				1,608.00	0
TRABAJOS PRELIMINARES					
TRABAJOS PRELIMINARES Total					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	25.00	0			40.00
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) Total	2,266.40	0		375.63	0
TRABAJOS PRELIMINARES					
TRABAJOS PRELIMINARES Total					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)					27.12
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) Total					188.14
SUBCONTRATOS - ENSAYOS DE COMPRESIÓN					
SUBCONTRATOS - ENSAYOS DE COMPRESIÓN Total				1,296.00	0
MOVILIDAD TRANSPORTE FLETE					
MOVILIDAD TRANSPORTE FLETE Total					254.24
SUBCONTRATOS - CONCRETO PREMEZ. C/ BOMBA PARA MURO PANTALLA Total	40.00	0		20.00	0
SUBCONTRATOS - SISTEMA DE GAS Total	3,859.37	0			3,856.24
MOVILIDAD TRANSPORTE FLETE					322.03
MOVILIDAD TRANSPORTE FLETE Total					0
SUBCONTRATOS - CERCCOS PERIMÉTRICOS PROVISIONALES					
GASTOS DE FERIAS					
GASTOS DE FERIAS Total		3,387.86	0		
GASTOS DE FERIAS					
GASTOS DE FERIAS Total					
GASTOS DE FERIAS					
GASTOS DE FERIAS Total					
GASTOS DE FERIAS					
GASTOS DE FERIAS Total					
GASTOS DE FERIAS					
GASTOS DE FERIAS Total					
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19			3,373.60	0	
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total				2.40	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19					101.63
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total					1,400.00
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19				450.00	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total				150.00	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19					1,038.31
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total				7,312.38	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19					150.00
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total				480.00	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19				110.00	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total				345.00	0
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19					211.87
GASTOS RELACIONADOS AL COVID-19 Total					2,638.85
IMPUESTO PREDIAL Y ARBITRIOS					
IMPUESTO PREDIAL Y ARBITRIOS Total					2,638.85
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MANO DE OBRA	200.00	0			
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MANO DE OBRA Total	200.00	0			150.00
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MANO DE OBRA					4,450.86
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MANO DE OBRA Total					0
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES					
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES Total					35.80
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES					
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES Total					0
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES		4.63	0		
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES Total		15.20	0		35.10
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES					1,248.16
MANTEENIMIENTO DE CASETA - MATERIALES Total					0
MEDIOS DIGITALES		581.04	0	434.00	0
MEDIOS DIGITALES Total		581.04	0	434.00	0
MEDIOS DIGITALES					7,445.65
MEDIOS DIGITALES Total		2,410.65	0	5,035.00	0
	6,590.77	6,399.44	10,814.60	26,373.26	47,616.29
					97,794.36
					TOTAL

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

Debido a la ampliación de plazo, se genera adicionales que generaran una variación con el presupuesto contractual el cual se ve claramente en la Tabla 20.

Tabla 20. Presupuesto con adicionales manejados en obra

PRESUPUESTO TOTAL			
ITEM	PARTIDA	CONTRACTUAL (S./)	CONTROL DE COSTO (S./)
1	Obras preliminares	979,469.58	912,285.01
2	Estructuras	1,523,990.72	2,445,054.10
3	Arquitectura	661,748.06	736,182.36
4	Instalaciones sanitarias	173,685.26	553,872.69
5	Instalaciones electricas	368,655.03	
COSTO DIRECTO		3,707,548.65	
Gastos generales (MO + EQ)		12%	444905.84
Utilidad (MO + EQ)		8%	296603.89
SUBTOTAL		4,449,058.38	4,647,394.16
IGV (18%)		18%	800830.51
TOTAL PRESUPUESTO		5,249,888.89	5,483,925.11

VARIACIÓN DE COSTO DE CASCO	234,036.22
------------------------------------	-------------------

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

De acuerdo a todo lo analizado, se tiene como conclusión principal que el costo del proyecto frente a la pandemia del COVID-19 va a aumentar aproximadamente en un 15% con respecto al presupuesto total del proyecto, el cual se detalla en la Tabla 21.

Tabla 21. Listado final de costos agregados

COSTOS AGREGADOS		
Agregado por implementos de limpieza	S/	67,292.19
Agregado de la atapa de acabados finos y gruesos	S/	92,069.06
Agregado por alquiler de equipos y servicios	S/	97,794.36
Agregado por ampliación de plazos en casco	S/	234,036.22
Agregado de pago de sueldos	S/	344,104.37
TOTAL (S./)	S/	835,296.20
PORCENTAJE DE INCREMENTO		15.23%

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

En base a estos resultados, se deben plantear algunas recomendaciones para mitigar ese porcentaje de incremento en el caso de futuros proyectos. Uno de las que se puede proponer es el de analizar adecuadamente cada precio unitario que los contratistas mandan en sus cotizaciones. En el caso del proyecto en estudio, se pudo observar como una misma contratista aumentaba sus precios a comparación de obras anteriores en las cuales se mantenían similares, tal como se expone en la Tabla 22. En estas situaciones se debe de pedir un reajuste de precios de ser necesario.

Tabla 22. Cuadro comparativo de la partida de acabados civiles

		CUADRO COMPARATIVO DE PROPUESTAS ACABADOS VARIOS OBRAS CIVILES							
		PROYECTO ÁVIDA		PROYECTO V		PROYECTO T			
		UND	CANTIDAD	P. UNIT.	SUB TOTAL	P. UNIT.	SUB TOTAL	P. UNIT.	SUB TOTAL
PROVEEDOR									
PERSONA DE CONTACTO									
Correo									
TELEFONO/FAX									
DESCRIPCION									
PISOS Y CONTRAZOCALOS									
PISO CEMENTO PULIDO (VESTIBULO PREVIO Y CTO. BOMBAS)									
	m2	342.65	19.14	6,558.32	19.14	6,558.32	19.14	6,558.32	
FORJADO DE CEMENTO PULIDO EN ESCALERAS DE EMERGENCIA									
	m2	318.09	33.50	10,656.02	30.80	9,797.17	30.80	9,797.17	
CONTRAZOCALO CEMENTO PULIDO h= 0.10 M (ESCALERA DE EMERGENCIA)									
	ml	618.96	14.30	8,851.13	14.30	8,851.13	14.30	8,851.13	
CONSTRUCCION DE MESAS DE CONCRETO ZONA PARRILLAS									
MESA DE CONCRETO Y BASE DE CONCRETO, INCLUYE M.O DE ENCOFRADO, ACERO Y CONCRETO (L=1.97m)									
	und	1.00	354.97	354.97	265.95	265.95	263.98	263.98	
MESA DE CONCRETO Y BASE DE CONCRETO, INCLUYE M.O DE ENCOFRADO, ACERO Y CONCRETO (L=1.70m)									
	und	1.00	306.31	306.31	229.50	229.50	227.80	227.80	
MESA DE CONCRETO Y BASE DE CONCRETO, INCLUYE M.O DE ENCOFRADO, ACERO Y CONCRETO (L=2.25m)									
	und	2.00	405.42	810.84	303.75	607.50	301.50	603.00	
MESA DE CONCRETO Y BASE DE CONCRETO, INCLUYE M.O DE ENCOFRADO, ACERO Y CONCRETO (L=2.55m)									
	und	2.00	459.47	918.94	344.25	688.50	341.70	683.40	
TARRAJEO Y ACABADO DE CEMENTO PULIDO									
	m2	5.61	30.00	168.30	30.00	168.30	30.00	168.30	
TARRAJEO DE DERRAMES Y ACABADO DE CEMENTO PULIDO									
	ml	23.92	25.00	598.00	25.00	598.00	25.00	598.00	
TARRAJEO BAJO LA MESA									
	m2	15.46	25.00	386.50	25.00	386.50	25.00	386.50	
PISO CEMENTO PULIDO									
	m2	6.70	19.14	128.24	19.14	128.24	19.14	128.24	
CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO									
	ml	8.67	7.19	62.34	7.19	62.34	7.19	62.34	
LADRILLOS REFRACTARIOS									
	m2	11.04	23.00	253.92	23.00	253.92	23.00	253.92	
BRUÑA 1cm									
	ml	16.85	3.00	50.55	3.00	50.55	3.00	50.55	
VARIOS									
PISO PARA PIT DE ASCENSOR									
	m2	11.39	45.00	512.55	45.00	512.55	45.00	512.55	
BASE DE CONCRETO PARA CONTÓMETROS									
	und	17.00	110.00	1,870.00	110.00	1,870.00	110.00	1,870.00	
PROPUESTA S/.		TC	3.5		S/ 32,486.92		S/ 31,028.47		S/ 31,015.20
IGV			18%		S/ 5,847.65		S/ 5,585.12		S/ 5,582.74
TOTAL					S/ 38,334.56		S/ 36,613.59		S/ 36,597.93

Fuente: Edificaciones Inmobiliarias

5. Referencias bibliográficas

Hook, J. (2020). Engineering & Construction in a post-COVID world: weathering the storm: PWC Global. Recuperado de <https://www.pwc.com/gx/en/issues/crisis-solutions/covid-19/engineering-construction-post-covid-world.html>

Sorensen, F. (2020). COVID-19: What it means for engineering and construction: PWC Global. Recuperado de <https://www.pwc.com/us/en/library/covid-19/coronavirus-impacts-engineering-construction.html>

Björck, J & Sjödin, E. (2020). How construction can emerge stronger after coronavirus: McKinsey & Company. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/how-construction-can-emerge-stronger-after-coronavirus#>

Schober, K (2020). The German construction industry must act now to gear up for an uncertain future and be in a position to shape it actively: Roland Berger. Recuperado de <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/The-coronavirus-crisis-will-cause-significant-delays-to-the-construction.html>

GESTIÓN (2020). Construcción iniciará actividades el 18 de mayo, anuncia el ministro de Vivienda. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/coronavirus-peru-sector-construccion-iniciara-actividades-desde-el-18-de-mayo-anuncia-el-ministro-de-vivienda-covid-19-nndc-noticia/>.

GESTIÓN (2020). Construcción en espera: Situación y propuestas para su reactivación. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/construccion-en-espera-situacion-y-propuestas-para-su-reactivacion-noticia/>

Cesel Ingenieros (2020). Impacto del COVID-19 en el Ejercicio de la Ingeniería Civil y Cambios necesarios. Recuperado de <http://www.cip.org.pe/publicaciones/2020/junio/semana-de-la-ingenieria-cip/Ing-Raul-Delgado.pdf>.

CAPECO (2020). Protocolo sanitario y gestión Post pandemia en la obra. Recuperado de https://capeco.org/store-imagenes/files/BLOG/Acciones_post_pandemia_y_protocolo_sanitario_CAPECO.pdf

Instituto Peruano de Economía (2020). Impactos del Coronavirus en el Sector Construcción. Recuperado de <https://www.ipe.org.pe/porta1/%F0%9F%8F%97-impacto-del-coronavirus-en-el-sector-construccion/>

Equilibrium business development consultancy (2020). Reactivación del Sector Construcción en el Perú post COVID-19. Recuperado de https://equilibriumbdc.com/admin/public/data/post/20200515124120_informe-sector-construccion-semana-20.pdf

Project Management Body Of Knowledge (2013), PMI, 5ta edición.

ECLASS (2010). Alcance, Costos y Plazos: las restricciones clásicas de un proyecto. Recuperado de <https://blog.eclass.com/clase-alcance-costos-y-plazos-restricciones-de-un-proyecto>

Serna, S., Galindo I., Gómez A., Torres A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/835/83556831006/html/index.html#B6>

Chaiña Chili, E., (2017). Determinación del rendimiento de mano de obra en la construcción de canales de concreto en la provincia de San Román. Tesis de grado en Ingeniería Civil. Universidad Nacional del Altiplano.

Pons, J. y Rubio, I., (2019). Lean construction y la planificación colaborativa. 1st ed. España: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, pp.21-22.

Consuegra, J. G. (2006). Presupuestos de la construcción. Bogotá: Bhandar Editores. 120p

Botero Banda, L., (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Universidad EAFIT, (128), pp.1-3.

Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identifying Factors Causing Delays and Cost Overruns in Construction Projects in Colombia. Ingeniería Y Ciencia, 14(27), pp.117-151.

Yakubu Adisa Olawale & Ming Sun (2010). Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice, *Construction Management and Economics*, pp. 509-526

López de Ortigosa Casares, D. (2010). *Ingeniería de costos en la construcción*. México DF: Trillas

M. M. Marzouk y T. I. El-Rasas (2014). Analyzing delay causes in egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, vol. 5, no. 1, pp. 49 – 55.

A. H. Memon y I. A. Rahman (2014). Sem-pls analysis of inhibiting factors of cost performance for large construction projects in malaysia: Perspective of clients and consultants. *The Scientific World Journal*, vol. 2014, no. 2014, pp. 1 – 9

Garcia H. (2004). *Automatización de la programación y control de obras con aplicación a la construcción de viviendas en serie*. Tesis de grado en Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Maya A., Revilla P. (2011). *Realizaron una investigación titulada Determinación del valor de rendimiento de mano de obra para cuatro partidas comunes en construcciones ubicada en el municipio de Maracaibo*. Tesis de grado en ingeniería civil. Universidad Rafael Urdaneta

Masía, R (2010). *Análisis comparativo del uso de elementos prefabricados de concreto armado vs. Concreto vaciado in situ en edificios de vivienda de mediana altura en la ciudad de Lima*. Tesis de pregrado.