



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Optimización de la productividad mediante cartas de balance en
partidas de encofrado y concreto armado en columnas, Instituciones
Educativas - Puno, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Chambi Pari, Julio Cesar (Orcid: 0000-0003-2613-0359)

ASESOR:

Mg. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto (Orcid: 0000-0003-0817-7057)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Al todo poderoso por guiarme en todo momento por el camino de la verdad y la sabiduría para cumplir esta meta. A mis estimados padres por brindarme su apoyo incansable en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a la Universidad César Vallejo, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación; al Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez por su paciencia y consejos de mucho valor, El cual fue un aporte vital para la elaboración de la presente tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Indice de contenido	iv
Indice de tablas	v
Indice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	20
3.2 Variables y operacionalización	21
3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de análisis de datos	26
3.7 Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	60

Índice de tablas

Tabla 1. Resultado de mediciones, ocupación de tiempo 50 obras en Lima	13
Tabla 2. Tiempo empleado en obras con manejo optimizado de la productividad	14
Tabla 3. Trabajos productivos en encofrado de columnas	29
Tabla 4. Trabajos contributorios en encofrado de columnas	29
Tabla 5. Trabajos no contributorios en encofrado de columnas	30
Tabla 6. Cuadrilla de trabajo en la partida de encofrado de columnas	31
Tabla 7. Resumen de trabajo general	35
Tabla 8. Resumen de trabajo general optimizado	40
Tabla 9. Porcentaje de productividad optimizado utilizando cartas de balance	41
Tabla 10. Trabajos productivos en vaciado de concreto en columnas	43
Tabla 11. Trabajos contributorios en vaciado de concreto en columnas	43
Tabla 12. Trabajos no contributorios en vaciado de concreto en columnas	43
Tabla 13. Cuadrilla de trabajo vaciado de concreto en columnas	44
Tabla 14. Resumen de trabajo general	49
Tabla 15. Resumen de trabajo general optimizado	54
Tabla 16. Porcentaje de productividad optimizada con cartas de balance	55

Índice de figuras

Figura 1. Relación entre la eficiencia, efectividad y la productividad.....	8
Figura 2. Ciclo de mejora continua de la productividad.....	10
Figura 3. Porcentaje de ocupación del tiempo	12
Figura 4. Porcentaje de tiempo en obras con manejo optimizado de la productividad.....	13
Figura 5. Formato carta de balance	16
Figura 6. Matriz de operacionalización de variables.....	21
Figura 7. Procedimiento de la metodología desarrollada	26
Figura 8. Proceso constructivo del encofrado de columnas	27
Figura 9. Diagrama de flujo de actividades en la partida de encofrado de columnas	29
Figura 10. Tiempo y porcentaje de actividades por obrero de la partida encofrado de columnas.....	31
Figura 11. Productividad de cada obrero en la partida encofrado de columnas...	31
Figura 12. Observaciones de la partida encofrado de columnas.....	32
Figura 13. Tiempo y porcentaje total de actividades por cuadrilla de la partida encofrado de columnas	33
Figura 14. Porcentaje de actividades en la partida encofrado de columnas	34
Figura 15. Productividad de la partida encofrado de columnas.....	35
Figura 16. Tiempo y porcentaje optimizado de actividades por obrero de la partida encofrado de columnas	37
Figura 17. Productividad de cada obrero en la partida encofrado de columnas...	38
Figura 18. Tiempo y porcentaje total de actividades por cuadrilla de la partida encofrado de columnas	38
Figura 19. Porcentaje de actividades en la partida encofrado de columnas	39
Figura 20. Productividad optimizada de la partida encofrado de columnas	40
Figura 21. Proceso constructivo del vaciado de columnas.....	41
Figura 22. Diagrama de flujo de la partida vaciado de concreto en.....	43
Figura 23. Porcentaje de tiempo por obrero de la partida vaciado de concreto en columnas.....	44
Figura 24. Productividad de cada obrero en la partida vaciado de concreto en columnas.....	45
Figura 25. Observaciones de la partida vaciado de concreto en columnas	46
Figura 26. Tiempo y porcentaje total de la cuadrilla vaciado de concreto en columna.....	47
Figura 27. Porcentaje tipos de trabajo en partida vaciado de concreto en columna	47
Figura 28. Porcentaje tipos de trabajo en partida vaciado de concreto en columna	48
Figura 29. Tiempo y porcentaje de actividades por obrero de la partida encofrado de columnas.....	51
Figura 30. Productividad de cada obrero en la partida vaciado de concreto en columnas.....	51

Figura 31. Tiempo y porcentaje total de actividades por cuadrilla de la partida
vaciado de concreto en columnas 52

Figura 32. Porcentaje de actividades en la partida vaciado de concreto en
columnas..... 53

Figura 33. Productividad optimizada de la partida vaciado de concreto en
columnas..... 54

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo optimizar la productividad mediante la utilización de la herramienta cartas de balance en las partidas de encofrado de columnas y vaciado de concreto en columnas en Instituciones Educativas, Puno.

La investigación es de tipo aplicada de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo-analítico, diseño no experimental. La población son todas las partidas del proyecto "Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sullca Moho - Puno", el muestreo es no probabilístico porque se eligió la muestra por conveniencia, la muestra es las partidas de encofrado de columnas y vaciado de concreto en columnas. En primera instancia se determinó la productividad de las cuadrillas hasta ese momento, en base a ello se analizó e implementó las medidas correctivas, posteriormente se realizó una nueva medición de la productividad de las cuadrillas.

Del presente trabajo se concluye que la herramienta cartas de balance mejoró significativamente la productividad en las partidas de encofrado de columnas al aumentar el TP en un 14.6% y disminuir el TNC en un 12.1%. En el vaciado de concreto en columnas se mejoró la productividad al aumentar el TP en un 6% y disminuir el TNC en un 10%.

Palabras clave: Carta de balance, optimización, productividad en la construcción.

ABSTRACT

The objective of this research work was to optimize productivity through the use of the balance charts tool in the items of column formwork and concrete pouring in columns in Educational Institutions, Puno.

The research is of an applied type of quantitative approach, descriptive-analytical level, non-experimental design. The population are all items of the project "Improvement of the educational service in the I.E.S. Francisco Bolognesi of C.P. de Sullca Moho - Puno ", the sampling is non-probabilistic because the sample was chosen for convenience, the sample is the items of column formwork and concrete pouring into columns. In the first instance, the productivity of the crews up to that moment was determined, Based on this, the corrective measures were analyzed and implemented, later a new measurement of the productivity of the crews was made.

From this work it is concluded that the balance charts tool significantly improved productivity in column formwork items by increasing the TP by 14.6% and decreasing the TNC by 12.1%. In the pouring of concrete in columns, productivity was improved by increasing the TP by 6% and decreasing the TNC by 10%.

Keywords: Balance sheet, optimization, construction productivity.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores principales para la economía de cualquier país, por lo que la revisión de novedosos sistemas y herramientas de gestión que se vienen implementando en las grandes empresas constructoras a nivel mundial, en los cuales obtuvieron muy buenos resultados, la cual amerita ver esto con muy buenos ojos. En el Perú, el sector construcción viene a representar un importante porcentaje del PBI nacional, no obstante este sector posee por característica fundamental el incumplimiento de los cronogramas e índices de calidad y productividad poco eficientes, como resultado de ello se aprecia un alto grado de pérdida de recursos (materiales, equipos y humanos). Lo cual se traduce en demoras en la entrega y bajas utilidades para las empresas de este rubro.

Gran parte de empresas del país y casi todas de la región aun aplican una metodología de construcción tradicional y obsoleto, procedimientos constructivos poco eficientes, existe el temor de implementar y aplicar las teorías de productividad en sus proyectos, en consecuencia, se encuentran en desigualdad respecto a las que si lo realizaron. De continuar con estas prácticas poco eficientes el sector construcción seguirá siendo poco competitivo y por ende el Perú no será competitivo frente a otros países de la región, esto repercutirá en el crecimiento económico del país.

Frente a este problema, es primordial investigar a fondo los valores reales de productividad, en especial el recurso mano de obra el cual tiene una incidencia considerable sobre el costo en la construcción de Instituciones Educativas en la Región de Puno, permitiendo determinar los diversos factores por los que estos valores de productividad llegan a ser inferiores, y con ello realizar propuestas de mejora. En la presente investigación se aplicó la herramienta cartas de balance, también denominada cartas de equilibrio de cuadrilla, para hallar la forma más óptima de realizar estas dos partidas motivo de la investigación. las cartas de balance viene aplicándose en proyectos de construcción de algunas ciudades del país, tal es el caso de Lima principalmente, países tal como Chile y Colombia en gran medida, entre otros; obteniendo resultados satisfactorios en la

productividad de obras y disminución de tiempo, ahorro de materiales y mano de obra.

Es así que se tiene como **problema general** de investigación a la siguiente interrogante: ¿En qué medida se optimizará la productividad mediante cartas de balance en las partidas de encofrado de columnas y concreto armado en columnas, Instituciones Educativas, Puno? Del cual se desprenden a su vez los **problemas específicos** que son las siguientes interrogantes: ¿Cómo es la productividad en partidas de encofrado de columnas y concreto armado en columnas? así mismo ¿Cómo se mejorará la productividad utilizando cartas de balance en la partida de encofrado de columnas? y por último ¿Cómo se mejorará la productividad utilizando cartas de balance en la partida de concreto armado en columnas?

Es importante mencionar que el trabajo de investigación obedece a objetivos marcados, para lo cual se tiene como **objetivo general**: Optimizar la productividad mediante cartas de balance en las partidas de encofrado de columnas y concreto armado en columnas, Instituciones Educativas, Puno. Del cual salen los **Objetivos Específicos** que son: Determinar la productividad en las partidas de encofrado de columnas y concreto armado en columnas, mejorar la productividad utilizando cartas de balance en la partida de encofrado de columnas y por ultimo mejorar la productividad utilizando cartas de balance en la partida de concreto armado en columnas.

Definido el problema y el objetivo de investigación se plantea la **hipótesis general** de investigación, de la siguiente manera: Utilizando la carta de balance se optimiza la productividad en partidas de encofrado de columnas y concreto armado en columnas, Instituciones Educativas, Puno. Las **hipótesis específicas** se plantean de la forma siguiente: La productividad es deficiente en partidas de encofrado de columnas y concreto armado en columnas, así mismo, utilizando la carta de balance se mejora la productividad en la partida de encofrado de columnas y por ultimo utilizando la carta de balance se mejora la productividad en la partida de concreto armado en columnas.

También es indispensable responder a las siguientes interrogantes ¿el porqué de la investigación? El cual viene a ser la **justificación** de la investigación, En la industria de la construcción, la optimización del recurso mano de obra es perjudicado por retrasos de la misma interna, también por retrasos del mismo sistema, puede ser un integrante del equipo de trabajo (obrero o máquina) aguardando que el otro integrante culmine la parte del trabajo que le corresponde. Esta situación genera demoras y periodos de tiempos en espera originados por interdependencias de los integrantes del equipo de trabajo. Este escenario afecta directamente la productividad y se traduce en la disminución de las utilidades en la construcción de obras. Asimismo en la Región Puno no se cuenta con estudios de productividad en las obras, no se sabe el porcentaje de eficiencia que se tiene en las obras, las cuales recurren a ampliaciones de plazo. También es primordial responder a la siguiente interrogante ¿para que se realiza la investigación? Se considera importante mejorar la productividad en la ejecución de proyectos, porque al concluir esta investigación se contará con una referencia para que en adelante pueda verse replicado y usado para estimar el rendimiento de las cuadrillas, puesto que este indicador está sujeto a diferentes factores que pueden afectar la misma. Es así que la herramienta cartas de balance es sumamente beneficiosa para planificar o equilibrar grupos de trabajadores y equipos en actividades de producción en volumen. Puede ser utilizado en las diferentes partidas y obras que se ejecuten en la Región Puno, puesto que al mejorar la productividad, los costos de ejecución serían menores y se tendría una mejor credibilidad en los periodos de ejecución planeados.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos a **Gómez & Morales (2016)**, realizaron un estudio basado en la identificación, eliminación y/o disminución de pérdidas en el proceso constructivo de edificaciones (acero, formaleta y concreto en placa, viga y columna) en la ciudad de Bogotá con el objetivo de incrementar la productividad. La metodología usada en la recolección de información fue el muestreo de campo. El cual posibilitó identificar los principales factores

causantes de pérdidas, entre los que se encuentran: esperas de material, desplazamientos, reproceso, clima, entre otros. La metodología empleada se dividió en tres etapas: Primera etapa, obtención de datos por medio del método de muestreo de campo; segunda etapa, procesamiento y análisis de Información, identificación de factores apreciados en los videos; tercera etapa, simula escenarios reales y escenarios optimizados según a los datos alcanzados, plantear sugerencias de mejora según a los resultados. En los resultados obtenidos producto de la investigación, se tienen valores de tiempo productivo de 55.3%, contributivo de 22.9% y no contributivo de 21.8%, Se logra apreciar que casi el 70% de las actividades no contributivas se dividen en tres aspectos: esperas, desplazamientos y ocio. Después del análisis se propone un 17.5% de disminución del tiempo total de la obra, pasando de 19.9 días por piso a sólo 16.4 días, lo cual es una ganancia muy significativa.

Por su parte **Arboleda (2014)**, realizo una investigación, con el objetivo de estudiar la productividad, rendimientos y el consumo de mano de obra en procesos constructivos, de 20 proyectos de edificación de la zona sur de Medellín. Tomando como problema la pésima planificación, el excesivo optimismo de los constructores a la hora de enfrentar cada proyecto que se intenta realizar, programaciones de obra limitadas, usos ficticios de recursos incluso presupuestos tan insuficientes que restringen la culminación del proyecto. De enfoque mixto, tipo aplicada, nivel descriptivo y corte transversal. De las mediciones realizadas a la muestra se observan valores de tiempo productivo de 50%, contributivo de 24% y no contributivo de 26%. La oportunidad de mejora se halla en los TNC, las que suman un 26% del total del tiempo. Contar con cuadrillas sobredimensionadas y/o desbalanceadas representa el factor más esencial, también el flujo de materiales y la poca supervisión es el origen de las esperas, descansos, necesidades fisiológicas y otros para que se genere un TNC mayor al óptimo.

Como **Antecedentes nacionales** tenemos a **Tullume (2019)**, quien realizó una investigación con el objetivo de optimizar la productividad en los distintos procesos constructivos de una edificación multifamiliar, aplicando la herramienta cartas de balance bajo un enfoque Lean. El autor concluye que se logró disminuir

del TNC del 20.18% a 14.98%, el TC aumentó del 34.5% al 36.76%, y el TP aumentó de 45.31% a 48.26%; la aplicación de nuevas metodologías y distintas herramientas marca un hito para abandonar los métodos y sistema tradicional que se utiliza en la construcción en la ciudad de Chiclayo y departamento de Lambayeque, y se inicie a aplicar nuevas herramientas con la finalidad de saber los niveles reales de productividad y llegar a una constante búsqueda de mejora continua.

Por su parte **Vilca (2014)**, realizó una investigación con el objetivo de optimizar la productividad general de un edificio multifamiliar por medio de la optimización de los procesos de las partidas de solaqueo y tarrajeo. Los resultados generales de las mediciones de los TP, TC y TNC en la partida de solaqueo fueron los siguientes: 37% de TP, 57% de TC y 6% de TNC; después de revisar el total de los resultados concluye que la cantidad de TP es ligeramente bajo (37%). Bien sabemos que en el Perú es habitual hallar TP de ese orden, se aspira a encontrar del orden de entre 40% y 50 %. Para la partida de tarrajeo se tiene que el 32% de TP, 59% de TC y 9% de TNC, la mejora en esta partida es 43% TP, 51% TC y 6% TCN. El autor concluye que alcanzó una disminución en el tiempo de ejecución del proyecto de 242 días a 229 días útiles, el cual se traduce en un ahorro de 13 días útiles. Esto significa una reducción del 5.4% en el tiempo de ejecución de obra. La aplicación de balance como herramienta para identificar los errores en un proceso, puede ser útil para encontrar anomalías o casos que se produjeron en procesos previos y que producen consecuencias subsiguientes.

Así mismo **Castillo y Flores (2016)**, realizaron un estudio con el fin de utilizar la carta de balance para mejorar la productividad de mano de obra en la edificación “Cerezos de Surco” Lima. La herramienta se utilizó en la etapa de ejecución del proyecto, dejando resultados alentadores. De tipo aplicada, enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, diseño no experimental, longitudinal y prospectivo. De los resultados alcanzados y el análisis realizado, se ha mejorado los TNC al reducir en 10.79% en la partida de encofrado, 16.70% en la partida de concreto de placas.

También se consiguió optimizar los TP al aumentar en 7.86% en la partida de encofrado, 8.40% en la partida de concreto de placas. De similar forma puede utilizarse la carta balance a diferentes obras, esperando alcanzar resultados alentadores en lo que respecta a optimización de la productividad del recurso humano (mano de obra).

2.2 BASES TEÓRICAS

La productividad: es un concepto amplio que hace referencia a una cantidad producida versus los recursos empleados, tal como lo mencionan. Botero & Alvarez (2004), “Una aproximación a la definición de productividad presenta la relación existente entre lo producido y lo gastado”, así mismo esta definición viene demostrada con la siguiente relación:

$$Productividad = \frac{Cantidad\ producida}{Recursos\ utilizados}$$

Productividad en la construcción: Dicho de una forma más amplia podemos decir que la productividad en la construcción es la eficiencia con los que son gestionados los recursos para llevar a cabo un proyecto, así lo menciona Serpell (1986), como “la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado” (p. 54).

La productividad en la construcción involucra la eficiencia y la efectividad, porque no habría razón de producir una parte del trabajo, si este manifiesta inconvenientes de calidad. Por ejemplo: que sirve producir varios metros cuadrados de tarrajeo, usando eficientemente el recurso mano de obra, si el tarrajeo presenta deficiencias de calidad, a tal punto que deberá ser retirado para rehacerlo nuevamente. Estudios desarrollados acerca de la ocupación del tiempo de los obreros en la construcción mencionan que la composición de trabajo de una jornada está compuesto por los siguientes tipos de trabajo.

Trabajo Productivo (TP): Es el trabajo que contribuye de manera directa a la construcción, con labores como por ejemplo: asentar ladrillos, vaciado de concreto, encofrados, etc.

Trabajo Contributivo (TC): Es el trabajo que debe ser desarrollado para que haya el trabajo productivo, dentro de tales actividades tenemos lo siguiente: instrucciones, mediciones, lectura de planos, transporte de insumos, orden y limpieza del área de trabajo, etc.

Trabajo No Contributivo (TNC): Tiempo en el cual el obrero no contribuye de ninguna forma en la ejecución del proyecto, es decir no aporta valor alguno, dentro de estas actividades tenemos: esperas, ocio innecesario, viajes o desplazamientos, re trabajos, etc.

Proceso productivo: El proceso productivo no solo es exclusividad de la industria de la construcción, toda transformación requiere de un proceso productivo, al respecto Serpell (1986), define que “La construcción es básicamente un proceso productivo y como tal debe ser administrado correctamente. Esto significa planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar todas las actividades del sistema productivo” (p. 54).

La gestión y administración en la industria de construcción, es un proceso dinámico, que está condicionado por muchos factores de los principales tenemos:

- Factores medioambientales del lugar
- Las condiciones físicas del terreno
- Los rendimientos, que están sujetos básicamente al hombre
- El contexto administrativo, legal, el presente, la logística y otros

El propósito de un proceso productivo es conseguir una elevada productividad, el cual se logra alcanzando una óptima eficiencia y efectividad, tal como se aprecia en la figura:

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS		
Pobre	Alta	
EFFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFFECTIVO Y EFICIENTE <u>ÁREA DE ALTA PRODUCTIVIDAD</u>	Alto
INEFECTIVO E INEFICIENTE	EFICIENTE PERO INEFECTIVO	Bajo
		OBTENCIÓN DE LAS METAS

Figura 1. Relación entre la eficiencia, efectividad y la productividad

Fuente: Pavez, González & Alarcón (2010), Mejoramiento de la Efectividad de Nuevas Filosofías de Administración de Construcción

El proceso productivo en la construcción, se caracteriza por que intervienen varios recursos, así lo definen Botero & Alvarez (2004), puesto que “Un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados”, los principales son los siguientes:

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinarias, herramientas y equipos
- Información

Podemos tratar de distintos tipos de productividad en la construcción, según los recursos mencionados:

Productividad de materiales, por su precio es primordial prever los desperdicios

Productividad de mano de obra, recurso principal puesto que es el recurso que marca el ritmo de trabajo en la construcción, puesto que de él depende la productividad de los demás recursos

Productividad de maquinaria, también es primordial por el costo elevado que significa, en consecuencia es fundamental racionalizar el uso de este en los proyectos, eliminando tiempos muertos.

Factores que influyen la productividad en la construcción: Según mencionan Gómez & Morales (2016), “Existe gran cantidad de factores que afectan de diferentes formas la productividad en los proyectos de construcción”. los profesionales encargados de la administración del proyecto, debe saber cuáles son positivos y cuales son negativos, así tomar cartas en el asunto respecto a estos últimos y reducir o en su defecto eliminarlos, así mismo promover aquellos que tienden a mejorar la productividad.

Algunos de los factores con consecuencias negativas sobre la productividad en proyectos de construcción, son los siguientes:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto
- Poca supervisión a los trabajadores
- Agrupamiento de obreros en espacios reducidos (sobrepoblación en el área de trabajo)
- Excesiva rotación de obreros
- Deficientes condiciones de seguridad en el trabajo que originan elevadas cifras de accidentes
- Composición inapropiada de cuadrillas de trabajo
- Mala distribución de materiales en obra
- Pésimo suministro de materiales, equipos y herramientas solicitados
- Estrictos controles de calidad
- Características de duración y magnitud de la obra que desmotivan al personal
- Factor clima y condiciones adversas en obra

Mejora de la productividad en la construcción: Tomando en consideración los factores que repercuten de manera negativa en la productividad, los encargados de dirigir la obra deben tomar medidas correctivas que lleven a solucionar los inconvenientes detectados, como meta de la mejora de la productividad. Para llevar a cabo lo antes mencionado, se sugiere continuar con

el ciclo del mejoramiento continuo de la productividad, plasmado en siguiente figura:

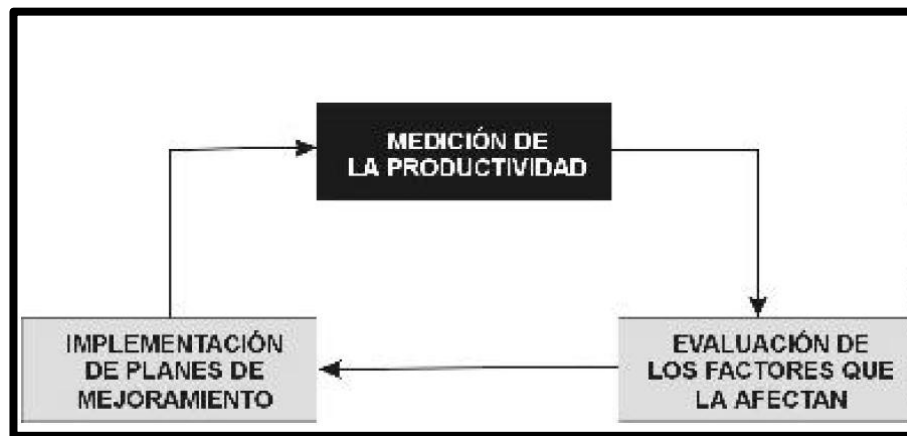


Figura 2. Ciclo de mejora continua de la productividad

Fuente: Koskela, Howell, Ballard & Tommelein (2002), The foundations of lean construction

Las distintas etapas para el mejoramiento continuo, necesitan de la realización de diferentes actividades en el proyecto.

- **Medir la productividad**, se realiza a través del registro de datos, procesamiento y un análisis estadístico. Para lo cual se usan los formatos confeccionados para esta causa, llamados formato de muestreo.
- **Evaluar la productividad**, usando los datos recabados para analizar el escenario actual de la obra detectando los problemas. Así de esta manera podemos implementar medidas correctivas, previa evaluación de alternativas.
- **Implementar planes de mejora**, diseñar una estrategia y actividades de mejora, realizando un monitoreo perenne para examinar la eficacia y resultado alcanzados.

La metodología puesta en práctica para medir la productividad persigue los objetivos que a continuación se muestran:

- Evaluación objetiva a la performance del proyecto
- Identificación del ciclo de mejoramiento continuo para posteriores etapas de construcción

- Efectuar un análisis de tendencias, planificando resultados para posteriores obras.
- Establecer el por qué una obra o actividad es más productiva que otras similares

Productividad de la mano de obra: El recurso mano de obra como un integrante del proceso productivo, resulta como una de las variables que influye la productividad, un objetivo de la mayoría de empresas es llegar a ser competitivos, esto solo se consigue elevando la productividad de sus procesos.

En la industria de la construcción intervienen varios recursos, pero no todos tienen la misma incidencia sobre la productividad, esto lo afirma Botero (2002), indicando que “La mano de obra es quizás el recurso más importante dentro de la construcción, pues de ella depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos y a ella corresponde el trabajo que, finalmente, construye los proyectos”, así mismo es el factor crítico, dado que aquí entra el lado humano, puesto que su comportamiento es muy complejo y poco predecible. En consecuencia para alcanzar el éxito en un proyecto resulta primordial lograr altos niveles de productividad de la mano de obra; para lograrlo se requiere la presencia de tres elementos:

- Deseo del trabajador para hacer trabajos buenos, el cual se consigue a través de la motivación.
- La preparación es primordial para el logro de un trabajo de calidad, esta tiene que ver con la capacitación y el conocimiento.
- La expertis para realizar la actividad, en donde una administración eficiente juega un rol primordial puesto que debe efectuar sus funciones de una forma eficaz y efectiva.

Productividad en la construcción en el Perú: En el Perú hasta hace dos décadas no se contaba con estudios sobre la productividad en la construcción es así que en el año 1999 el Dr. Virgilio Castillo junto a un grupo de estudiantes de la PUCP llevaron a cabo una investigación acerca del nivel de productividad en obras de construcción en Lima. Para lo cual analizaron 50 obras de Lima,

básicamente en el área de edificaciones. Este fue el primer estudio que llevaron a cabo respecto a este tema, era todo un reto puesto que no hubo investigaciones previas, por lo que decidieron conocer el nivel de competitividad de las constructoras del país y de esta manera compararlas con investigaciones de otros países. Del estudio de 50 obras analizadas en Lima dieron como resultado los siguientes porcentajes:

Tabla 1. Resultado de mediciones, ocupación de tiempo 50 obras en Lima

	TP	TC	TNC
PROMEDIO LIMA	28%	36%	36%
MÍNIMO TP	20%	35%	45%
MÁXIMO TP	37%	36%	26%

Fuente: Ghio (2001), Productividad en obras de construcción.



Figura 3. Porcentaje de ocupación del tiempo

Fuente: Ghio (2001), Productividad en obras de construcción

De estos resultados obtenidos concluyeron que se identificó un trabajo productivo (TP) alrededor del 28% manifiestan que del 100% del tiempo, solo un 28% del personal lo emplea a labores productivas. Lo cual significa que mejorando la gestión en la obra, incrementando la capacidad de producción de

las cuadrillas, se lograría optimizar este porcentaje del tiempo empleado al TP. En consecuencia, elevar la productividad en toda la obra.

Tabla 2. Tiempo empleado en obras con manejo optimizado de la productividad

	TP	TC	TNC
Valores promedio	60%	25%	15%

Fuente: Ghio (2001), Productividad en obras de construcción.

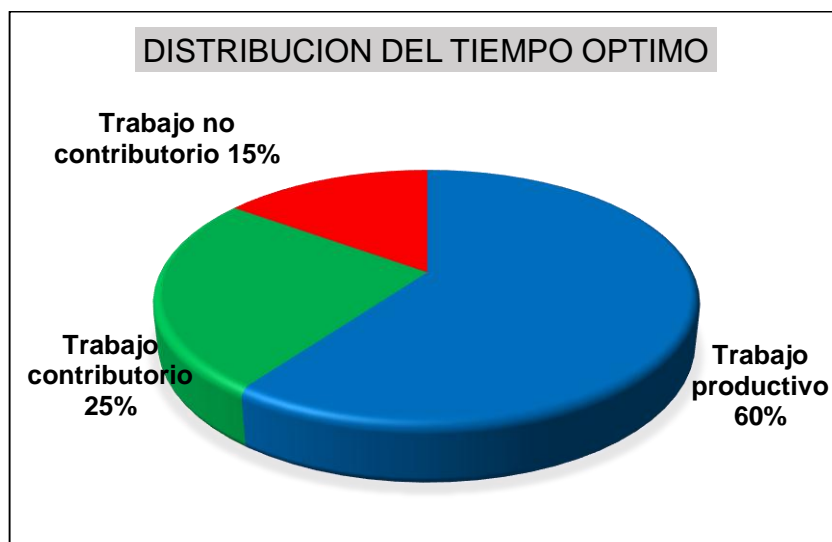


Figura 4. Porcentaje de tiempo en obras con manejo optimizado de la productividad
Fuente: Ghio (2001), Productividad en obras de construcción

Cartas de balance: Es una herramienta que sirve para determinar la distribución del tiempo que se emplea en una actividad en la construcción, así mismo Serpell & Verval (1990), definen que “La carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de una cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad”. Los recursos son representados en gráficos los mismos se dividen en el tiempo según una secuencia de actividades también considera los tiempos no productivos. Este registro de mediciones contribuirá para que tengamos una secuencia del proceso constructivo, así más adelante poder mejorar el proceso o partida analizado.


A lo largo del tiempo, “El análisis de operaciones por medio de una carta de balance ha sido empleado por muchos años en la Ingeniería Industrial, para estudiar la eficiencia de las combinaciones hombre-máquina” (Serpell & Verval, 1990). Posteriormente se dio a conocer su aplicación en la industria de la Construcción con resultados muy alentadores.

Ahondando en el tema Serpell & Verval (1990), también determinan que “el objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente”, esta definición nos indica claramente que no es exigir más al personal, si no ubicarlos en los lugares adecuados para que desempeñen las actividades que se les asigne.

Para optimizar la productividad de la cuadrilla puede hacerse lo siguiente: delegar tareas entre los integrantes, corregir el tamaño de la cuadrilla o poner en práctica un cambio tecnológico que cambie favorablemente todo el proceso constructivo, así alcanzar una eficiencia óptima en todo el procedimiento de la partida analizada. Este esfuerzo será con la finalidad de incrementar el TP y reducir los TNC. Un aspecto primordial, el cual se tiene que tener en consideración es direccionar el análisis en busca de la disminución de tiempos no productivos, con el cual queremos decir incrementar los rendimientos de mano de obra reales.

Indistintamente de los flujos, al analizar procesos eficientes no se consideran actividades en grupo, más bien se centra en una sola actividad y pretende conducir esa actividad en particular a una serie de procesos convenientes en pos de alcanzar una eficiencia adecuada. Al estudiar una actividad como tal, sin verla como una serie de procesos productivos que en su grupo puedan incluir el total de la actividad, probablemente se obvian muchos detalles los cuales son los que establezcan el nivel de eficiencia de la actividad. La palabra eficiencia quiere decir obtener más con mínimos recursos, podemos hablar de tiempo o del recurso mano de obra. Por lo que el propósito de realizar los intentos de elevar la eficiencia de cualquier actividad de una construcción (habilitación de acero, encofrado de losa y otros) es realizar tal actividad de manera que se usen pocos recursos y se consigan los mismos resultados que al inicio.

Para lograr elevar la eficiencia de un trabajo en específico se recurre al uso de varias herramientas, sin embargo en todos ellos es fundamental tener en consideración los detalles del desarrollo de la actividad, el proceso constructivo usado, la utilización de la tecnología, la clase de materiales, la dimensión de la cuadrilla, las esperas que se generan, la logística de materiales, entre otros. (Ver figura 5).



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CARTA DE BALANCE

Fecha:

Página 1 de 1

PROYECTO:

ACTIVIDAD:

MUESTREADOR:

DESCRIPCIÓN:

Nº FORMULARIO:

FECHA:

HORA INICIO:

1

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

MED	HORA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	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												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												

Clasificación del Recurso:

	Actividad	Nombre / Código
I		
II		
III		
IV		

Figura 5. Formato carta de balance

Factores a considerar para la aplicación de la carta de balance:

a) Número de obreros: La cantidad de obreros a considerar en la medición dependerá del tipo de actividad a analizar. Se sugiere que no deben ser pocos los obreros, puesto que estos datos obtenidos no reflejaran la realidad. También se sugiere no hacer mediciones de un número elevado de obreros puesto que representaría un trabajo complicado, de seguro resultaría siendo imposible elaborar una carta de balance correcta o quizá nos muestre resultados irreales. Lo conveniente sería realizar varias mediciones posibles, para alcanzar un buen registro de datos en la carta de balance. El número óptimo de obreros sería del rango entre 5 a 12.

b) Duración de la medición: El tiempo para realizar una medición no debe ser menos a 30 minutos, “La frecuencia aconsejada de muestreo es de intervalos de uno a dos minutos, con no menos de treinta observaciones (30 minutos) en total, o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos” (Serpell & Verval, 1990). Para alcanzar resultados estadísticamente válidos, sugieren analizar las actividades que demanden cantidades de tiempo elevados (300 minutos promedio). Existen actividades que por su naturaleza no será necesario medir toda la jornada de trabajo, sin embargo existen otras actividades que por su misma naturaleza demoran más tiempo que otras.

Se presenta algunos alcances:

- En actividades con un alto grado de incidencia el presupuesto (encofrados, habilitación de acero y vaciado de concreto) deberá de cubrirse la mayor cantidad de tiempo posible, desde el inicio de la jornada hasta su culminación si fuera posible. Ejemplo, la cuadrilla de encofradores trabaja de 9am a 2pm, deberá realizarse una carta de balance por ese tiempo. Se repite lo mismo para todas las partidas que tienen más incidencia en el presupuesto del proyecto.
- En el caso de actividades que se repiten, no es necesario realizar las mediciones durante toda la jornada de trabajo, bastará con que se termine un ciclo de trabajo de dicha actividad. Ejemplo, el encofrado de columnas no requiere de mucho tiempo, estamos hablando de una unidad, en este caso

se hace repetitivo, también el vaciado de concreto en columnas se vuelve repetitivo al concluir cada unidad.

Es cierto que, a mayor cantidad de mediciones realizadas, mejor será la exactitud de los resultados. También mucho tiene que ver el grado de precisión que se desea alcanzar en el estudio.

c) Cantidad de mediciones: Una actividad requiere varias mediciones de ello depende que tan confiable será los resultados. Es recomendable realizar mínimamente dos mediciones por actividad, en el caso que se realicen mediciones cortas se sugiere realizar en diferentes horarios, por la mañana y por la tarde, puesto que la fuerza y ánimo de los obreros varía según las condiciones, en el caso que se observe una variación considerable entre los resultados alcanzados en ambas mediciones, es necesario realizar una nueva medición. Resulta primordial hacer mención que cuando se lleve a cabo la medición no deberá existir irregularidades en la cuadrilla, quiere decir que se realice la medición cuando todos los integrantes de la cuadrilla estén presentes y bajo las mismas condiciones de trabajo.

La carta de balance se realiza con el objetivo de analizar si la cuadrilla está correctamente equilibrada y balanceada, así mismo es posible ver si es eficiente el método constructivo utilizado. Mas no calcula la eficiencia de cada uno de los obreros, tampoco es el objetivo que los obreros sean más exigidos, más bien es hacer un trabajo con mucha inteligencia.

Ventajas de utilizar la carta de balance

- Permite conocer los niveles de productividad por cada cuadrilla de obra
- Detecta las pérdidas más incidentes a nivel de cuadrillas
- Herramienta con alta visibilidad en los tiempos tomados por cada trabajador por cada proceso.
- Identifica demoras en cada proceso
- Disminución en los costos y tiempo de obra
- Entender la secuencia constructiva real que se está utilizando
- Descripción del flujo de proceso
- Optimizar el proceso y posibilidad de introducir un cambio tecnológico

- Permite detectar cuadrillas sobredimensionadas o sobre exigidas
- Recalcular tiempos y rendimientos en cada proceso
- Nos permite evaluar si el proceso constructivo adoptado es el adecuado

Algunas teorías relacionadas con el tema

Carta de Balance: Herramienta que usando datos estadísticos, representa de manera detallada el proceso productivo de una actividad en particular, de esta manera ir en busca de su optimización.

En la carta de balance se toman intervalos de tiempo cortos (uno o dos minutos) de la actividad que realiza cada uno de los obreros. Dichas actividades están clasificadas o categorizadas en tres tipos de trabajo: TP, TC y TNC.

Desperdicio: definimos a cualquier pérdida que se produce por actividades que comprenden directa o indirectamente costos, sin embargo no agregan ningún valor al producto final.

Velocidad: Cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo.

Rendimiento: Cantidad de recursos utilizados para realizar unidades de producción.

Flujo: Movimiento de los insumos y/o información a través de la red de unidades de producción.

Trabajo productivo (TP): Actividad que genera un aporte de manera directa a la producción.

Trabajo contributorio (TC): Actividad de apoyo, que se debe realizar para que pueda ejecutarse el trabajo productivo.

Trabajo no contributorio (TNC): Toda actividad que no agrega valor alguno y es considerado como desperdicio o pérdida.

Cuadrilla: Grupo de trabajadores destinados a cumplir una tarea específica en la construcción.

Optimizar: Ir en busca de mejoras del resultado, mayor eficacia y mayor eficiencia en el cumplimiento de una tarea. Tenemos como sinónimos, mejorar, optimizar, perfeccionar, entre otros. Por el contrario los antónimos vendrían a ser desmejorar o empeorar.

Buffer: Por la variabilidad que existe en la construcción, los buffers vienen a ser los “colchones de trabajo” que se planifican para que, ante cualquier eventualidad, se realicen estos trabajos de reserva.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

El trabajo corresponde a una investigación de tipo aplicada, porque el propósito es resolver el problema de los desperdicios generados en obra al evaluar los indicadores propuestos. Es aplicar la teoría en la práctica para dar solución a los problemas existentes de manera que beneficia a la industria de la construcción al plantear la mejora y optimización de la productividad del recurso humano. De enfoque cuantitativo, puesto que se busca cuantificar en porcentaje de tiempo las mediciones de los indicadores propuestos.

Nivel de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación de nivel descriptivo analítico, puesto que describe los flujos y procesos de las actividades a desarrollarse para la medición de los indicadores y dar a conocer el comportamiento de la variable independiente sobre la variable dependiente, necesita de una descripción y comprensión a fondo de las situaciones actuales, mediante la recolección de datos.

Diseño de investigación

La investigación corresponde a un diseño no experimental porque se realiza sin manipular deliberadamente los indicadores, Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y cual se presentan en su contexto natural para posteriormente someterlos a un análisis. Para esta investigación se medirá la

utilización del tiempo asignado a una determinada cuadrilla para realizar una actividad. De corte transversal porque es de tipo observacional en el cual se recogen datos de la muestra repetitivamente por un periodo de tiempo dado, para este caso se estudia a una misma cuadrilla de manera repetida en intervalos de tiempo de un minuto durante la jornada de trabajo.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variables

- Variable independiente: Cartas de balance
- Variable dependiente: Productividad

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE O UNIDAD DE MEDIDA
Variable Independiente: Cartas de balance	También llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos (aprox. 30 min.) en función a los recursos que participan en la actividad analizada “El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente.” (Serpell 1990)	En base a datos estadísticos se tiene como finalidad obtener la distribución del tiempo destinado para ejecutar la partida de encofrados y vaciado de concreto en columnas, TP, TC y TNC. con lo cual se realiza el analisis y la posterior toma de medidas correctivas para mejorar la productividad de la mano de obra.	Balanceo de cuadrilla en Encofrado de columnas	Tamaño de la cuadrilla	Numero de obreros
			Balanceo de cuadrilla en concreto armado	Tamaño de la cuadrilla	Numero de obreros
			Productividad en encofrado y concreto sin cartas balance	distribucion del tiempo empleado en realizar las actividades	% de tiempo
V. D. 1: Productividad en encofrado de columnas	(Botero y alvarez, 2004) sostiene que la productividad es “una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”.	Relación de la cantidad producida entre los recursos empleados. Está asociada a un proceso de transformación en la cual ingresa un recurso para producir un bien, en nuestro caso Mano de Obra. Según los estudios de ocupación de los trabajadores, se consideró que pueden realizar 3 actividades; TP, TC y TNC.	Productividad con cartas de balance para encofrado de columnas	Tiempo productivo	% de tiempo
V. D. 2: Productividad en concreto armado en columnas				Tiempo contributorio	% de tiempo
				Tiempo no contributorio	% de tiempo
			Productividad con cartas de balance para concreto armado en columnas	Tiempo productivo	% de tiempo
Tiempo contributorio				% de tiempo	
Tiempo no contributorio				% de tiempo	

Figura 6. Matriz de operacionalización de variables

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

También llamado universo, es un conjunto de elementos que poseen una característica común, para la presente investigación la población son todas las partidas que conforman el proyecto "Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sullca Moho- Puno"

Muestra

Subconjunto de la población, para la presente investigación la muestra que se eligió y analizará, son las partidas de encofrado de columnas y vaciado de concreto en columnas.

Muestreo

El procedimiento que determina los elementos que pertenecerán a la muestra se denomina técnicas de muestreo, y depende del tipo de investigación. Para el presente estudio se hizo el muestreo no probabilístico, técnica en el que el autor escoge la muestra basado en un juicio subjetivo en vez de realizar la elección al azar; para el cual se eligió por conveniencia porque la selección de los elementos de la muestra está basada por la accesibilidad y el criterio del investigador procurando que estas posean una representatividad de la población.

Unidad de análisis

El personal obrero que interviene en una partida para ejecutar los trabajos de encofrado y vaciado de concreto en columnas será el objeto de estudio el mismo que viene a ser la unidad de análisis en la presente investigación, ya que al desempeño de estos se le realizarán las mediciones para la recolección de datos.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas de recolección de datos

- Observación

Es una técnica fundamental para identificar la problemática que se presenta en el caso de estudio, así mismo obtener los datos de las mediciones a realizar, la cual se basa en registrar los resultados en los formatos estandarizados de manera directa y confiable.

- Revisión y análisis de documentos

Se basa en la obtención de la información de distintas fuentes bibliográficas científicas que aporten a la investigación sobre el comportamiento de nuestra muestra. Se emplearon tesis y artículos científicos que mantienen relación con el objetivo del estudio de la investigación, las mismas son usadas como referencia y contraste de las conclusiones alcanzadas al terminar el estudio.

Instrumentos de recolección de datos

Es el medio en el cual se recolecta la información resultado de la observación, así mismo Hernandez, Fernández & Baptista (2010), afirman que “Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. En términos cuantitativos: capturo verdaderamente la "realidad" que deseo capturar” (p. 276).

El instrumento usado para la recolección de datos es el formato carta de balance, con la finalidad de evaluar la ocupación del tiempo (TP, TC y TNC) previo y posterior de implementar medidas correctivas para la mejora (ver anexos).

a) Credibilidad del instrumento de recolección de datos

Para el formato carta de balance al ser un instrumento en el cual se muestra los resultados alcanzados en términos de porcentaje, su confiabilidad está determinada por el método de estimación de proporciones, que específicamente en la industria de la construcción se manifiesta así, en consecuencia Serpell & Verval (1990), indican que:

Por razones estadísticas se recomienda que, en general, en cualquier programa de muestreo se realicen no menos de 384 observaciones, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de + 5% [...]. En la construcción, los valores normales para el caso de dos categorías (trabajando y no trabajando) varían entre un 30% y un 70%, (p. 180).

b) Legitimidad del instrumento de recolección de datos

En el presente trabajo de investigación, el instrumento pasará una evaluación ante especialistas con amplia trayectoria (juicio de expertos) en gestión y dirección de obras de edificación (ver anexo), habiendo sido esta validación, la determinada para aceptar la utilización del instrumento carta de balance, en concordancia a esto Hernandez, et al. (2010) puntualiza que:

Otro tipo de validez que algunos autores consideran es la validez de expertos o face validity, la cual se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con “voces calificadas”. Se encuentra vinculada a la validez de contenido y, de hecho, se consideró por muchos años como parte de ésta. Hoy se concibe como un tipo de evidencia distinta. Regularmente se establece mediante la evaluación del instrumento ante expertos, (p. 284).

3.5 PROCEDIMIENTOS

Para realizar la presente investigación, el procedimiento se desarrolla en tres etapas.

I Etapa: Reconocimiento y registro de datos en campo

- En primer lugar se identifican el total de las actividades que se desarrollan para conseguir el objetivo que es el encofrado y vaciado de concreto en columnas, posterior a esto dividir en grupos los trabajos productivos, contributivos y no contributivos. Es primordial tener en consideración toda actividad o trabajo puesto que toda esta información es útil para posteriormente realizar el diagrama flujo del proceso, así mismo contar cronométricamente que cantidad de tiempo destina cada elemento de la cuadrilla para realizar las mencionadas actividades.
- Una vez identificado y clasificado los tipos de trabajo, se procede a registrar los datos de las mediciones de cada una de las partidas analizadas (encofrado y vaciado de concreto en columnas), por un tiempo de total de 60 minutos cada partida, a fin de llevar a cabo el registro de datos las actividad es indispensable contar con el formato carta de balance, en el que lleve a cabo el registro de la cuadrilla a analizar, también un recuadro donde se describan

el total de actividades del proceso numeradas y codificadas, para lo cual se necesita un lápiz, cronómetro, cámara de y/o fotográfica y ubicarse en un punto estratégico, de donde pueda tenerse un panorama completo del área de trabajo, dicho registro se realiza en horarios y días diferentes.

II Etapa: Procesamiento y análisis de la información

Con los datos obtenidos en campo en el formato carta de balance, se procede a ingresar todos los datos al programa Microsoft Excel, para realizar el procesamiento, de manera que podamos comprobar la hipótesis planteada. Así determinar el tiempo que le dedica cada obrero de la cuadrilla analizada, a cada uno de los trabajos identificados dentro de (TP), (TC) y (TNC) de las partidas analizadas (encofrado y vaciado de concreto en columnas). Posteriormente se analizarán los tiempos de la cuadrilla completa y de cada integrante de la cuadrilla.

III Etapa: Resultados y recomendaciones

Terminado el procesamiento y análisis de datos, obtendremos como primer resultado la productividad actual de la cuadrilla analizada. productividad de cada obrero, distribución del tiempo empleado en la ejecución de la partida encofrado y vaciado de concreto en columnas, porcentaje de tiempo dedicado al trabajo TP,TC y TNC.

Con la carta de balance como herramienta de análisis y mejora, observaremos los errores en los que se están incurriendo en la ejecución, también tendremos la certeza de si las cuadrillas analizadas están correctamente dimensionadas o equilibradas. Posteriormente se realizarán las medidas correctivas y recomendaciones para la implementación de mejoras de las partidas analizadas. Finalmente concluimos con la investigación. La metodología empleada se resume en la siguiente figura.

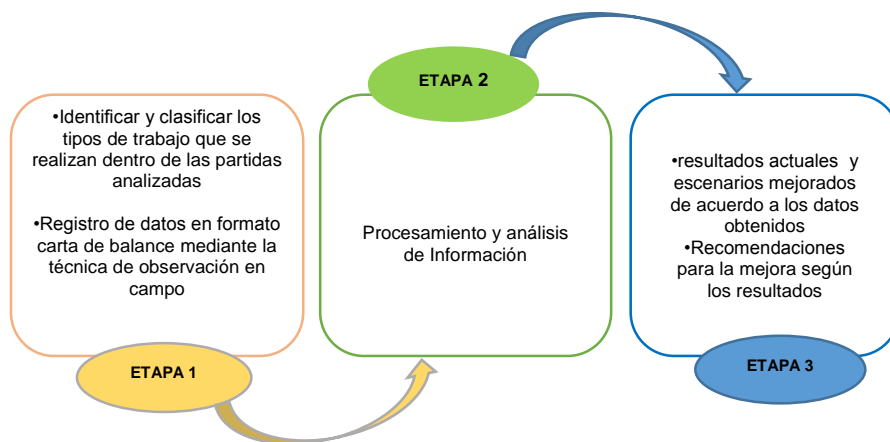


Figura 7. Procedimiento de la metodología desarrollada

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el proyecto de investigación en el proceso de obtención de datos se utilizarán formatos estandarizados carta de balance, con el propósito de registrar los datos de las mediciones realizadas en campo; se utilizará el programa Microsoft Excel para facilitar el procesamiento de la información con la finalidad de probar las hipótesis planteadas, la estadística se dará de forma descriptiva con presentación de cuadros, organizaciones y gráficas.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

Para la elaboración de la presente investigación se contempla los procedimientos apropiados, respetando los principios de ética para iniciar y concluir los mecanismos según el reglamento de grados y títulos de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo. Toda la información detallada, la data que se incluirá en el trabajo de investigación serán fidedignas. Por tanto, con la finalidad de no incurrir en transgresiones a la ética, como el plagio, datos falsos, citas de fuentes bibliográficas.

Las citas que aparecen en el proyecto de investigación pertenecen a libros, artículos científicos extraídos de revistas de alto impacto y tesis de repositorios universitarios, citados en las referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS

Utilización de la herramienta cartas de balance en el proyecto elegido

4.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Proyecto denominado "Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del Centro Poblado de Sulca Distrito y Provincia de Moho - Puno", cuenta con un presupuesto de S/. 2'835,280.89.

El proyecto es ejecutado y financiado por el Gobierno Regional de Puno

4.1.1 Descripción del proyecto en evaluación

El proyecto consta de un pabellón de dos niveles con tres ambientes en cada nivel, además de escaleras de acceso con un área total construida de 335 metros cuadrados.

4.2 PARTIDAS ANALIZADAS

4.2.1 Encofrado de columnas

El encofrado, tiene por objetivo dar la forma, soportar la armadura y el concreto en el transcurso de fraguado de la estructura (columna), a continuación en la figura se muestra los pasos y elementos del encofrado de columnas.

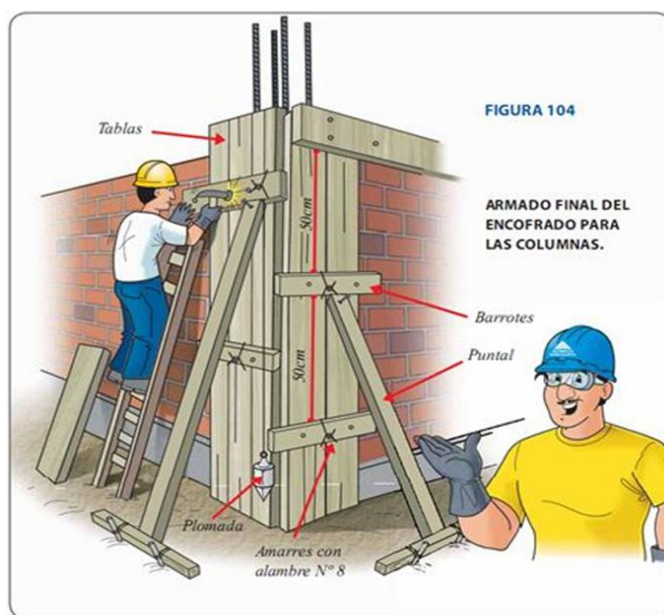


Figura 8. Proceso constructivo del encofrado de columnas

Fuente: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-de-construccion-para-propietarios/encofrado-de-columnas>

Reconocimiento e identificación de actividades productivas, contributorias y no contributorias

Para el desarrollo de las cartas de balance en la partida de encofrado de columnas es importante tener en consideración los diversos tipos de actividades en la partida de encofrado de columnas. Hablamos de los TP, TC y TNC, que conforman la partida. Así mismo, el tamaño, la conformación y ubicación de la cuadrilla de trabajo. El objetivo es conocer cómo se distribuye el tiempo de toda la cuadrilla, tanto individual como grupal, posteriormente realizar el análisis correspondiente e implementar medidas correctivas, mejoras o soluciones a los problemas que puedan evidenciarse a raíz de los resultados obtenidos.

En la tabla se presenta las actividades que se desarrollan y que son parte del trabajo productivo de la partida.

Tabla 3. Trabajos productivos en encofrado de columnas

CÓDIGO	TRABAJO PRODUCTIVO
1	Colocación de paneles
2	Amarre y/o clavado
3	Plomado de encofrado
4	Apuntalado de encofrado

En la tabla se presenta las actividades que se desarrollan y que son parte del trabajo contributorio de la partida.

Tabla 4. Trabajos contributorios en encofrado de columnas

CÓDIGO	TRABAJO CONTRIBUTORIO
A	Preparación de amarres
B	Armado de paneles
C	Curado de paneles
D	Mediciones
E	Transporte de insumos
F	Corte de madera
G	Instrucciones/planos
H	Orden y limpieza del área

En la tabla se presentan las actividades que no generan valor y son clasificados como parte del trabajo no contributivo de la partida.

Tabla 5. Trabajos no contributivos en encofrado de columnas

CÓDIGO	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
M	Esperas
N	Viajes
O	Utilizar celular
P	Hablar entre compañeros
Q	Descanso/tiempo ocioso
R	SS.HH.
S	Trabajos rehechos
T	Ausencias

Diagrama de flujo de la partida

Es una representación ordenada de cada una de las actividades que comprende el total del proceso de la partida, para disponer de un diagrama estructurado. Tal cual se ve en la figura, hay actividades contributivas que deben llevarse a cabo con la única finalidad de alcanzar las actividades que constituyen los TP.

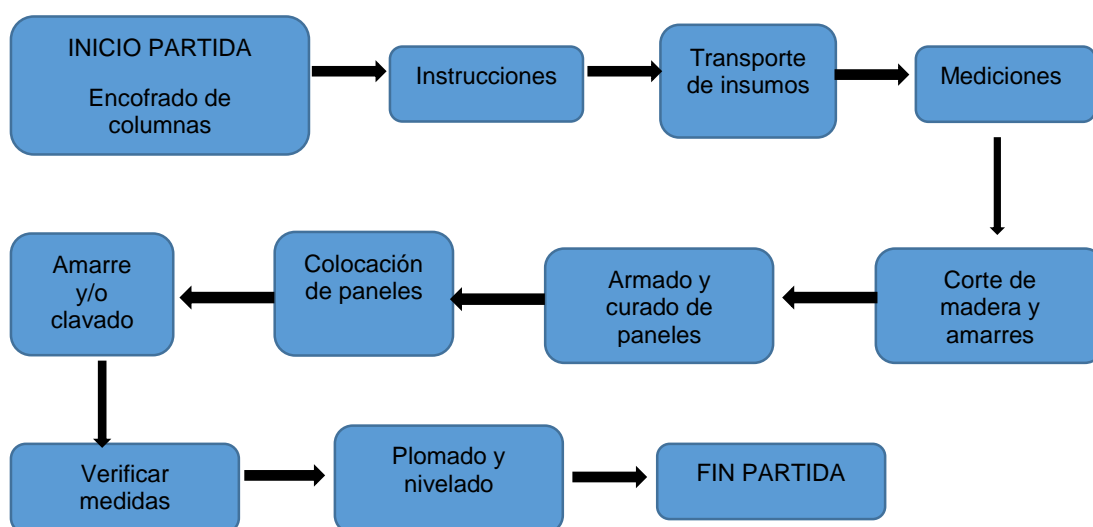


Figura 9. Diagrama de flujo de actividades en la partida de encofrado de columnas

Distribución del personal utilizado

La cuadrilla que ejecutó la partida encofrado de columnas está conformada por seis integrantes, 3 Operario, 2 Oficial y 1 peón, los cuales están encargados de realizar todas las actividades que constituyen la partida, tal como se presenta en la tabla.

Tabla 6. Cuadrilla de trabajo en la partida de encofrado de columnas

CÓDIGO	CARGO
Obrero 01	Operario
Obrero 02	Operario
Obrero 03	Operario
Obrero 04	Oficial
Obrero 05	Oficial
Obrero 06	Peón

Resultados y gráficos por trabajador

Se analizó la partida encofrado de columnas del primer nivel para el registro de las mediciones; está sirvió para ver la productividad hasta ese momento, para ver las deficiencias, analizarlas y aplicar las medidas correctivas y las mejoras a implementarse. El registro obtenido en campo en los formatos cartas de balance se muestra en los anexos.

En la figura se muestra el resumen de los tiempos que cada actividad abarca y por cada integrante de la cuadrilla.

Trabajo	Actividad	OBREROS											
		I		II		III		IV		V		VI	
		Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%
TP	1	10	41.7%	7	58.3%	3	40.0%	1	16.7%	0	0.0%	0	0.0%
	2	11		8		10		5		0		0	
	3	2		12		7		1		0		0	
	4	2		8		4		3		0		0	
	Sub total	25		35		24		10		0		0	
TC	A	0	21.7%	0	18.3%	0	48.3%	0	51.7%	0	60.0%	10	58.3%
	B	4		5		7		12		10		0	
	C	0		0		0		0		0		9	
	D	1		6		9		2		6		0	
	E	0		0		2		1		2		10	
	F	8		0		11		13		13		0	
	G	0		0		0		0		5		3	
	H	0		0		0		3		0		3	
	Sub total	13		11		29		31		36		35	
TNC	M	10	36.7%	1	23.3%	5	11.7%	6	31.7%	7	40.0%	8	41.7%
	N	0		2		0		0		0		0	
	O	4		1		0		0		4		2	
	P	2		6		2		4		4		2	
	Q	2		0		0		2		3		3	
	R	2		1		0		2		4		4	
	S	2		0		0		1		0		0	
	T	0		3		0		4		2		6	
	Sub total	22		14		7		19		24		25	
TOTAL		60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%

Figura 10. Tiempo y porcentaje de actividades por obrero de la partida encofrado de columnas

En la figura se aprecia los porcentajes de tiempo de cada obrero, en el cual podemos ver como emplean el tiempo cada uno de los obreros, cuál de ellos tiene mejor productividad y cual no, según la tarea asignada.

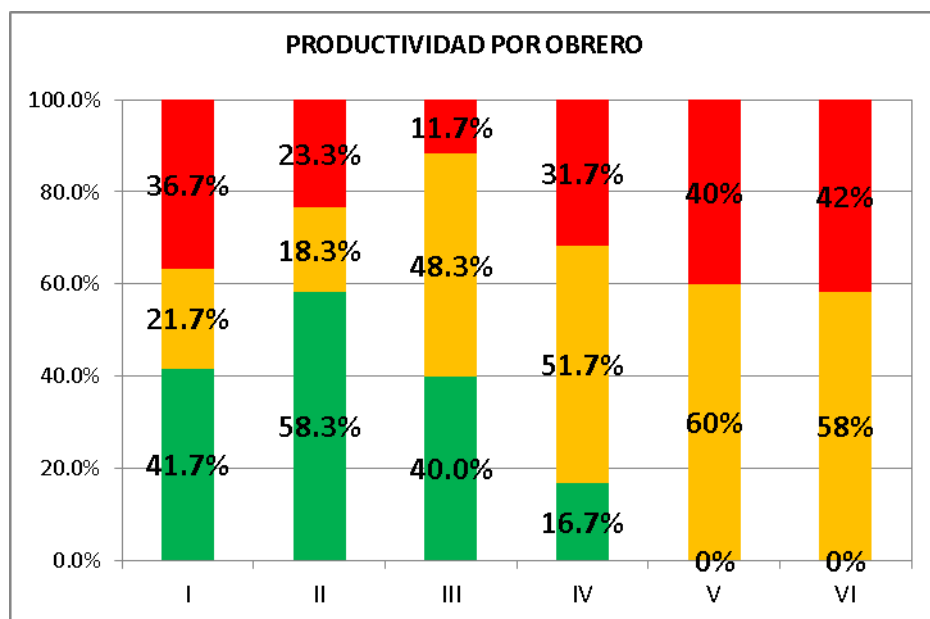


Figura 11. Productividad de cada obrero en la partida encofrado de columnas

De los resultados obtenidos se realizó un análisis minucioso al comportamiento de la cuadrilla, respecto a cómo emplearon el tiempo cada obrero durante la medición, posteriormente se realizó una serie de observaciones a cada uno de ellos, así adoptar las medidas correctivas que la situación lo requiera.

Obrero	Observación
I	El operario dedica mayormente el tiempo al TP, específicamente a las actividades de colocación de panel y amarres y/o clavado del encofrado en columna; notamos que puede optimizar si se disminuyen los tiempos más incidentes del TNC, tal es el caso la espera, usar celular y re trabajos principalmente.
II	El operario muestra un trabajo homogéneo y es el que más dedica el tiempo al TP, nivelación y plomeado, apuntalado, amarres y colocación de panel en la partida encofrado en columnas; vemos que el operario tiene una productividad cercano al óptimo, se puede optimizar si se disminuyen los tiempos más incidentes del TNC, ausencia y hablar entre compañeros.
III	El operario en su mayoría dedica el tiempo al TC, corte de madera, mediciones y armado de paneles; puede mejorar el TP si reduce el tiempo en corte de madera, delegando parte de esta a un oficial; el tiempo dedicado al TNC es mínimo, resaltando las esperas que pueden disminuirse.
IV	El oficial dedica la mitad del tiempo al TC, corte de madera y armado de paneles en gran medida; puede mejorar el TP si disminuye los TNC, principalmente las esperas, conversaciones y ausencia.
V	El oficial dedica más de la mitad del tiempo al TC, corte de madera y armado de paneles en gran medida; puede mejorar el TP si disminuye los TNC, principalmente las esperas, conversaciones, uso de celular y descanso.
VI	El peón dedica más de la mitad del tiempo al TC, transporte de insumos, preparación de amarres y curado de paneles en gran medida; puede mejorar el TC y TP si se disminuye los TNC, principalmente las esperas, ausencia, uso de celular y conversaciones.

Figura 12. Observaciones de la partida encofrado de columnas

Resultados y gráficos por cuadrilla

En la figura se muestra el resumen del tiempo que la cuadrilla dedica a cada actividad que se encuentra dentro del TP, TC, y TNC. Así mismo el porcentaje que estos representan.

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Parcial	Total	Incidencia total	Incidencia por trabajo	%
TP	1	Colocación de paneles	21	94	5.83%	22.34%	26%
	2	Amarre y/o clavado	34		9.44%	36.17%	
	3	Plomado y nivelado	22		6.11%	23.40%	
	4	Apuntalado de encofrado	17		4.72%	18.09%	
TC	A	Preparación de amarres	10	155	2.78%	6.45%	43%
	B	Armado de paneles	38		10.56%	24.52%	
	C	Curado de paneles	9		2.50%	5.81%	
	D	Mediciones	24		6.67%	15.48%	
	E	Transporte de insumos	15		4.17%	9.68%	
	F	Corte de madera	45		12.50%	29.03%	
	G	Instrucciones/planos	8		2.22%	5.16%	
	H	Orden y limpieza del área	6		1.67%	3.87%	
TNC	M	Esperas	37	111	10.28%	33.33%	31%
	N	Viajes	2		0.56%	1.80%	
	O	Utilizar celular	11		3.06%	9.91%	
	P	Hablar entre compañeros	20		5.56%	18.02%	
	Q	Descanso/tiempo ocioso	10		2.78%	9.01%	
	R	SS.HH.	13		3.61%	11.71%	
	S	Retrabajo	3		0.83%	2.70%	
	T	Ausencia	15		4.17%	13.51%	
TOTAL			360	360	100.0%		100.0%

Figura 13. Tiempo y porcentaje total de actividades por cuadrilla de la partida encofrado de columnas

En la figura se muestra el porcentaje de tiempo que cada actividad representa, del cual podemos ver que la actividad que más tiempo ocupa dentro del TP es el amarre y clavado del encofrado con un 9%, dentro del TC la actividad que mayor tiempo ocupa es el corte de madera con un 13% y finalmente dentro del TNC la actividad que mayor tiempo ocupa son las esperas con un 10%.

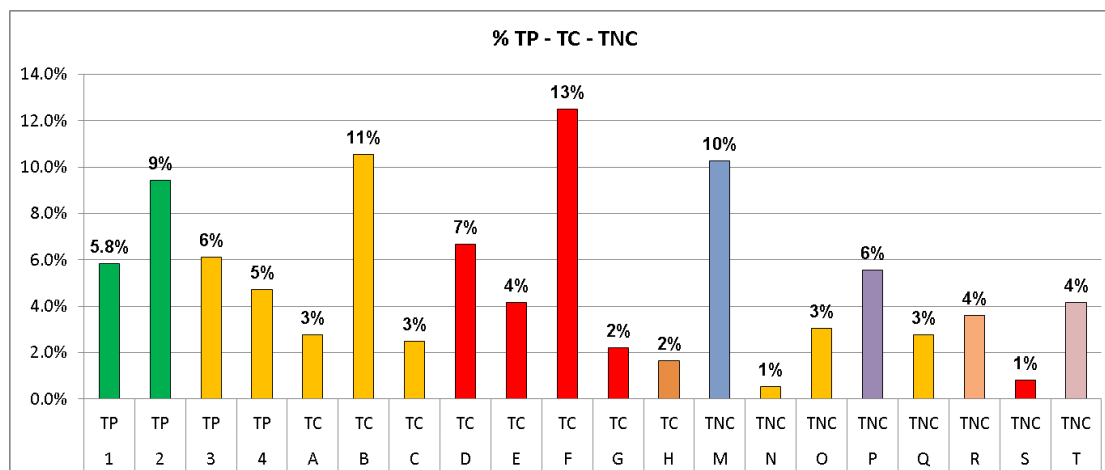


Figura 14. Porcentaje de actividades en la partida encofrado de columnas

En la tabla se muestra la productividad de la cuadrilla analizada, de cual podemos apreciar que la mayor cantidad de tiempo se dedica al trabajo contributorio.

Tabla 7. Resumen de trabajo general

TIPO DE TRABAJO	PORCENTAJE ALCANZADO
Trabajo productivo	26%
Trabajo contributorio	43%
Trabajo no contributorio	31%
Total	100%

Finalmente en la figura se puede apreciar cómo distribuye el tiempo la cuadrilla que ejecutó la partida encofrado de columnas, se empleó el 26% del tiempo para realizar el trabajo productivo, el 43% del tiempo lo empleo para realizar el trabajo contributorio y el 31% del tiempo lo empleó en el trabajo no contributorio.

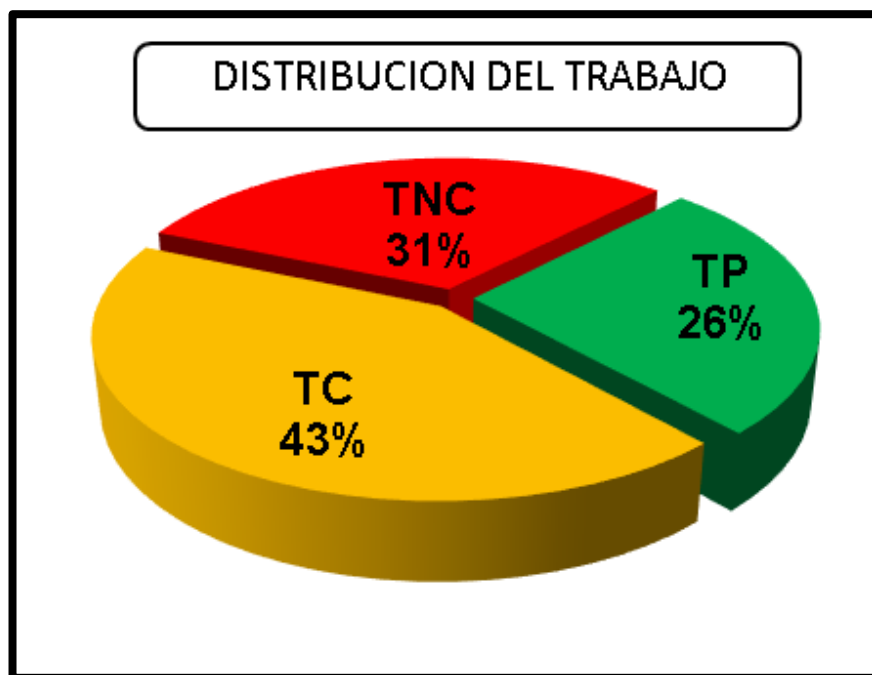


Figura 15. Productividad de la partida encofrado de columnas

Medidas Correctivas

1. Se conversó con el jefe de cuadrilla, respecto al procedimiento constructivo empleado, haciendo ver los errores en los que se incurrieron y el tiempo que se desperdicia en los TNC. Dar a conocer la nueva metodología de trabajo adoptada por los encargados de la obra y el nuevo proceso constructivo a implementarse, para tener trabajos de calidad y evitar rehacer trabajos.
2. Se llevó a cabo una reunión con la cuadrilla, para dar a conocer las decisiones adoptadas y dar instrucciones sobre los trabajos específicos que deben desarrollar cada integrante de la cuadrilla, para eliminar desperdicios y dejar en claro que en el tiempo asignado para ejecutar la partida, ningún integrante debe dedicar tiempo alguno a ausencias, viajes innecesarios, conversaciones, uso de celular, descanso y bajo ningún motivo debe realizarse trabajos rehechos
3. Se realizaron las coordinaciones para que el material para el encofrado se encuentre al 100% al pie de la obra. Madera de diferentes dimensiones, alambre, clavo y la adquisición de herramientas manuales de corte para madera y acero, con el fin de disminuir el tiempo empleado en corte de madera y armado de

paneles respectivamente, en consecuencia eliminar las esperas, viajes, mediciones y ausencias.

4. se dispuso la ubicación del almacén de obra en un lugar estratégico y cercano al área de trabajo, con esto se busca que los obreros no pierdan el tiempo en desplazamientos largos cuando se requiere un insumo o herramienta, con esto se busca disminuir las esperas y viajes.

5. Se habilitó una batería de baños provisionales, próxima al área de trabajo, con la finalidad de reducir tiempo al hacer uso de los mismos.

6. Un factor determinante para que estas medidas correctivas surta efecto, es sin lugar a dudas una buena supervisión de los encargados de la obra. La supervisión deberá ser de forma permanente, desde que inicia la actividad hasta que termine, solo de esta manera se logrará los resultados esperados, puede que en el transcurso de la ejecución algo no funcione como se planificó, es ahí donde debe realizarse inmediatamente las correcciones in situ.

4.2.2 Resultados optimizados con carta de balance en la partida encofrado de columnas.

De la primera medición realizada se obtuvo la productividad de la cuadrilla, dicha productividad era un valor promedio que generalmente se alcanzaba. Con la aplicación de la herramienta carta de balance se determinó y analizó el tiempo que se empleaba en cada actividad, tanto del TP, TC y TNC. En el que pudo apreciarse claramente los errores en los que se venían incurriendo, los desperdicios que se estaban generando durante la ejecución de la partida, para lo cual se aplicó una serie de medidas correctivas para disminuir los desperdicios tiempo, principalmente los que se encuentran dentro de los trabajos no contributivos y mejorar el tiempo que se dedica a las actividades que se encuentran dentro del trabajo productivo.

Resultados y gráficos por trabajador

En la figura presentamos, el resumen de los tiempos y porcentajes optimizados de cada actividad y por cada obrero, los resultados de la carta de balance son

de la partida encofrado de columnas; esto sirvió para ver en qué porcentaje se optimizó la productividad con la aplicación de la herramienta cartas de balance.

El registro de datos en el formato cartas de balance se muestra en los anexos.

Trabajo	Actividad	OBREROS											
		I		II		III		IV		V		VI	
		Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%
TP	1	10	53.3%	7	51.7%	14	53.3%	6	36.7%	12	31.7%	7	16.7%
	2	9		12		10		3		2		0	
	3	5		4		2		4		1		0	
	4	8		8		6		9		4		3	
	Sub total	32		31		32		22		19		10	
TC	A	0	30.0%	0	33.3%	0	33.3%	2	45.0%	4	45.0%	7	56.7%
	B	8		6		1		8		5		0	
	C	0		0		0		0		0		15	
	D	3		5		5		0		1		0	
	E	0		1		1		6		3		5	
	F	5		6		10		6		8		0	
	G	2		2		0		1		5		0	
	H	0		0		3		4		1		7	
	Sub total	18		20		20		27		27		34	
TNC	M	1	16.7%	0	15.0%	0	13.3%	2	18.3%	1	23.3%	8	26.7%
	N	3		0		0		3		0		3	
	O	0		2		1		0		4		0	
	P	1		1		3		1		1		1	
	Q	0		2		0		1		3		1	
	R	3		2		0		4		3		0	
	S	2		2		0		0		0		0	
	T	0		0		4		0		2		3	
	Sub total	10		9		8		11		14		16	
TOTAL		60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%

Figura 16. Tiempo y porcentaje optimizado de actividades por obrero de la partida encofrado de columnas

En la figura se presenta los porcentajes de tiempo de cada obrero, en el cual podemos ver cómo emplean el tiempo cada uno de los obreros, cuál de ellos tiene mejor productividad y cuál no, según la tarea asignada.

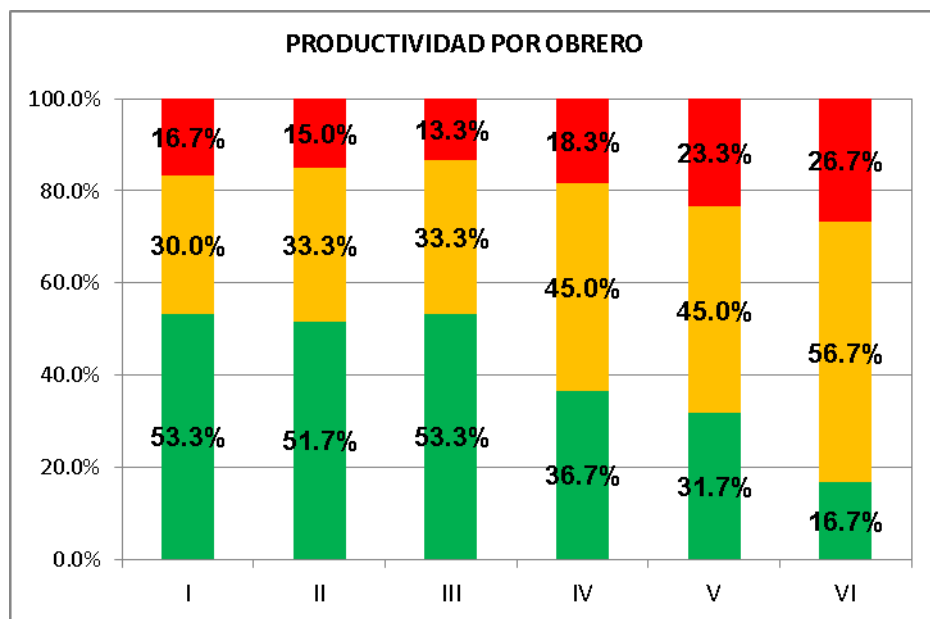


Figura 17. Productividad de cada obrero en la partida encofrado de columnas

Resultados y gráficos por cuadrilla

En la figura se muestra el resumen del tiempo que la cuadrilla dedica a cada actividad que se encuentra dentro del TP, TC, y TNC. Así mismo el porcentaje que estos representan.

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Parcial	Total	Incidencia total	Incidencia por trabajo	%
TP	1	Colocación de paneles	56	146	15.6%	38.4%	40.6%
	2	Amarre y/o clavado	36		10.0%	24.7%	
	3	Plomado y nivelado	16		4.4%	11.0%	
	4	Apuntalado de encofrado	38		10.6%	26.0%	
TC	A	Preparación de amarres	13	146	3.6%	8.9%	40.6%
	B	Armado de paneles	28		7.8%	19.2%	
	C	Curado de paneles	15		4.2%	10.3%	
	D	Mediciones	14		3.9%	9.6%	
	E	Transporte de insumos	16		4.4%	11.0%	
	F	Corte de madera	35		9.7%	24.0%	
	G	Instrucciones/planos	10		2.8%	6.8%	
	H	Orden y limpieza del área	15		4.2%	10.3%	
TNC	M	Esperas	12	68	3.3%	17.6%	18.9%
	N	Viajes	9		2.5%	13.2%	
	O	Utilizar celular	7		1.9%	10.3%	
	P	Hablar entre compañeros	8		2.2%	11.8%	
	Q	Descanso/tiempo ocioso	7		1.9%	10.3%	
	R	SS.HH.	12		3.3%	17.6%	
	S	Retrabajo	4		1.1%	5.9%	
	T	Ausencia	9		2.5%	13.2%	
TOTAL			360	360	100.0%		100.0%

Figura 18. Tiempo y porcentaje total de actividades por cuadrilla de la partida encofrado de columnas

En el gráfico se muestra el porcentaje de tiempo que cada actividad representa, del cual podemos ver que la actividad que más tiempo ocupa dentro del TP es la colocación de paneles con un 15.6%, dentro del TC la actividad que mayor tiempo ocupa es el corte de madera con un 9.7% y finalmente dentro del TNC la actividad que mayor tiempo ocupa son las esperas y uso de los servicios higiénicos con un 3.3%.

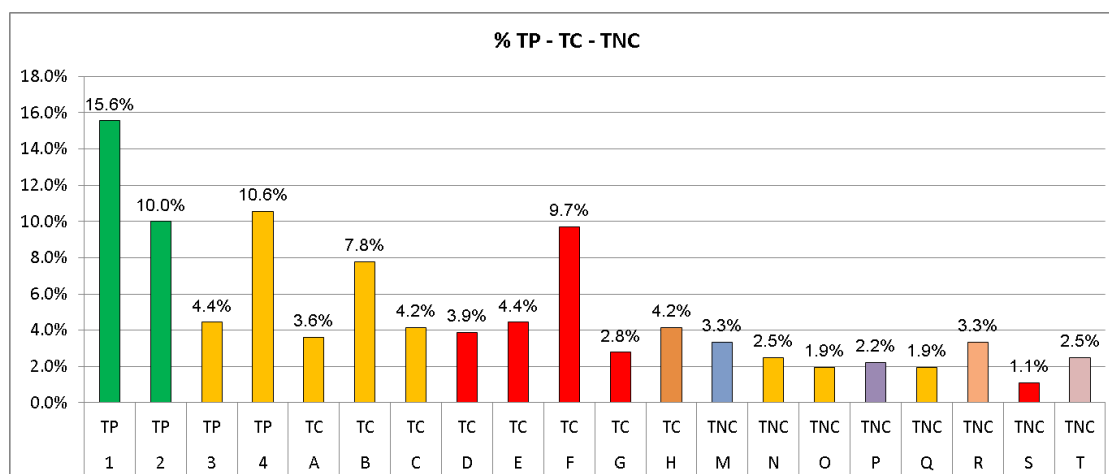


Figura 19. Porcentaje de actividades en la partida encofrado de columnas

En la tabla se muestra la productividad optimizada de la cuadrilla analizada, de la cual podemos apreciar que la mayor cantidad de tiempo se dedica al trabajo productivo y contributorio.

Tabla 8. Resumen de trabajo general optimizado

TIPO DE TRABAJO	PORCENTAJE ALCANZADO
Trabajo productivo	40.6%
Trabajo contributorio	40.6%
Trabajo no contributorio	18.9%
Total	100%

Finalmente en el gráfico se puede apreciar cómo distribuye el tiempo optimizado de la cuadrilla que ejecutó la partida encofrado de columnas, se empleó el 40.6% del tiempo para realizar el trabajo productivo, el 40.6% del tiempo lo empleo para realizar el trabajo contributorio y el 18.9% del tiempo lo empleó en el trabajo no contributorio.

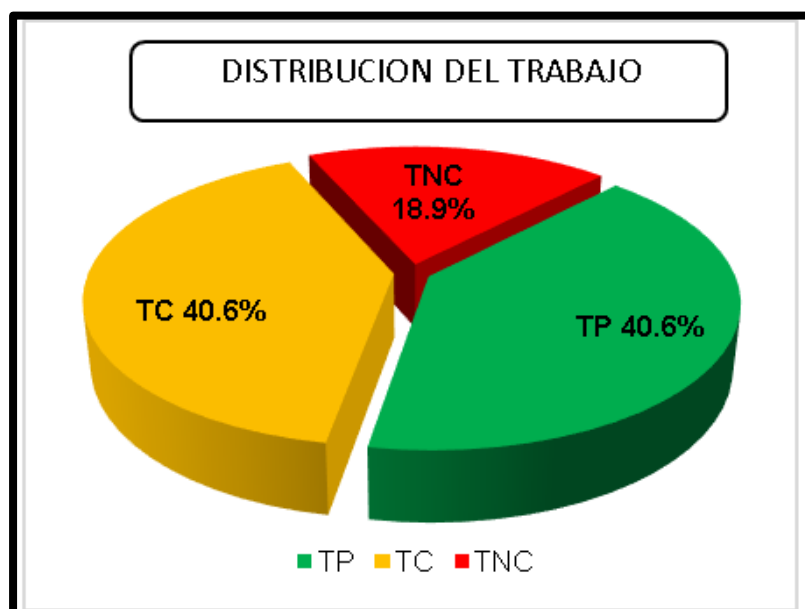


Figura 20. Productividad optimizada de la partida encofrado de columnas

Porcentaje de productividad optimizada en la partida encofrado de columnas

En la tabla se muestra que, haciendo uso de la herramienta cartas de balance, se ha logrado optimizar considerablemente el TP en un 14.6% y se pudo disminuir el TNC en un 12.1%, el TC se redujo en una mínima cantidad 2.4%.

Tabla 9. Porcentaje de productividad optimizado utilizando cartas de balance

TIPO DE TRABAJO	PRIMER REGISTRO	SEGUNDO REGISTRO	OPTIMIZACIÓN
TP	26%	40.6%	14.6%
TC	43%	40.6%	-2.4%
TNC	31%	18.9%	-12.1%

4.2.3. Vaciado de concreto armado en columnas

Esta partida se desarrolla después del encofrado, consiste en la colocación del concreto ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) previamente humedecido y verificado el plomado del encofrado. Para esta actividad se tiene el siguiente proceso constructivo: La preparación del concreto se realizó con una mezcladora de concreto de 9 -11p3 alimentado manualmente, el transporte del concreto se realizó en carretillas tipo Buggy con una capacidad de 5.5 pies cúbicos, finalmente el vaciado de concreto se realizó de forma manual y el respectivo vibrado del concreto utilizando un vibrador de concreto 4 hp 2.40".



Figura 21. Proceso constructivo del vaciado de columnas

Fuente: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-de-construccion-para-propietarios/encofrado-de-columnas>

Reconocimiento e identificación de las actividades productivas, contributorias y no contributorias

Para el desarrollo de las cartas de balance en la partida de vaciado de concreto en columnas, es importante tener presente los tipos de trabajos que se desarrolla en la partida; es decir, las actividades productivas, las actividades contributorias y las actividades no contributorias de la partida. Así como el tamaño, la

conformación y ubicación de la cuadrilla de trabajo. El objetivo es conocer cómo se distribuye el tiempo de toda la cuadrilla, tanto individualmente como grupal, posterior a ello hacer el análisis correspondiente y poder implementar medidas correctivas, mejoras o soluciones a los problemas que puedan evidenciarse a raíz de los resultados obtenidos.

En la tabla se presenta las actividades que se desarrollan y que son parte del trabajo productivo de la partida.

Tabla 10. Trabajos productivos en vaciado de concreto en columnas

CÓDIGO	TRABAJO PRODUCTIVO
1	Vaciado de concreto
2	Vibrado de concreto

En la tabla se presenta las actividades que se desarrollan y que son parte del trabajo contributorio de la partida.

Tabla 11. Trabajos contributorios en vaciado de concreto en columnas

CÓDIGO	TRABAJO CONTRIBUTORIO
A	Transporte de insumos
E	Preparación de concreto
F	Transporte de concreto
G	Instrucciones
H	Armado de andamio

En la tabla se presentan las actividades que no generan valor y son clasificados como parte del trabajo no contributorio de la partida.

Tabla 12. Trabajos no contributorios en vaciado de concreto en columnas

CÓDIGO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
M	Esperas
N	Viajes
O	Utilizar celular
P	Hablar entre compañeros
Q	Descanso/tiempo ocioso

R	SS.HH.
S	Trabajos rehechos
T	Ausencias

Diagrama de flujo de la partida

En la figura se muestra el diagrama de flujo de las actividades que conforman el total de la partida de vaciado de concreto en columnas.

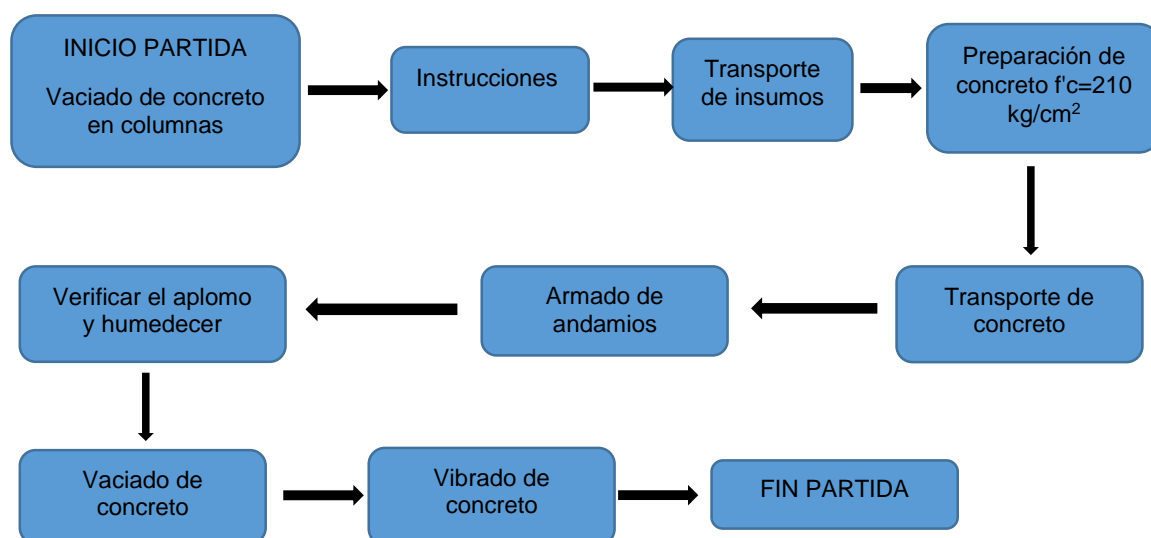


Figura 22. Diagrama de flujo de la partida vaciado de concreto en

Distribución del personal utilizado

La cuadrilla que se ocupara de la partida de vaciado de concreto en columnas está conformada por: 02 Operarios, 01 Oficial y 07 peones, los cuales están encargados de realizar todas las actividades que conforman la partida.

Tabla 13. Cuadrilla de trabajo vaciado de concreto en columnas

CÓDIGO	CARGO
Obrero 01	Operario
Obrero 02	Operario
Obrero 03	Oficial
Obrero 04	Peón
Obrero 05	Peón

Obrero 06	Peón
Obrero 07	Peón
Obrero 08	Peón
Obrero 09	Peón
Obrero 10	Peón

Resultados y gráficos por trabajador

Se analizó la partida vaciado de concreto en columnas del primer nivel para el primer registro de las mediciones; está sirvió para ver la productividad hasta ese momento (tal cual era), para ver las deficiencias, analizarlas y aplicar las medidas correctivas y las mejoras a implementarse.

En la figura se muestra el resumen de los tiempos que cada actividad abarca y por cada integrante de la cuadrilla.

Trabajo	Actividad	OBREROS																			
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
		Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%
TP	1	30		29		0		0		0		0		0		0		27		28	
	2	6		5		0		0		0		0		0		0		6		5	
	Sub total	36	60.0%	34	56.7%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	33	55.0%	33	55.0%
TC	A	1		0		4		7		8		7		9		9		8		8	
	B	0		0		33		26		28		29		0		0		0		0	
	C	0		0		0		0		0		0		31		31		0		0	
	D	2		4		2		2		2		2		2		2		2		2	
	E	8		9		0		0		0		0		0		0		3		3	
	Sub total	11	18.3%	13	21.7%	39	65.0%	35	58.3%	38	63.3%	38	63.3%	42	70.0%	42	70.0%	13	21.7%	13	21.7%
TNC	M	1		3		10		15		16		15		12		12		6		5	
	N	4		2		3		0		0		0		0		0		0		1	
	O	0		1		2		3		0		0		0		0		0		0	
	P	0		0		0		0		0		0		1		1		2		2	
	Q	5		3		4		5		4		5		3		3		5		5	
	R	2		3		1		2		2		2		2		2		1		1	
	S	1		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
	T	0		1		1		0		0		0		0		0		0		0	
	Sub total	13	21.7%	13	21.7%	21	35.0%	25	41.7%	22	36.7%	22	36.7%	18	30.0%	18	30.0%	14	23.3%	14	23.3%
TOTAL		60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%

Figura 23. Porcentaje de tiempo por obrero de la partida vaciado de concreto en columnas

En la figura se presenta los porcentajes de tiempo de cada obrero, en el cual podemos ver cómo emplean el tiempo cada uno de los obreros, cuál de ellos tiene mejor productividad y cuál no, según la tarea asignada.

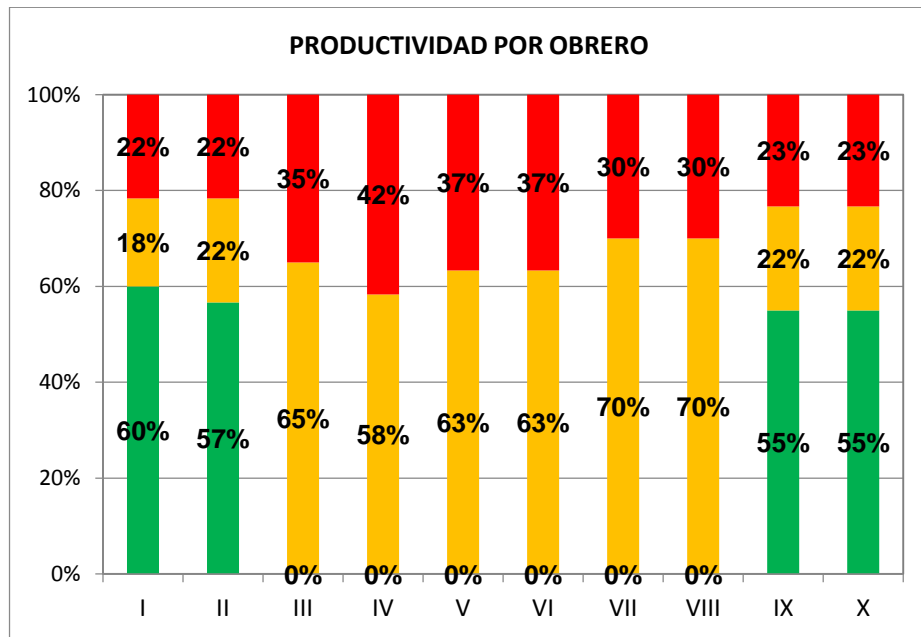


Figura 24. Productividad de cada obrero en la partida vaciado de concreto en columnas

De los resultados obtenidos se realizó un análisis profundo al comportamiento de la cuadrilla, respecto a cómo emplearon el tiempo cada obrero durante la medición, posteriormente se realizó una serie de observaciones a cada uno de ellos, para tomar las medidas correctivas que el caso amerite.

Obrero	Observación
I	El operario participa en el vaciado de concreto y vibrado, dedica el 60% del tiempo al TP. Puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de los viajes, descansos esperas y ausencia principalmente. También vemos que se puede disminuir el tiempo que emplea en trasladar y acomodar el andamio.
II	El operario participa en el vaciado de concreto y vibrado, dedica el 56% del tiempo al TP. Puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas, viajes, descansos, uso de servicios higiénicos y en menor medida el uso de celular y ausencias. También vemos que se puede disminuir el tiempo que se emplea en trasladar y acomodar el andamio.

III	El oficial dedica el 65% del tiempo al TC, es de esperar, puesto que es el encargado de operar la mezcladora de concreto y dar las indicaciones de la preparación, vemos que puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas, descanso, viajes y el uso de celular.
IV	El peón participa en la preparación de concreto y es el menos productivo de la cuadrilla, puesto que dedica algo más de la mitad del tiempo al TC y el resto al TNC. Vemos que puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas principalmente, descanso y el uso del celular.
V	El peón participa en la preparación de concreto y dedica el 63.3% del tiempo al TC y el resto al TNC. Vemos que puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas principalmente, descanso y uso de los servicios higiénicos.
VI	El peón participa en la preparación de concreto y dedica el 63.3% del tiempo al TC y el resto al TNC. Vemos que puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas principalmente, descanso y uso de los servicios higiénicos.
VII	El peón participa en el transporte de concreto y dedica el 70% del tiempo al TC y el resto al TNC. Vemos que puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas principalmente, descanso, conversaciones y uso de los servicios higiénicos.
VIII	El peón participa en el transporte de concreto y dedica el 70% del tiempo al TC y el resto al TNC. Vemos que puede mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas principalmente, descanso, conversaciones y uso de los servicios higiénicos.
IX	El peón participa en pasar el concreto al operario y también ayuda en el vibrado del concreto, dedica el 55% del tiempo al TP. Vemos oportunidad de mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas, descanso y conversaciones.
X	El peón participa en pasar el concreto al operario y también ayuda en el vibrado del concreto, dedica el 55% del tiempo al TP. Vemos oportunidad de mejorar si se reducen o eliminan los tiempos más significativos del TNC, tal es el caso de esperas, descanso y conversaciones.

Figura 25. Observaciones de la partida vaciado de concreto en columnas

Resultados y gráficos por cuadrilla

En la figura se muestra el resumen del tiempo que la cuadrilla dedica a cada actividad que se encuentra dentro del TP, TC, y TNC. Así mismo el porcentaje que estos representan.

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Parcial	Total	Incidencia total	Incidencia por trabajo	%
TP	1	Vaciado de concreto	114	136	19.0%	83.82%	23%
	2	Vibrado de concreto	22		3.7%	16.18%	
TC	A	Transporte de insumos	61	284	10.2%	21.48%	47%
	B	Preparación de concreto	116		19.3%	40.85%	
	C	Trasporte de concreto	62		10.3%	21.83%	
	D	Instrucciones	22		3.7%	7.75%	
	E	Armado de andamio	23		3.8%	8.10%	
TNC	M	Esperas	95	180	15.8%	52.78%	30%
	N	Viajes	10		1.7%	5.56%	
	O	Utilizar celular	6		1.0%	3.33%	
	P	Hablar entre compañeros	6		1.0%	3.33%	
	Q	Descanso/tiempo ocioso	42		7.0%	23.33%	
	R	SS.HH.	18		3.0%	10.00%	
	S	Retrabajo	1		0.2%	0.56%	
	T	Ausencia	2		0.3%	1.11%	
TOTAL			600	600	100.0%		100.0%

Figura 26. Tiempo y porcentaje total de la cuadrilla vaciado de concreto en columna

En la figura se muestra el porcentaje que cada actividad representa, del cual podemos ver que la actividad que más tiempo ocupa dentro del TP es el vaciado de concreto con un 19%, dentro del TC la actividad que mayor tiempo ocupa es la preparación de concreto con un 19.3% y finalmente dentro del TNC la actividad que mayor tiempo ocupa son las esperas con un 15.8%.

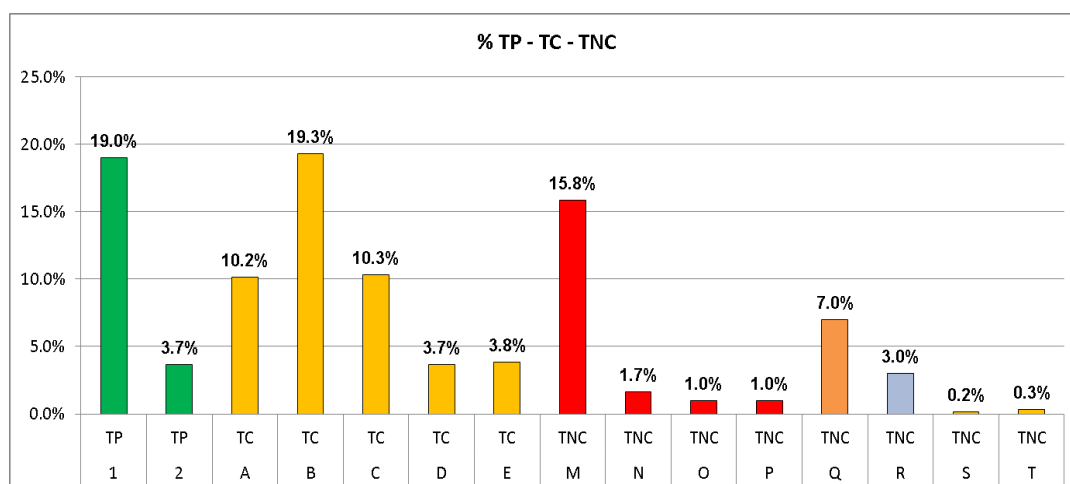


Figura 27. Porcentaje tipos de trabajo en partida vaciado de concreto en columna

En la tabla se muestra la productividad de la cuadrilla analizada, de la cual podemos apreciar que la mayor cantidad de tiempo se dedica al trabajo contributorio y no contributorio.

Tabla 14. Resumen de trabajo general

TIPO DE TRABAJO	PORCENTAJE ALCANZADO
Trabajo productivo	23%
Trabajo contributorio	47%
Trabajo no contributorio	30%
Total	100%

Finalmente en la figura se puede apreciar cómo se distribuye el tiempo, la cuadrilla que ejecutó la partida de vaciado de concreto en columnas a empleado el 23% del tiempo para realizar el trabajo productivo, el 47% del tiempo lo empleó para realizar el trabajo contributorio y el 30% del tiempo lo empleó en el trabajo no contributorio.

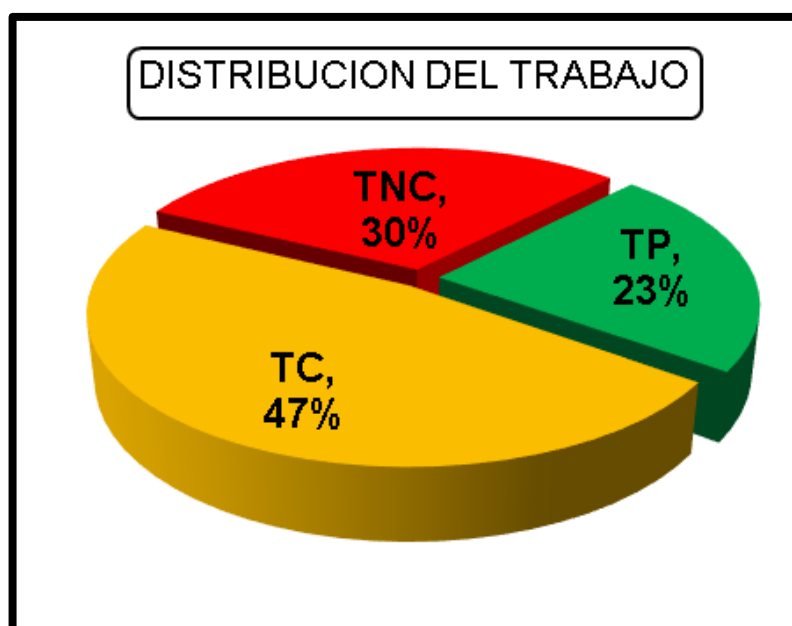


Figura 28. Porcentaje tipos de trabajo en partida vaciado de concreto en columna

Medidas Correctivas

1. Se conversó con el jefe de cuadrilla, respecto al procedimiento constructivo empleado hasta la fecha, haciendo ver los errores en los que se incurrieron y el tiempo que se desperdicia en los TNC. Dar a conocer la nueva metodología de trabajo adoptada por los encargados de la obra y el nuevo proceso constructivo implementado.
2. Se llevó a cabo una reunión con la cuadrilla, para dar a conocer las decisiones adoptadas y dar instrucciones sobre los trabajos específicos que deben desarrollar cada integrante de la cuadrilla, para eliminar desperdicios y dejar en claro que en el tiempo asignado para ejecutar la partida, ningún integrante debe dedicar tiempo alguno a ausencias, viajes, conversaciones, uso de celular, descanso y bajo ningún motivo debe realizarse trabajos rehechos.
3. El 100% del material para ejecutar esta partida deberá encontrarse al pie de la obra, lo más cerca posible del área de trabajo (20 metros como máximo). Cemento, agregados, agua, equipos livianos y herramientas manuales. Con el fin de disminuir el tiempo empleado en el transporte de concreto y en consecuencia las esperas que se generaba entre los que preparaban en concreto y los que realizaban el vaciado del concreto, esta medida también ayudará a que no se produzcan viajes o desplazamientos innecesarios a la hora de requerir algún insumo o herramienta.
4. se dispuso la ubicación del almacén de obra en un lugar estratégico y cercano al área de trabajo, con esto se busca que los obreros no pierdan el tiempo en desplazamientos largos cuando se requiere un insumo o herramienta, con esto se busca disminuir las esperas, ausencias y viajes.
5. Se habilitó una batería de baños provisionales, próxima al área de trabajo, con la finalidad de reducir tiempo al hacer uso de los mismos.

6. un factor determinante para que estas medidas correctivas surta efecto, es sin lugar a dudas una buena supervisión de los encargados de la obra. La supervisión deberá ser de forma permanente, desde que inicia la actividad hasta que termine, solo de esta manera se logrará los resultados esperados, puede que en el transcurso de la ejecución algo no funcione como se planificó, es ahí donde debe realizarse inmediatamente las correcciones in situ.

4.2.4 Resultados optimizados con carta de balance en la partida vaciado de concreto en columnas

De la primera medición realizada se obtuvo la productividad de la cuadrilla, dicha productividad era un valor promedio que generalmente se alcanzaba. Con la aplicación de la herramienta carta de balance se determinó y analizó el tiempo que se empleaba en cada actividad, tanto del TP, TC y TNC. En el que pudo notarse claramente los errores en los que se venían incurriendo, los desperdicios que se estaban generando durante la ejecución de la partida, para lo cual se aplicó una serie de medidas correctivas para disminuir los desperdicios tiempo, principalmente los que se encuentran dentro de los trabajos no contributivos y mejorar el tiempo que se dedica a las actividades que se encuentran dentro del trabajo productivo.

Resultados y gráficos optimizados por trabajador

En la figura presentamos, el resumen de los tiempos y porcentajes optimizados de cada actividad y por cada obrero, los resultados de la carta de balance son de la partida encofrado de columnas.

Trabajo	Actividad	OBREROS																				
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		
		Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%	
TP	1	30		33		0		0		0		0		0		0		30		31		
	2	14		12		0		0		0		0		0		0		13		12		
	Sub total	44	73.3%	45	75.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	43	71.7%	43	71.7%	
TC	A	0	10.0%	2	15.0%	2	75.0%	2	76.7%	4	66.7%	4	66.7%	3	88.3%	4	85.0%	2	11.7%	4	15.0%	
	B	0		41		42		36		36		21		8		0		0				
	C	0		0		0		0		0		29		39		0		0				
	D	1		2		2		0		0		0		0		0		0				
	E	5		5		0		0		0		0		0		0		0				
	Sub total	6	9	45	46	40	40	53	51	7	9											
TNC	M	2	16.7%	1	10.0%	11	25.0%	8	23.3%	11	33.3%	11	33.3%	0	11.7%	2	15.0%	2	16.7%	2	13.3%	
	N	2		0		0		1		0		0		1		1		1				
	O	0		0		0		0		0		0		0		2		0		0		
	P	1		1		0		0		2		2		0		0		1		1		
	Q	3		4		4		4		4		4		3		4		4		4		
	R	1		0		0		0		2		2		2		0		0		0		0
	S	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
	T	1	0	0	1	1	1	1	1	0	2	0										
Sub total	10	6	15	14	20	20	7	9	10	8												
TOTAL		60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	60	100%	

Figura 29. Tiempo y porcentaje de actividades por obrero de la partida encofrado de columnas

En figura se presenta los porcentajes de tiempo de cada obrero, en el cual podemos ver cómo emplean el tiempo cada uno de los obreros, cuál de ellos tiene mejor productividad y cuál no, según la tarea asignada.

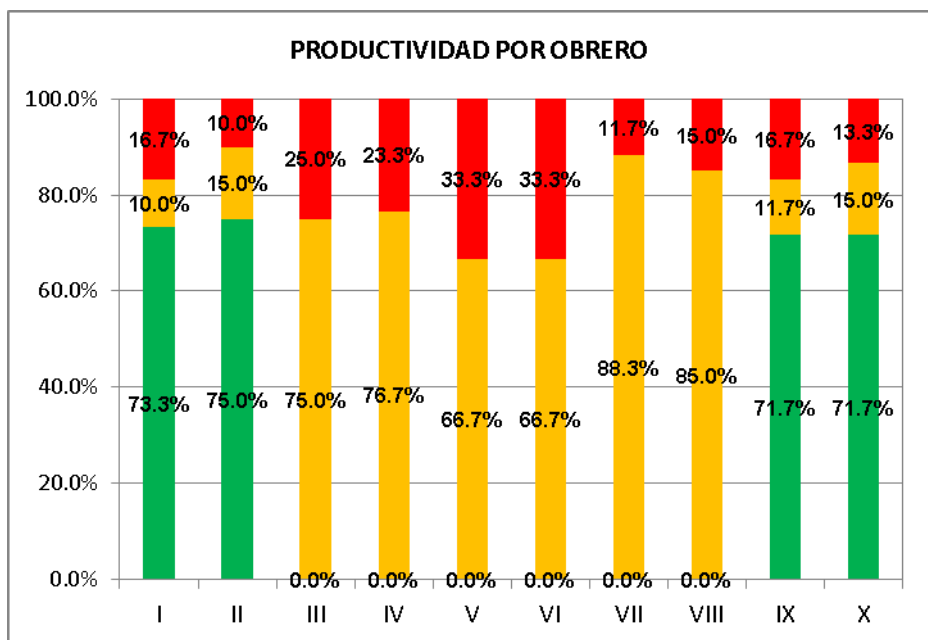


Figura 30. Productividad de cada obrero en la partida vaciado de concreto en columnas

Resultados y gráficos optimizados por cuadrilla

En la figura se muestra el resumen del tiempo que la cuadrilla dedica a cada actividad que se encuentra dentro del TP, TC, y TNC. Así mismo el porcentaje que estos representan.

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Parcial	Total	Incidencia total	Incidencia por trabajo	%
TP	1	Vaciado de concreto	124	175	20.7%	70.9%	29%
	2	Vibrado de concreto	51		8.5%	29.1%	
TC	A	Transporte de insumos	27	306	4.5%	8.8%	51%
	B	Preparación de concreto	184		30.7%	60.1%	
	C	Trasporte de concreto	68		11.3%	22.2%	
	D	Instrucciones	7		1.2%	2.3%	
	E	Armado de andamio	20		3.3%	6.5%	
TNC	M	Esperas	50	119	8.3%	42.0%	20%
	N	Viajes	7		1.2%	5.9%	
	O	Utilizar celular	2		0.3%	1.7%	
	P	Hablar entre compañeros	8		1.3%	6.7%	
	Q	Descanso/tiempo ocioso	38		6.3%	31.9%	
	R	SS.HH.	7		1.2%	5.9%	
	S	Retrabajo	0		0.0%	0.0%	
	T	Ausencia	7		1.2%	5.9%	
TOTAL			600	600	100.0%		100.0%

Figura 31. Tiempo y porcentaje total de actividades por cuadrilla de la partida vaciado de concreto en columnas

En la figura se muestra el porcentaje de tiempo que cada actividad representa, del cual podemos ver que la actividad que más tiempo ocupa dentro del TP es el vaciado de concreto con un 20.7%, dentro del TC la actividad que mayor tiempo ocupa es la preparación de concreto con un 30.7% y finalmente dentro del TNC la actividad que mayor tiempo ocupa son las esperas con un 8.3%.

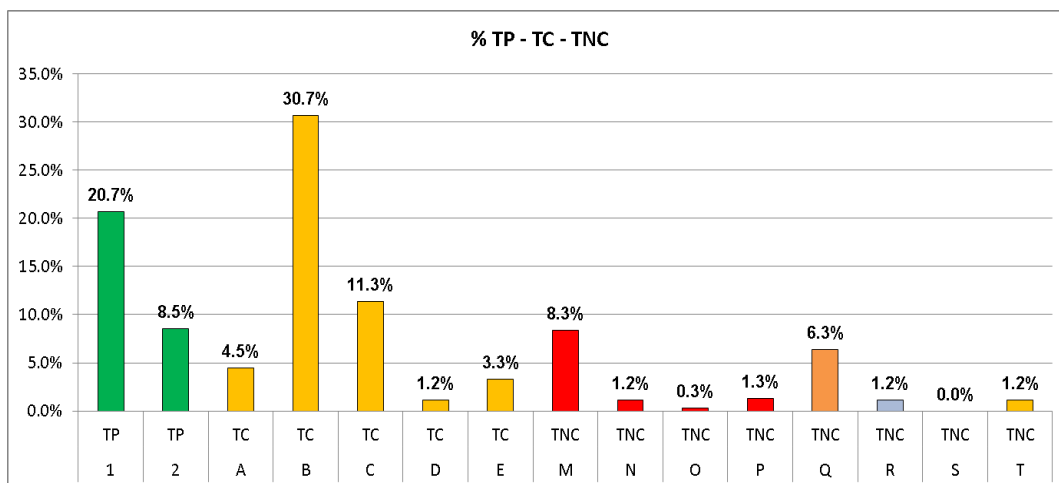


Figura 32. Porcentaje de actividades en la partida vaciado de concreto en columnas

En la tabla se muestra la productividad de la cuadrilla analizada, del cual podemos apreciar que la mayor cantidad de tiempo se dedica al trabajo contributorio y al trabajo productivo.

Tabla 15. Resumen de trabajo general optimizado

TIPO DE TRABAJO	PORCENTAJE ALCANZADO
Trabajo productivo	29%
Trabajo contributorio	51%
Trabajo no contributorio	20%
Total	100%

Finalmente en la figura se puede apreciar cómo distribuye el tiempo la cuadrilla que ejecutó la partida vaciado de concreto en columnas, se empleó el 29% del tiempo para realizar el trabajo productivo, el 51% del tiempo lo emplea para realizar el trabajo contributorio y el 20% del tiempo lo emplea en el trabajo no contributorio.

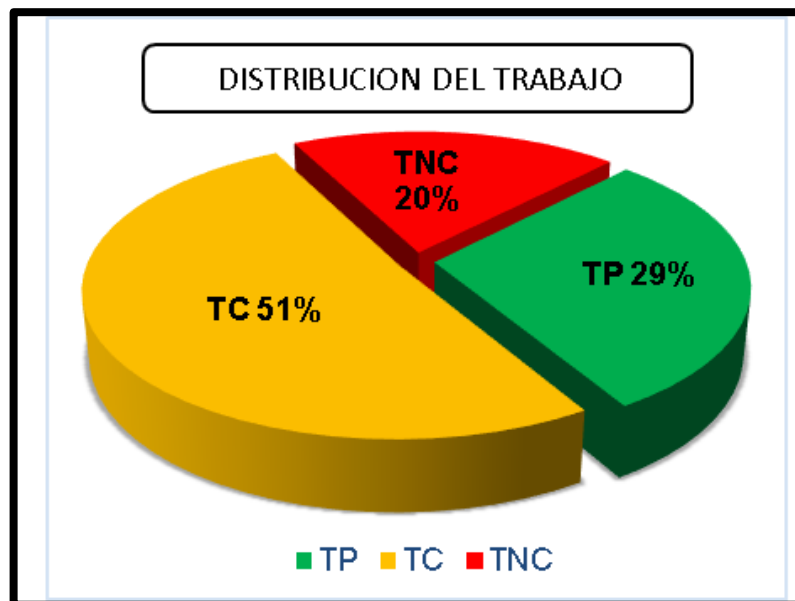


Figura 33. Productividad optimizada de la partida vaciado de concreto en columnas

Porcentaje optimizado en la partida vaciado de concreto en columnas

En la tabla se muestra que, haciendo uso de la herramienta cartas de balance, se ha logrado optimizar el TP en un 6%, se pudo disminuir en gran medida el TNC en un 10% y el TC muy al contrario se incrementó en un 4%.

Tabla 16. Porcentaje de productividad optimizada con cartas de balance

TIPO DE TRABAJO	PRIMER REGISTRO	SEGUNDO REGISTRO	OPTIMIZACIÓN
TP	23%	29%	6%
TC	47%	51%	4%
TNC	30%	20%	-10%

V. DISCUSIÓN

Productividad en partidas de encofrado de columnas y vaciado de concreto en columnas

Según los resultados que nos proporciona la carta de balance en la partida de encofrado de columnas, se observa que la cuadrilla ha realizado un 26% del tiempo TP, 43% del tiempo TC y un 31% del tiempo TNC. Estos resultados se aproximan a los resultados que obtuvieron Castillo y Flores (2016), en su investigación (encofrado de placas). 30.95% de TP, 37.9% de TC y 31.15% de TNC, con una ligera diferencia en el TP y TC, en las dos investigaciones la productividad está muy por debajo del óptimo, cabe mencionar que estos valores se obtuvieron sin implementar las medidas correctivas.

Según los resultados que nos proporciona la carta de balance en la partida de vaciado de concreto en columnas, se observa que la cuadrilla ha realizado un 23% del tiempo TP, 47% del tiempo TC y un 30% del tiempo TNC. Estos resultados se aproximan a los resultados que obtuvieron Castillo y Flores (2016), en su investigación (vaciado de concreto en placas). 24.2% de TP, 37.5% de TC y 38.4% de TNC, existe una ligera variación en el TC y TNC, en las dos investigaciones la productividad está muy por debajo del óptimo, cabe mencionar que estos valores se obtuvieron sin implementar las medidas correctivas.

Productividad optimizada mediante cartas de balance en la partida encofrado de columnas

Los resultados que nos proporciona la carta de balance en la partida encofrado de columnas, son después de haber implementado las medidas correctivas para la mejora de la productividad, en el que se observa que la cuadrilla ha realizado un 40.6% del tiempo TP, 40.6% del tiempo TC y un 18.9% del tiempo TNC. Existe similitud con los resultados que obtuvieron Castillo y Flores (2016), en su investigación (vaciado de concreto en placas). 38.89% de TP, 40.75% de TC y 20.36% de TNC, en ambas investigaciones se logró mejorar la productividad, por lo que podemos decir que la carta de balance es una herramienta efectiva para conocer, analizar y mejorar la productividad.

Productividad optimizada mediante cartas de balance en la partida vaciado de concreto en columnas

Los resultados que nos proporciona la carta de balance en la partida vaciado de concreto en columnas, son después de haber implementado las medidas correctivas para la mejora de la productividad, en el que se observa que la cuadrilla ha realizado un 29% del tiempo TP, 51% del tiempo TC y un 20% del tiempo TNC. Existe similitud con los resultados que obtuvieron Castillo y Flores (2016), en su investigación (vaciado de concreto en placas). 32.6% de TP, 45.7% de TC y 21.7% de TNC. Vemos que hay una variación del 5.3% en el TC, esto se debe al proceso constructivo adoptado en ambos casos, en ambas investigaciones se logró mejorar la productividad, por lo que podemos decir que la carta de balance es una herramienta efectiva para conocer, analizar y mejorar la productividad.

VI. CONCLUSIONES

- El uso de herramienta cartas de balance optimiza considerablemente la productividad en las partidas de encofrado de columnas y vaciado de concreto en columnas, logrando mejorar los porcentajes promedios que hasta ese momento se alcanzaban antes de aplicar esta herramienta en las partidas mencionadas. De los resultados obtenidos concluimos que la carta de balance es una herramienta efectiva que nos ayuda a conocer la distribución del tiempo, analizar el desempeño del personal e implementar las medidas correctivas para optimizar la productividad de cuadrillas de trabajo.
- Se determinó la productividad de las cuadrillas que ejecutaron las partidas, encofrado de columnas la cual realizó un 26% del tiempo TP, 43% del tiempo TC y un 31% del tiempo TNC. En la partida vaciado de concreto en columnas se ha realizado un 23% del tiempo TP, 47% del tiempo TC y un 30% del tiempo TNC. De los resultados obtenidos concluimos que, la productividad de las cuadrillas de ambas partidas es deficiente, puesto que están muy por debajo de los valores óptimos.

- Se mejoró la productividad al aumentar el TP en un 14.6% y disminuir el TNC en un 12.1% en la partida de encofrado de columnas, respecto al TC se logró disminuir un mínimo porcentaje 2.4%. De los resultados obtenidos concluimos que, estos valores pueden aún ser optimizados hasta aproximarnos a los valores óptimos.
- En la partida de vaciado de concreto en columnas, se mejoró la productividad al aumentar el TP en un 6% y disminuir el TNC en un 10%, respecto al TC se tuvo un ligero incremento de 4% esto se debe al proceso constructivo propio de la partida. De los resultados obtenidos concluimos que, estos valores pueden aún ser optimizados hasta aproximarnos a los valores óptimos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la carta de balance como un instrumento de alta confiabilidad y versatilidad, para mejorar la utilización de tiempos en las diferentes partidas, en consecuencia debe ser empleada desde la etapa inicial de cada proyecto, así mismo los resultados obtenidos a través de esta herramienta, sean considerados en la programación de los proyecto, puesto que esto ayudará a tener una mejor planificación en la utilización del recurso mano de obra y un mejor manejo de la productividad.
- Se sugiere que para una disminución efectiva de los trabajos no contributivos, se realice un flujo grama de actividades para cada partida a analizarse, en el cual pueda apreciarse a detalle cada uno de los flujos y procesos que se manifiestan, de manera que se pueda ver ilustrativamente todas las pérdidas que se originan, para así poder disminuir el tiempo de cada una de las actividades de la partida.
- Se sugiere realizar estudios similares en la Región de Puno, considerando el total de las partidas que componen un proyecto, puesto que la aplicabilidad de esta herramienta es muy amplia, de la misma manera los futuros estudios que se realicen, servirán para tener una data de mucho valor el cual servirá y podrán ser utilizados como guía para proyectos posteriores a realizarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda, L. S. A. (2014). Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación. *Tesis, Universidad Nacional de Colombia*.
- Botero, B. L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, (128), 9–21.
- Botero, B. L. F., & Álvarez, V. M. E. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 50–64.
- Castillo, M. C. N., & Flores, C. M. A. (2016). Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (Caso: “Cerezos de Surco”) Santiago de Surco-Lima. *Tesis, Universidad San Martín de Porres. Perú*, p. 169.
- Ghio, C. V. (2001). Productividad en obras de construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta. *Fondo Editorial de La Pontificia Universidad Católica Del Perú*.
- Gómez, C. A., & Morales, B. D. C. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *INGE CUC*, Vol. 12, pp. 21–31.
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2010). Metodología de la Investigación. *5.a Ed. México: McGRAW – HILL*.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. *Design and Construction*, pp. 211–226. <https://doi.org/10.4324/9780080491080>
- Pavez, I., González, V., & Alarcón, L. F. (2010). Improving the Effectiveness of New Construction Management Philosophies using the Integral Theory. *Revista de La Construcción*, Vol. 9, pp. 26–38.

- Serpell, A. (1986). Productividad en la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, Vol. 1, pp. 53–59.
- Serpell, B. A., & Verval, R. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas de balance. *Revista Ingeniería de Construcción*, N°9, Julio-Diciembre 1990, N° 9.
- Tullume, U. F. A. (2019). Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. *Tesis, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú*, p. 130.
- Vilca, U. M. P. (2014). Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. *Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú*, p. 93.

ANEXOS

I. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Optimización de la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado en columnas,
Instituciones Educativas - Puno, 2021

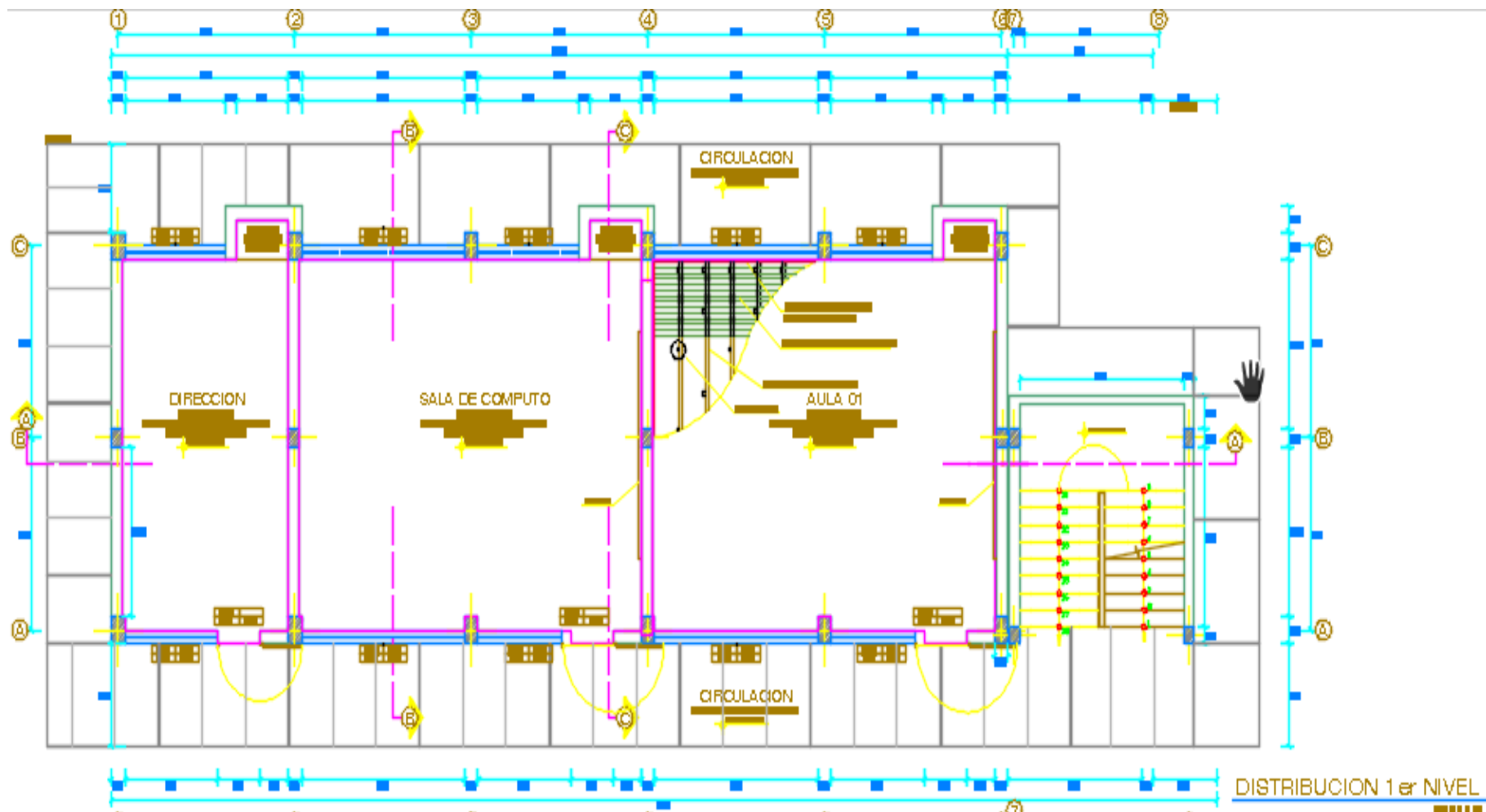
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema general: ¿En que medida se optimizará la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado, Instituciones Educativas, Puno?	Objetivo general: Optimizar la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado, Instituciones Educativas, Puno.	Hipotesis general: Utilizando la carta de balance se optimiza la productividad en partidas de encofrado y concreto armado, Instituciones Educativas, Puno.	Variable Independiente: Cartas de balance	Balanceo de cuadrilla en Encofrado de columnas	Numero de obreros por cuadrilla	TIPO DE INVESTIGACION: aplicada ENFOQUE: cuantitativo DISEÑO: no experimental de corte transversal NIVEL: descriptivo analítico POBLACION: partidas que conforman el proyecto I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulca Moho- Puno. MUESTRA: Partidas de encofrado de columnas y vaciado de concreto armado en columnas de Proyecto "Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulca Moho- Puno"
				Balanceo de cuadrilla en concreto armado	Numero de obreros por cuadrilla	
Problemas específicos: Problema específico 1. ¿Cómo es la productividad en partidas de encofrado y concreto armado?	Objetivo específicos: Objetivo específico 1. Determinar la productividad en partidas de encofrado y concreto armado.	Hipotesis específicos: Hipotesis específico 1. La productividad es deficiente en partidas de encofrado y concreto armado.		Productividad en encofrado y concreto sin cartas balance	% de tiempo distribuido en actividades	
Problema específico 2. ¿Cómo se mejorara la productividad utilizando cartas de balance en la partida de encofrado?	Objetivo específico 2. Mejorar la productividad utilizando cartas de balance en la partida de encofrado.	Hipotesis específico 2. Utilizando la carta de balance se mejora la productividad en la partida de encofrado.	V. D. 1: Productividad con cartas de balance para encofrado de columnas	Tiempo productivo	% de tiempo	
				Tiempo contributorio	% de tiempo	
				Tiempo no contributorio	% de tiempo	
Problema específico 3. ¿Cómo se mejorara la productividad utilizando cartas de balance en la partida de concreto armado?	Objetivo específico 3. Mejorar la productividad utilizando cartas de balance en la partida de concreto armado.	Hipotesis específico 3. Utilizando la carta de balance se mejora la productividad en la partida de concreto armado.	V. D. 2: Productividad con cartas de balance para concreto armado en columnas	Tiempo productivo	% de tiempo	
				Tiempo contributorio	% de tiempo	
				Tiempo no contributorio	% de tiempo	

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

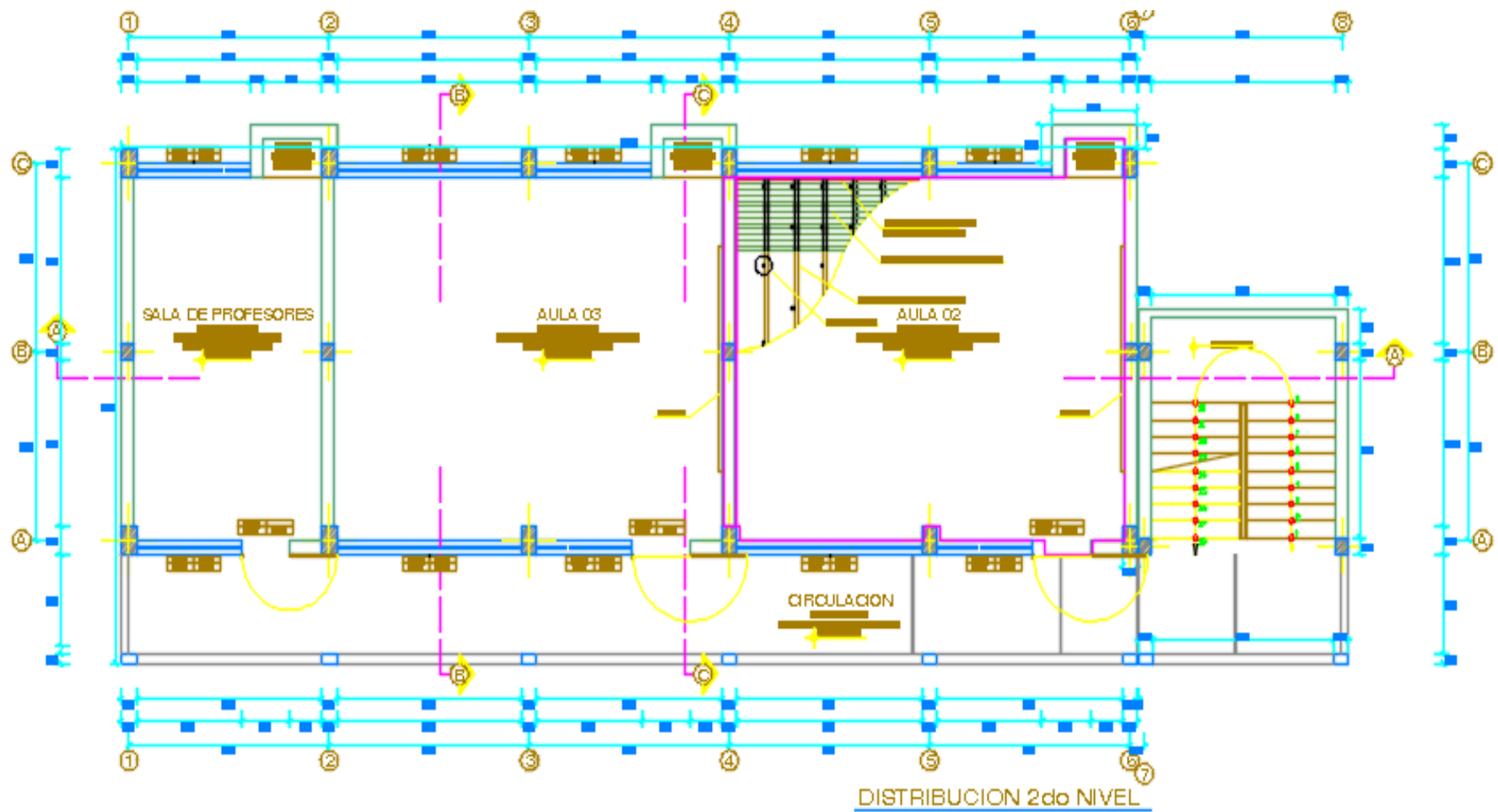
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE O UNIDAD DE MEDIDA
Variable Independiente: Cartas de balance	También llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos (aprox. 30 min.) en función a los recursos que participan en la actividad analizada "El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente." (Serpell 1990)	En base a datos estadísticos se tiene como finalidad obtener la distribución del tiempo destinado para ejecutar la partida de encofrados y vaciado de concreto en columnas, TP, TC y TNC. con lo cual se realiza el analisis y la posterior toma de medidas correctivas para mejorar la productividad de la mano de obra.	Balanceo de cuadrilla en Encofrado de columnas	Tamaño de la cuadrilla	Numero de obreros
			Balanceo de cuadrilla en concreto armado	Tamaño de la cuadrilla	Numero de obreros
			Productividad en encofrado y concreto sin cartas balance	distribucion del tiempo empleado en realizar las actividades	% de tiempo
V. D. 1: Productividad en encofrado de columnas	(Botero y alvarez, 2004) sostiene que la productividad es "una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado".	Relación de la cantidad producida entre los recursos empleados. Está asociada a un proceso de transformación en la cual ingresa un recurso para producir un bien, en nuestro caso Mano de Obra. Según los estudios de ocupación de los trabajadores, se consideró que pueden realizar 3 actividades; TP, TC y TNC.	Productividad con cartas de balance para encofrado de columnas	Tiempo productivo	% de tiempo
Tiempo contributorio				% de tiempo	
Tiempo no contributorio				% de tiempo	
V. D. 2: Productividad en concreto armado en columnas			Productividad con cartas de balance para concreto armado en columnas	Tiempo productivo	% de tiempo
				Tiempo contributorio	% de tiempo
				Tiempo no contributorio	% de tiempo

II. PLANOS

PLANO DE DISTRIBUCIÓN PRIMER NIVEL



PLANO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO NIVEL



III. FORMATO CARTAS BALANCE DE PARTIDAS ANALIZADAS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		CARTA DE BALANCE		Fecha: _____	
				Página 1 de 1	
PROYECTO: I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulca Mocho- Puno		ACTIVIDAD: Encofrado de columnas			
MUESTREADOR: Chambi Pari Julio Cesar		DESCRIPCIÓN:			
N° FORMULARIO: 1		FECHA: 09/11/2020		HORA INICIO: 08:30:00 a.m.	

MED	HOR	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	08:30	O	T	D	F	D	G	
2	08:31	F	T	D	F	D	G	
3	08:32	M	T	E	F	M	G	
4	08:33	M	D	E	F	D	M	
5	08:34	F	D	F	Q	G	E	
6	08:35	F	B	F	Q	G	E	
7	08:36	F	B	F	F	G	T	
8	08:37	O	B	F	F	G	A	
9	08:38	O	O	D	M	G	A	
10	08:39	M	B	D	M	O	P	
11	08:40	M	B	1	M	F	A	
12	08:41	B	1	1	F	F	A	
13	08:42	B	1	1	F	F	E	
14	08:43	F	1	P	F	M	E	
15	08:44	P	M	P	D	M	T	
16	08:45	P	1	M	P	F	T	
17	08:46	D	1	M	M	F	E	
18	08:47	F	P	F	F	F	P	
19	08:48	F	R	F	F	M	E	
20	08:49	F	3	M	F	M	A	
21	08:50	1	3	M	F	M	T	
22	08:51	1	1	M	H	F	A	
23	08:52	1	1	F	H	F	A	
24	08:53	1	2	F	H	F	R	
25	08:54	M	2	B	B	D	R	
26	08:55	M	2	D	T	D	R	
27	08:56	B	4	D	T	F	R	
28	08:57	B	4	F	B	F	O	
29	08:58	S	3	F	B	P	O	
30	08:59	S	2	F	B	F	E	
31	09:00	2	3	B	D	F	E	
32	09:01	2	3	B	P	B	M	
33	09:02	2	2	B	P	Q	A	
34	09:03	1	4	B	B	Q	A	
35	09:04	1	3	B	B	Q	M	
36	09:05	1	P	B	R	B	A	
37	09:06	O	P	4	R	B	E	
38	09:07	1	4	4	2	P	E	
39	09:08	1	4	2	2	B	Q	
40	09:09	1	4	2	3	B	Q	
41	09:10	M	D	2	4	D	C	
42	09:11	M	D	2	4	P	C	
43	09:12	2	3	2	4	P	M	
44	09:13	2	N	2	M	B	M	
45	09:14	4	N	D	M	B	C	
46	09:15	4	P	D	2	T	C	
47	09:16	2	2	D	2	T	C	
48	09:17	2	2	3	P	B	M	
49	09:18	2	D	3	2	B	M	
50	09:19	R	D	3	1	E	M	
51	09:20	R	3	3	E	E	H	
52	09:21	3	3	2	B	R	H	
53	09:22	3	3	2	S	R	H	
54	09:23	M	P	2	B	R	C	
55	09:24	M	P	2	B	R	C	
56	09:25	2	2	4	T	B	Q	
57	09:26	2	4	4	T	M	C	
58	09:27	2	3	3	B	O	C	
59	09:28	Q	3	3	B	O	T	
60	09:29	Q	4	3	B	O	T	

Clasificación del Recurso:

	Actividad	Nombre / Código
--	-----------	-----------------


		CARTA DE BALANCE		Fecha:	
				Página 1 de 1	
PROYECTO:		I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulca Moho- Puno		ACTIVIDAD: Encofrado de columnas	
MUESTREADOR:		Chambi Pari Julio Cesar		DESCRIPCIÓN:	
N° FORMULARIO:		1		FECHA:	HORA INICIO:
				09/11/2020	08:30

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE								
MED	HORA	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	08:30							
2	08:31							
3	08:32							
4	08:33							
5	08:34							
6	08:35							
7	08:36							
8	08:37							
9	08:38							
10	08:39							
11	08:40							
12	08:41							
13	08:42							
14	08:43							
15	08:44							
16	08:45							
17	08:46							
18	08:47							
19	08:48							
20	08:49							
21	08:50							
22	08:51							
23	08:52							
24	08:53							
25	08:54							
26	08:55							
27	08:56							
28	08:57							
29	08:58							
30	08:59							
31	09:00							
32	09:01							
33	09:02							
34	09:03							
35	09:04							
36	09:05							
37	09:06							
38	09:07							
39	09:08							
40	09:09							
41	09:10							
42	09:11							
43	09:12							
44	09:13							
45	09:14							
46	09:15							
47	09:16							
48	09:17							
49	09:18							
50	09:19							
51	09:20							
52	09:21							
53	09:22							
54	09:23							
55	09:24							
56	09:25							
57	09:26							
58	09:27							
59	09:28							
60	09:29							

Clasificación del Recurso:		
	Actividad	Nombre / Código
I	encofrado columnas	operario
II	encofrado columnas	operario
III	encofrado columnas	operario
IV	encofrado columnas	oficial
V	encofrado columnas	oficial
VI	encofrado columnas	peon

Clasificación del Trabajo:	
TRABAJO PRODUCTIVO:	
1	Colocacion de paneles
2	Amarre y/o clavado
3	Plomado y nivelado
4	Apuntalado de encofrado
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
TRABAJO CONTRIBUTIVO:	
A	Preparacion de amarres
B	Armado de paneles
C	Curado de paneles
D	Mediciones
E	Transporte de insumos
F	Corte de madera
G	Instrucciones/planos
H	Orden y limpieza del area
0	0
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO:	
M	Esperas
N	Viajes
O	Utilizar celular
P	Hablar entre compañeros
Q	Descanso tiempo ocioso
R	SS.HH.
S	Retrabajo
T	Ausencia

CARTA BALANCE DE VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS PRIMER REGISTRO

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		CARTA DE BALANCE		Fecha:
				Página 1 de 1
PROYECTO: Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulca Moho- Puno		ACTIVIDAD: Vaciado de concreto en columnas		
MUESTREADOR: Chambi Pari Julio Cesar		DESCRIPCIÓN:		
N° FORMULARIO: 1		FECHA: 11/11/2020	HORA INICIO: 10:30:00 a.m.	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE												
MED	HORA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	OBSERVACIONES
1	10:00	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
2	10:01	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
3	10:02	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	Q	R	R	
4	10:03	N	N	M	Q	R	A	A	A	A	A	
5	10:04	N	N	M	Q	A	A	A	A	A	A	
6	10:05	N	E	A	Q	A	A	A	A	A	A	
7	10:06	E	E	A	A	A	A	A	A	A	A	
8	10:07	E	E	A	A	A	A	A	A	A	A	
9	10:08	E	E	B	A	B	B	A	A	A	A	
10	10:09	E	E	N	A	B	B	A	A	A	A	
11	10:10	A	T	B	A	B	B	C	C	A	A	
12	10:11	1	1	B	B	B	B	C	C	1	1	
13	10:12	1	1	B	B	B	B	M	M	1	1	
14	10:13	1	1	B	M	M	M	C	C	1	1	
15	10:14	1	1	B	M	M	M	C	C	1	1	
16	10:15	1	1	B	B	B	B	C	C	1	1	
17	10:16	1	1	B	B	B	B	M	M	1	1	
18	10:17	M	M	B	M	M	M	C	C	M	M	
19	10:18	1	1	B	M	M	M	C	C	1	1	
20	10:19	1	1	B	B	B	B	C	C	1	1	
21	10:20	1	1	M	B	B	B	M	M	1	1	
22	10:21	2	M	B	M	M	M	C	C	2	M	
23	10:22	1	2	B	M	M	M	C	C	1	2	
24	10:23	1	1	M	B	B	B	C	C	1	1	
25	10:24	1	1	B	B	B	B	M	M	1	1	
26	10:25	R	M	B	B	B	B	M	M	M	M	
27	10:26	R	Q	B	M	M	M	C	C	P	P	
28	10:27	1	1	B	R	M	M	C	C	1	1	
29	10:28	1	1	B	R	B	B	C	C	1	1	
30	10:29	1	1	T	B	B	B	M	M	1	1	
31	10:30	1	1	B	M	M	M	C	C	M	N	
32	10:31	2	D	B	M	M	M	C	C	2	1	
33	10:32	2	D	M	B	B	B	C	C	2	1	
34	10:33	1	2	M	B	B	B	M	M	1	2	
35	10:34	1	2	B	B	B	B	P	P	M	2	
36	10:35	1	1	B	M	M	M	C	C	M	M	
37	10:36	E	1	B	M	M	M	C	C	1	1	
38	10:37	1	1	M	B	B	B	C	C	1	1	
39	10:38	1	E	M	B	B	B	M	M	1	1	
40	10:39	S	1	B	B	B	B	C	C	M	M	
41	10:40	1	1	B	B	A	A	C	C	1	1	
42	10:41	1	1	B	B	A	A	C	C	1	1	
43	10:42	2	1	N	A	A	R	A	A	2	1	
44	10:43	N	R	N	A	A	R	A	A	Q	Q	
45	10:44	Q	R	Q	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	
46	10:45	Q	R	Q	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	
47	10:46	Q	Q	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	Q	
48	10:47	Q	Q	R	Q	Q	Q	R	Q	Q	Q	
49	10:48	E	E	O	B	B	B	M	M	E	E	
50	10:49	E	E	O	B	B	B	M	M	E	E	
51	10:50	E	E	B	B	B	B	C	C	E	E	
52	10:51	1	1	M	M	M	B	C	C	1	1	
53	10:52	1	1	B	B	B	B	C	C	1	1	
54	10:53	1	1	A	B	B	B	M	M	1	1	
55	10:54	1	1	B	B	M	M	C	C	P	P	
56	10:55	1	1	B	M	B	B	C	C	1	1	
57	10:56	2	1	M	B	B	B	M	M	2	1	
58	10:57	2	1	B	B	B	B	C	C	2	1	
59	10:58	1	2	B	M	M	M	C	C	1	2	
60	10:59	1	2	B	M	M	M	C	C	1	2	

Clasificación del Recurso:		
Actividad	Nombre	Código
I	vaciado de concreto	operario
I	vaciado de concreto	operario
II	vaciado de concreto	oficial
IV	vaciado de concreto	peon
V	vaciado de concreto	peon
VI	vaciado de concreto	peon
VII	vaciado de concreto	peon
VIII	vaciado de concreto	peon
IX	vaciado de concreto	peon
X	vaciado de concreto	peon

Clasificación del Trabajo:		
TRABAJO PRODUCTIVO:		
1	Vaciado de concreto	
2	Vibrado de concreto	
TRABAJO CONTRIBUTIVO:		
A	Transporte de insumos	
B	Preparación de concreto	
C	Transporte de concreto	
D	Instrucciones	
E	Armado de andamio	
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO:		
M	Esperas	
N	Viajes	
O	Utilizar celular	
P	Hablar entre compañeros	
Q	Descanso/tiempo ocioso	
R	S.S.HH.	
S	Retrabajo	
T	Ausencia	

Fecha:
Página 1 de 1

PROYECTO:	Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulica Moho- Puno	ACTIVIDAD:	Vaciado de concreto en columnas
MUESTREADOR:	Chambi Pari Julio Cesar	DESCRIPCIÓN:	
Nº FORMULARIO:	1	FECHA:	HORA INICIO:
		11/11/2020	10:00:00 a.m.

[illegible]

	Actividad	Nombre / Código
I	vaciado de concreto	operario
II	vaciado de concreto	operario
III	vaciado de concreto	oficial
IV	vaciado de concreto	peon
V	vaciado de concreto	peon
VI	vaciado de concreto	peon
VII	vaciado de concreto	peon
VIII	vaciado de concreto	peon
IX	vaciado de concreto	peon
X	vaciado de concreto	peon

[illegible]

CARTA BALANCE DE ENCOFRADO DE COLUMNAS SEGUNDO REGISTRO



CARTA DE BALANCE

Fecha:

Página 2 de 2

PROYECTO:	I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sullca Maha- Pung
-----------	---

ACTIVIDAD:	Encofrado de columnas
------------	-----------------------

MUESTREADOR: Chambipi Pari Julio Cesar

DESCRIPCIÓN:

N° FORMULARIO: 2

11/11/2020

HORA INICIO: 02:00:00 p.m.

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

MEC	HOR	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	14:00	D	G	H	H	H	H	
2	14:01	D	D	H	H	D	H	
3	14:02	D	D	H	E	E	H	
4	14:03	N	D	E	E	E	H	
5	14:04	N	P	P	E	E	E	
6	14:05	N	G	F	Q	G	E	
7	14:06	F	F	F	F	G	T	
8	14:07	F	E	O	F	G	A	
9	14:08	F	F	D	N	G	A	
10	14:09	F	F	D	N	O	P	
11	14:10	F	O	D	N	F	A	
12	14:11	B	O	F	F	F	A	
13	14:12	B	F	F	F	F	E	
14	14:13	B	F	F	B	A	E	
15	14:14	B	F	T	B	A	T	
16	14:15	B	B	T	B	A	T	
17	14:16	B	B	F	B	A	E	
18	14:17	B	B	F	B	B	C	
19	14:18	B	B	F	B	B	C	
20	14:19	1	B	F	B	1	C	
21	14:20	1	B	1	1	1	C	
22	14:21	1	D	1	1	1	C	
23	14:22	R	D	4	4	B	C	
24	14:23	R	1	F	E	B	1	
25	14:24	R	1	B	E	F	1	
26	14:25	1	1	D	1	F	1	
27	14:26	1	2	D	1	F	C	
28	14:27	1	2	1	F	F	C	
29	14:28	1	4	1	F	1	1	
30	14:29	2	R	P	H	F	C	
31	14:30	2	R	P	H	2	C	
32	14:31	4	1	1	A	1	M	
33	14:32	4	1	1	A	1	M	
34	14:33	1	2	1	1	2	1	
35	14:34	1	2	2	1	Q	1	
36	14:35	1	4	2	B	1	1	
37	14:36	M	1	1	R	1	N	
38	14:37	P	1	1	R	P	N	
39	14:38	2	2	1	R	1	N	
40	14:39	2	2	1	R	1	Q	
41	14:40	2	2	1	4	1	C	
42	14:41	3	3	4	4	3	C	
43	14:42	3	3	4	4	Q	M	
44	14:43	3	Q	2	M	Q	M	
45	14:44	4	Q	2	M	4	C	
46	14:45	4	4	2	2	T	C	
47	14:46	4	4	1	2	T	C	
48	14:47	4	4	1	P	1	M	
49	14:48	G	4	T	2	G	M	
50	14:49	G	3	T	G	4	M	
51	14:50	2	3	4	E	4	H	
52	14:51	2	2	4	4	4	H	
53	14:52	2	2	2	3	R	H	
54	14:53	2	2	2	3	R	A	
55	14:54	S	S	2	3	R	A	
56	14:55	S	S	3	4	B	A	
57	14:56	4	4	3	4	M	4	
58	14:57	4	4	2	4	O	4	
59	14:58	3	2	2	3	O	M	
60	14:59	3	2	4	4	O	4	

Clasificación del Recurso:

	Actividad	Nombre / Código
I	encontrado columnas	operario
II	encontrado columnas	operario
III	encontrado columnas	operario
IV	encontrado columnas	oficial
V	encontrado columnas	oficial
VI	encontrado columnas	peon

Clasificación del Trabajo:

	TRABAJO PRODUCTIVO:
1	Colocación de paneles
2	Amarre y/o clavado
3	Plomado y nivelado
4	Apuntalado de encofrado
	TRABAJO CONTRIBUTORIO:
A	Preparación de amarres
B	Armado de paneles
C	Curado de paneles
D	Mediciones
E	Transporte de insumos
F	Corte de madera
G	Instrucciones/planos
H	Orden y limpieza del área
	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:
M	Esperas
N	Viajes
O	Utilizar celular
P	Hablar entre compañeros
Q	Descanso/tiempo ocioso
R	SS.HH.
S	Retrabajo
T	Ausencia

		CARTA DE BALANCE		Fecha:	
				Página 2 de	
PROYECTO:		I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulica Moho- Puno		ACTIVIDAD: Encofrado de columnas	
MUESTREADOR:		Chambi Pari Julio Cesar		DESCRIPCIÓN:	
N° FORMULARIO:		2		FECHA: 11/11/2020	
				HORA INICIO: 02:00:00 p.m	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

MED	HORA	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	14:00							
2	14:01							
3	14:02							
4	14:03							
5	14:04							
6	14:05							
7	14:06							
8	14:07							
9	14:08							
10	14:09							
11	14:10							
12	14:11							
13	14:12							
14	14:13							
15	14:14							
16	14:15							
17	14:16							
18	14:17							
19	14:18							
20	14:19							
21	14:20							
22	14:21							
23	14:22							
24	14:23							
25	14:24							
26	14:25							
27	14:26							
28	14:27							
29	14:28							
30	14:29							
31	14:30							
32	14:31							
33	14:32							
34	14:33							
35	14:34							
36	14:35							
37	14:36							
38	14:37							
39	14:38							
40	14:39							
41	14:40							
42	14:41							
43	14:42							
44	14:43							
45	14:44							
46	14:45							
47	14:46							
48	14:47							
49	14:48							
50	14:49							
51	14:50							
52	14:51							
53	14:52							
54	14:53							
55	14:54							
56	14:55							
57	14:56							
58	14:57							
59	14:58							
60	14:59							


Clasificación del Recurso:

	Actividad	Nombre / Código
I	encofrado columnas	operario
II	encofrado columnas	operario
III	encofrado columnas	operario
IV	encofrado columnas	oficial
V	encofrado columnas	oficial
VI	encofrado columnas	peon

Clasificación del Trabajo:

TRABAJO PRODUCTIVO:	
1	Colocacion de paneles
2	Amarre y/o clavado
3	Plomado y nivelado
4	Apuntalado de encofrado
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
TRABAJO CONTRIBUTIVO:	
A	Preparacion de amarres
B	Armado de paneles
C	Curado de paneles
D	Mediciones
E	Transporte de insumos
F	Corte de madera
G	Instrucciones/planos
H	Orden y limpieza del area
0	0
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO:	
M	Esperas
N	Viajes
O	Utilizar celular
P	Hablar entre companieros
Q	Descanso tiempo ocioso
R	SS.HH
S	Retrabajo
T	Ausencia

CARTA BALANCE DE VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS SEGUNDO REGISTRO

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		CARTA DE BALANCE		Página 2 de 2	
PROYECTO: Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sulca Moho- Puno		ACTIVIDAD: Vaciado de concreto en columnas			
MUESTREADOR: Chambi PariJulio Cesar		DESCRIPCIÓN:			
N° FORMULARIO: 2		FECHA: 13/11/2020		HORA INICIO: 02:30:00 p.m.	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE												
MED.	HORA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	OBSERVACIONES
1	14:30	T	D	D	D	A	A	N	A	T	A	
2	14:31	D	D	D	D	A	A	A	A	T	A	
3	14:32	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
4	14:33	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
5	14:34	E	E	M	B	B	B	B	B	E	E	
6	14:35	1	1	B	B	M	R	C	C	1	N	
7	14:36	1	1	B	B	B	R	B	C	1	1	
8	14:37	2	1	B	B	B	B	C	C	2	1	
9	14:38	1	2	B	B	P	P	C	C	1	2	
10	14:39	1	2	M	B	B	B	B	Q	1	2	
11	14:40	1	1	B	M	B	B	C	C	1	1	
12	14:41	2	1	B	B	B	B	B	C	2	1	
13	14:42	2	1	B	B	M	M	C	C	2	1	
14	14:43	1	1	M	B	B	B	C	C	1	1	
15	14:44	1	2	B	B	B	B	B	C	1	2	
16	14:45	2	2	B	B	B	B	C	C	2	2	
17	14:46	1	1	B	B	Q	M	C	C	1	1	
18	14:47	E	E	M	B	B	B	B	M	E	E	
19	14:48	1	1	B	M	B	B	B	B	1	1	
20	14:49	1	1	B	B	M	M	C	C	1	1	
21	14:50	1	1	B	B	B	M	B	C	1	1	
22	14:51	2	1	B	B	B	B	C	C	2	1	
23	14:52	M	1	M	B	B	B	C	C	N	1	
24	14:53	1	2	B	B	B	B	B	C	1	2	
25	14:54	1	1	B	M	B	B	C	C	1	1	
26	14:55	2	1	B	B	T	M	C	C	2	1	
27	14:56	2	E	M	B	B	B	Q	B	2	E	
28	14:57	E	1	B	N	B	B	B	B	E	1	
29	14:58	1	1	B	B	M	B	C	C	1	1	
30	14:59	1	2	B	B	B	B	B	C	1	2	
31	15:00	2	1	M	B	B	B	C	C	2	1	
32	15:01	1	1	B	M	B	B	C	C	1	1	
33	15:02	1	1	B	B	M	B	B	C	1	1	
34	15:03	1	2	B	B	M	M	C	C	1	2	
35	15:04	2	1	B	B	B	T	C	C	2	M	
36	15:05	R	Q	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	Q	
37	15:06	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	
38	15:07	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	
39	15:08	Q	Q	Q	Q	R	Q	Q	Q	Q	Q	
40	15:09	E	E	B	B	R	B	B	B	Q	E	
41	15:10	M	1	B	M	B	B	B	B	M	1	
42	15:11	1	1	B	B	M	M	C	C	1	1	
43	15:12	1	2	B	B	B	B	B	C	1	2	
44	15:13	2	1	B	B	B	B	B	C	M	2	
45	15:14	1	1	M	B	B	B	C	C	1	1	
46	15:15	1	1	B	M	B	B	B	C	1	1	
47	15:16	1	2	B	B	M	M	C	C	1	2	
48	15:17	2	1	B	B	B	B	C	C	2	1	
49	15:18	E	E	M	B	B	B	T	B	E	E	
50	15:19	P	1	B	T	B	B	B	B	P	1	
51	15:20	1	1	B	B	M	M	C	C	1	1	
52	15:21	1	2	B	B	B	B	B	C	1	2	
53	15:22	2	P	B	B	P	P	C	C	2	P	
54	15:23	1	1	M	B	B	B	C	C	1	1	
55	15:24	1	1	B	M	B	B	B	B	C	1	
56	15:25	2	2	B	B	M	M	C	C	2	2	
57	15:26	1	2	B	B	B	B	C	C	1	2	
58	15:27	1	M	M	B	B	B	N	M	M		
59	15:28	2	1	B	M	B	B	B	B	1	1	
60	15:29	1	1	B	B	M	M	C	C	1	1	

Actividad	Nombre / Código
I	vaciado de concreto operario
II	vaciado de concreto operario
III	vaciado de concreto oficial
IV	vaciado de concreto peon
V	vaciado de concreto peon
VI	vaciado de concreto peon
VII	vaciado de concreto peon
VIII	vaciado de concreto peon
IX	vaciado de concreto peon
X	vaciado de concreto peon

Clasificación del Trabajo:	
TRABAJO PRODUCTIVO:	
1	Vaciado de concreto
2	Vibrado de concreto
TRABAJO CONTRIBUTIVO:	
A	Transporte de insumos
B	Preparación de concreto
C	Transporte de concreto
D	Instrucciones
E	Armado de andamio
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO:	
M	Esperas
N	Viajes
O	Utilizar celular
P	Hablar entre compañeros
Q	Descanso/tiempo ocioso
R	SS.HH.
S	Retrabajo
T	Ausencia

IV. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO: Optimización de la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado en columnas. Instituciones Educativas Puno - 2020

AUTOR: Chami Pari Julio Cesar

I	INFORMACION GENERAL PARA FINES DE ESTUDIO DEL PRYECTO DE INVESTIGACION OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE CARTAS DE BALANCE EN PARTIDAS DE ENCOFRADO Y CONCRETO ARMADO EN COLUMNAS, INSTITUCIONES EDUCATIVAS, PUNO 2020			
	REGION:	PUNO	ALTITUD:	3950 MSNM
	PROVINCIA:	MOHO	LATITUD:	PUNTUACION 1 al 10
	DISTRITO:	MOHO	LONGITUD:	
II	PARTIDAS			
	ENCOFRADO DE COLUMNAS		VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS	
	10			
II	CARTAS DE BALANCE			
	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
	10			
IV	CUADRILLA DE TRABAJO			
	OPERARIO	OFICIAL	PEON	
	10			
V	DIAGRAMAS DE FLUJO			
	RECORRIDO	UBICACIÓN	TIEMPO	
	10			
VI	PRODUCTIVIDAD			
	HORAS HOMBRE	AVANCE	TIEMPO	
	10			
VII	TIPOS DE TRABAJO			
	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
	9			

APELLIDOS Y NOMBRES	MEZADO VARGAS ZENON
PROFESION	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP	27028
EMAIL	zemellado@hotmail.com
N° CELULAR	951523030



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO: Optimización de la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado en columnas, Instituciones Educativas, Puno - 2020

AUTOR: Chami Pari Julio Cesar

I	INFORMACION GENERAL PARA FINES DE ESTUDIO DEL PRYECTO DE INVESTIGACION OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE CARTAS DE BALANCE EN PARTIDAS DE ENCOFRADO Y CONCRETO ARMADO EN COLUMNAS, INSTITUCIONES EDUCATIVAS, PUNO 2020				
	REGION:	PUNO	ALTITUD:	3950 MSNM	PUNTUACION 1 al 10
	PROVINCIA:	MOMO	LATITUD:		
	DISTRITO:	MOMO	LONGITUD:		
II	PARTIDAS				9
	ENCOFRADO DE COLUMNAS		VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS		
II	CARTAS DE BALANCE				10
	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
IV	CUADRILLA DE TRABAJO				10
	OPERARIO	OFICIAL	PEON		
V	DIAGRAMAS DE FLUJO				9
	RECORRIDO	UBICACIÓN	TIEMPO		
VI	PRODUCTIVIDAD				10
	HORAS HOMBRE	AVANCE	TIEMPO		
VII	TIPOS DE TRABAJO				10
	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
APELLIDOS Y NOMBRES		Apaza Poma Severo Ricardo			
PROFESION		Ingeniero Civil			
REGISTRO CIP		106695			
EMAIL		RicardoAP-10@hotmail.com			
N° CELULAR		971281210			

Severo Ricardo Apaza Poma
INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 106695