

**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE
PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Milton Sandoval Quirós, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, Ing. Manuel Alán Zúñiga, Ing. Mauricio Araya Rodríguez, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Guía



Ing. Manuel Alán Zúñiga.
Profesor Lector



Ing. Mauricio Araya Rodríguez.
Profesor Observador

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción**

Estandarización de Procesos de Obras Civiles Menores de la Sección de Mejoramiento
de Barrios de la Municipalidad de San José

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Ariel Rodrigo Chavarría Vallejos

Cartago, Diciembre, 2018

Estandarización de Procesos de Obras Civiles Menores de la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José

Abstract

The development of this work intends to conduct a productivity and performance study of the workmanship of the crews of the Section of Neighborhood Improvement and Habitat Community of the Municipality of San José, in addition to knowing the factors that affect the performance and propose solutions to problems observed during the measurement of productivity and performance, and the development of a guide to construction and inspection, as well as sheets, inspection of work, data sheets, verification of progress of work and logs of daily work, for the construction of sidewalks, cord, pipe or gutter, and access ramps, as well as on off-ramps pedestrian crossing.

Based on the results of the samplings of productivity, the situations observed in the projects and the study of factors that affect the performance of the crews, the actions proposed to improve the performance of the crews; in addition, the completion of a record of performance of the crews.

With the study of the activities necessary for the completion of the projects, it was developed a guide to construction and inspection of projects construction of sidewalks, cord, pipe and ramps, in addition to the production of sheets of inspection of works, data sheets, verification of progress of work and logs of daily work, to standardize the control of the projects under execution.

Keywords: Performance, Standardization, Productivity, Guide, Inspection Check Sheets.

Resumen

El desarrollo de este trabajo pretende realizar un estudio de productividad y rendimiento de la mano de obra de las cuadrillas de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José, además de conocer los factores que afectan la productividad y el rendimiento y proponer soluciones a los problemas observados durante la medición de rendimiento, y la elaboración de una guía de construcción e inspección, así como hojas de inspección de obra, hojas de verificación de avance de obras y bitácoras de trabajo diario, lo anterior en la construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso, así como en rampas de cruce peatonal.

En función de los resultados de los muestreos de productividad, las situaciones observadas en los proyectos y el estudio de factores que afectan los rendimientos de las cuadrillas, se propuso realizar acciones para mejorar los rendimientos de las cuadrillas; además, de la realización de un registro de los rendimientos de las cuadrillas.

Con el estudio de las actividades necesarias para la realización de los proyectos, se elaboró una guía de construcción e inspección de proyectos de construcción de aceras, cordón de caño y rampas para la Municipalidad, además de la realización de hojas de inspección de obras, hojas de verificación de avances de obra y bitácoras de trabajo diario, para estandarizar el control de los proyectos en ejecución.

Palabras claves: Rendimiento, Estandarización, Productividad, Guía, Inspección, Hojas de Verificación.

Estandarización de Procesos de Obras Civiles Menores de la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José

ARIEL RODRIGO CHAVARRÍA VALLEJOS

Informe de Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Dedicatoria	2
Prefacio	2
Resumen ejecutivo	2
Introducción	2
Metodología	4
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PROYECTOS..	4
SELECCIÓN DE TAREAS POR ACTIVIDAD	5
MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE CUADRILLAS	7
ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LAS CUADRILLAS	8
Marco teórico	9
PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO	9
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	11
Resultados.....	13
ACTIVIDAD 1. CONSTRUCCIÓN DE ACERAS	13
ACTIVIDAD 2. CONSTRUCCIÓN DE CORDÓN DE CAÑO O CUNETAS	48
ACTIVIDAD 3. CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS DE ACCESO O DE CRUCE PEATONAL	70
Análisis de resultados	101
MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS.....	101
CONSTRUCCIÓN DE ACERAS.....	101
CONSTRUCCIÓN DE CORDÓN DE CAÑO O CUNETAS	106
CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS DE ACCESO O DE CRUCE PEATONAL	109
PROPUESTAS DE MEJORA DE RENDIMIENTO DE CUADRILLAS	113
GUÍA DE CONSTRUCCIÓN E INSPECCIÓN .	113
Conclusiones	115
Recomendaciones	118
Apéndices	119
Referencias bibliográficas.....	120

Dedicatoria

A Dios, por darme salud, fortaleza y ser mi guía durante estos años de vida universitaria.

A mi madre María Vallejos López, mi padre Rodrigo Chavarría González y mi hermana Dayana Chavarría Vallejos, por ser mi fuerza, por nunca haber dejado de apoyarme a pesar de todo, por haberme dado el privilegio y la oportunidad de realizar mis estudios universitarios, por sus consejos y por todo lo que dieron e hicieron por mí para permitirme cumplir mi sueño de ser ingeniero.

A mi tía Flor Enid Chavarría González, mi prima Annabelle González Chavarría y mi primo Anthony Rodríguez González, por haberme dado el apoyo, los consejos y las fuerzas a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi amigo Sebastián Sánchez Loría, a mi amiga Karolina Ferreto Alfaro y en especial a mi amiga Génesis Méndez Sánchez, por haberme permitido darme el gusto de conocerlos, por las horas de estudio, el tiempo y todo lo que compartimos durante mi vida universitaria.

A mi profesora guía Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, por su paciencia, dedicación y consejos brindados para poder realizar este trabajo.

A Víctor Campos, Ing. Jose Fonseca, Randall Rojas, Ileana Morales, Ing Ronald Alfaro y demás personal de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José, por abrirme las puertas y haberme dado la oportunidad de realizar mi práctica profesional y por haberme enseñado tanto durante el tiempo en el que desarrollé mi proyecto.

¡Infinitas gracias!

Prefacio

El proyecto puede dividirse en dos fases: la primera de ellas consiste en medir la productividad de las cuadrillas de la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José en la construcción de obras civiles menores, como lo son las aceras, rampas, cordón y caño; esto en los diferentes distritos del cantón central de la provincia de San José. Lo anterior se hizo mediante la utilización de herramientas para medir productividad como Work Sampling, Crew Balance y Five Minute Rating; lo que se pretende con esto es documentar el rendimiento de las cuadrillas en la construcción de las obras menores ya descritas.

Lo planteado surge ante la necesidad de contar con el mejor criterio a la hora de construir estas obras civiles y, a su vez, que la labor de inspección de este tipo de obras esté estandarizada, de manera que se tenga un control estricto y definido para los procesos de construcción de las obras civiles menores mencionadas. Actualmente, la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José no cuenta con los rendimientos de las cuadrillas que realizan este tipo de obras, lo cual genera problemas a la hora de programar o planificar futuros proyectos que consideren la construcción de aceras, rampas, cordón y caño.

La segunda fase del proyecto consistió en proponer una guía de construcción e inspección de las obras civiles menores mediante los resultados de la medición de la productividad y de la documentación de las tareas y actividades que requieren la construcción de las obras menores. Se pretende realizar una guía, la cual contenga la descripción de las tareas y actividades que se requieren para construir las aceras, rampas, cordón y caño, así como hojas de verificación para la inspección de la construcción de las obras menores.

En lo anterior se consideraron, además de las tareas y actividades documentadas en la medición de la productividad, el criterio de los ingenieros de campo y de los mismos miembros

de las cuadrillas, ya que ellos pueden brindar aportes importantes para que la descripción del proceso sea la más clara posible.

Resumen ejecutivo

La estandarización y optimización de los procesos de construcción resulta importante en la actualidad; con ello es posible establecer mejoras en los procedimientos, se simplifica la ejecución y supervisión de las tareas y actividades de un determinado proyecto. El presente proyecto consiste en la medición de rendimientos y productividad en las cuadrillas y el establecimiento de una guía de construcción e inspección de la construcción de aceras, rampas, cordón y caño en el cantón central de San José, en conjunto con propuestas de mejora para aquellos factores que fueron considerados como causa de los problemas en la productividad de las cuadrillas. Además, se elaboraron hojas de verificación para la inspección de obras, hojas de verificación de avance del proyecto, así como hojas tipo bitácora de trabajo diario para los encargados de las cuadrillas.

Actualmente, la Sección e Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José no cuenta con un registro de rendimiento de las actividades de construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso o de cruce peatonal. Esta información resulta ser valiosa para la programación de proyectos futuros, así como para el estudio de la productividad de las cuadrillas, por lo que, con la realización de este proyecto, la sección contará con rendimientos y productividad de las cuadrillas que fueron seleccionadas conforme se ejecutaron los proyectos durante el periodo de realización de esta práctica profesional dirigida. Además, la sección cuenta, actualmente, con hojas de avance e inspección de obra, sin embargo, estas son poco eficientes, según indicaron los ingenieros, ya que la información que contiene no resulta ser apropiada, debido a que su estructura es poco práctica.

Se realizó la medición de productividad mediante muestreos, con la ayuda de herramientas de medición de productividad como Work Sampling, Five Minute Rating y Crew Balance. Los muestreos se hicieron mediante visitas al lugar de construcción de los proyectos

mencionados. Para la actividad construcción de aceras se realizaron 7 muestreos, para la actividad construcción de cordón de caño o cunetas se hicieron 4 muestreos, misma cantidad para la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal.

Mediante la observación de los trabajos realizados por las cuadrillas, se logró registrar algunos factores que se consideraron como los principales que afectan la productividad y el rendimiento de las cuadrillas; con ello se plantearon propuestas de mejora para ser aplicadas, con el objetivo de mejorar la productividad de los trabajadores de las cuadrillas.

Con la observación de los trabajos, las recomendaciones de los ingenieros de la sección y la investigación de normativas, leyes y otros documentos afines a la construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso o de cruce peatonal, se elaboró un Guía de Construcción e Inspección de Obras Civiles Menores, en la cual se indica el adecuado proceso de construcción e inspección de este tipo de obras, con el objetivo de generar un estándar en el proceso de construcción e inspección de estas obras para la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José, y el cual podría ser utilizado en otras instituciones que ejecuten este tipo de trabajos.

Paralelo a la elaboración de la guía, se desarrollaron hojas de verificación para los procesos de inspección y control de avance de los proyectos. Las hojas de verificación de inspección desarrollan el contenido de la Guía de Construcción e Inspección para ser aplicada en los proyectos, y las hojas de verificación de avance de obra y las bitácoras de trabajo diario se elaboraron para ser utilizados por supervisores y encargados de cuadrillas respectivamente, esto para tener un control tanto en el avance de las obras como en la utilización de materiales.

Con este proyecto se logró elaborar la Guía de Construcción e Inspección, las propuestas de mejora de productividad de las

cuadrillas, la elaboración de las hojas de verificación de inspección y avance de proyectos, además de las bitácoras de trabajo diario. Para la medición de la productividad y rendimientos de las actividades de construcción de aceras, construcción de cordón de caño o cunetas y la construcción de rampas de acceso o de cruce

peatonal, no se logró obtener los rendimientos de algunas tareas, ya que durante la observación y los muestreos realizados, los trabajadores de las cuadrillas no efectuaron algunas tareas, por lo que no se tuvo registro del rendimiento de esas tareas.

Introducción

La estandarización y optimización de los procesos de construcción resulta importante en la actualidad. Las empresas constructoras y cualquier institución que se encargue de ejecutar obra pública deberá implementar la estandarización de procesos, ya que esto permite garantizar mayor calidad y seguridad a la hora de ejecutar proyectos. Con la estandarización de procesos también es posible establecer mejoras en los procedimientos, así como simplificar la ejecución y supervisión de las tareas y actividades de un determinado proyecto.

El presente proyecto consiste en la medición de rendimientos y productividad en las cuadrillas y el establecimiento de una guía de construcción e inspección de la construcción de aceras, rampas, cordón y caño en el cantón central de San José. En relación con la estandarización de procesos constructivos de las obras civiles menores mencionadas de la Municipalidad de San José, no se cuenta con ningún registro de rendimiento de cuadrillas ni guías de construcción e inspección. En cuanto a la inspección de obras, esta se realiza a criterio del ingeniero a cargo de cada proyecto, lo cual puede generar discrepancia de criterios; además, al no haber una guía de construcción, puede darse que no se cumpla con algún detalle o especificación establecida en normas vigentes relacionadas a la construcción de este tipo de obra.

Por otra parte, la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José no cuenta con un registro de rendimiento de las cuadrillas que se encargan de realizar la construcción de aceras, rampas, cordón y caño; por lo que no existe certeza en la duración de la construcción de dichas obras, lo que deriva en la dificultad de la planificación de la construcción de obras civiles futuras.

El objetivo general que se plantea para este proyecto es el siguiente:

- Proponer un sistema de estandarización de los procesos de construcción e

inspección de las obras civiles menores de la Municipalidad de San José.

Para este proyecto se propone ejecutar los siguientes objetivos específicos:

- Documentar el rendimiento de las cuadrillas encargadas de la construcción de obras civiles menores.
- Proponer una guía de construcción e inspección de las obras civiles menores.
- Revisar los requerimientos en normativas vigentes relacionada a la construcción de las obras mencionadas para aplicarlos en la guía de construcción e inspección.

Con el cumplimiento de los objetivos mencionados, la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José podrá contar con una herramienta que permita documentar el rendimiento de sus cuadrillas, la duración aproximada de la ejecución de las tareas y actividades de la construcción de aceras, rampas, cordón y caño y una guía de construcción e inspección de dichas obras civiles menores.

Este informe cuenta con los siguientes segmentos:

Marco teórico: se describe el tipo de obras civiles menores que se construyen, además de la importancia de la estandarización e inspección en proyectos de obras civiles.

Metodología: en este apartado se describen las actividades realizadas para el desarrollo de este proyecto iniciando por el criterio de selección de los proyectos a evaluar, el procedimiento de documentación de los rendimientos de las cuadrillas encargadas de la construcción de las obras, también se expondrán las tareas y actividades para la construcción de las obras y la

elaboración de la guía de construcción e inspección.

Resultados: en este segmento se mostrarán los resultados de la medición del rendimiento de las cuadrillas con los métodos Work Sampling, Crew Balance y Five Minute Rating. Conjuntamente, se mostrará la aplicación de las normas vigentes relacionadas a la construcción de este tipo de obras, así como el sistema de construcción e inspección de las obras, basado en una guía, además de hojas de verificación de tareas y actividades.

Análisis de los resultados: se realizará el análisis de los rendimientos documentados, los posibles problemas que se presentan en los procesos de construcción de las obras civiles menores que afectan la planificación de proyectos futuros.

Conclusiones: se expondrán las conclusiones del estudio del rendimiento de las cuadrillas y la elaboración de la guía de construcción e inspección de las obras civiles menores.

Recomendaciones: en este segmento se recomendarán acciones que permitan mejorar los rendimientos de las cuadrillas de la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José, así como recomendaciones para la guía de construcción e inspección de obras civiles menores.

Apéndices: se expondrán las hojas utilizadas para la documentación de los rendimientos de las cuadrillas mediante las herramientas de medición de productividad como Work Sampling, Crew Balance y Five Minute Rating en conjunto con la Guía de Construcción e Inspección de Obras Civiles Menores de la Municipalidad de San José.

Metodología

Criterios de selección de proyectos

Para desarrollar este trabajo, se escogieron proyectos de obras civiles menores que consistían en la construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso y de cruce peatonal. En este apartado se explican los criterios de selección de los proyectos a estudiar.

Se tiene como principal criterio para el análisis de la productividad de las cuadrillas la disponibilidad de ejecución de proyectos que realice la Sección de Mejoramiento de Barrio en el periodo de desarrollo de la práctica profesional dirigida.

A continuación, se mencionan y justifican los factores que se desean estudiar para la medición de los rendimientos y la productividad de las cuadrillas. Lo que se pretende es realizar una comparación de los factores que afectan los rendimientos entre proyectos similares en cuanto a la construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso y de cruce peatonal, ubicados en distintos distritos del cantón central de San José.

Condiciones meteorológicas

Los proyectos de construcción de obras civiles menores, por su naturaleza, se realizan a la intemperie, bajo condiciones climatológicas variables según el sitio en que se realice.

En los distritos del cantón central de San José se pueden dar condiciones climatológicas diferentes, esto por la gran extensión del cantón. Por ejemplo, en Pavas la temperatura puede que alcance los 26°C y que esté muy soleado,

mientras que, al mismo tiempo, en Zapote la temperatura sea de 21°C y esté lloviendo.

Estas variaciones del estado del tiempo influyen positivamente (condiciones agradables, nublado, con brisa fresca) o negativamente (condiciones soleadas, exceso de calor que afecte el desempeño de los trabajadores). Esto resulta interesante de estudiar para registrar la posible afectación que genere en los rendimientos y la productividad de los trabajadores de las cuadrillas.

Se realizará un registro de las condiciones climatológicas a la hora de realizar la medición de los rendimientos con las herramientas que se presentaron en la sección de marco teórico. Para realizar este estudio, se registrará la temperatura ambiente, además de la condición meteorológica (soleada, nublada, lluviosa) al momento del muestreo.

Distancia de desplazamientos desde el Plantel Municipal

Considerando que el cantón central de San José tiene un área de extensión de 44.62 km², puede que la distancia entre dos proyectos sea la misma desde el Plantel Municipal, sin embargo, el tiempo de traslado puede variar debido a posibles congestionamiento vial o situaciones cotidianas en el tránsito de vehículos que aumenten la demora de los traslados.

El tiempo de movilización de los trabajadores de las cuadrillas se considera parte de la jornada laboral, por lo que posibles demoras en los traslados disminuyen las jornadas laborales y, a su vez, la duración de las tareas y actividades de los proyectos de obras civiles menores.

Se incluirá en este estudio la distancia que recorren los trabajadores de las cuadrillas al realizar el acarreo de materiales, considerando el lugar en el cual custodian estos.

Para la medición de este factor se calculará la distancia desde la ubicación de los proyectos hasta el Plantel Municipal, considerando, principalmente, aquellos que se ubiquen a distancias similares.

Topografía del sitio

Según el tipo de proyecto y su ubicación, la construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso o de cruce peatonal pueden darse en terrenos planos o con alguna pendiente.

La topografía del sitio afecta la productividad de los trabajadores considerando el esfuerzo que tengan que realizar en las tareas y actividades. Si la topografía del sitio es muy irregular (pendiente elevadas), más les costará realizar las labores a los trabajadores y más tiempo tardarán en finalizar las tareas.

Para la medición de este factor, se pretende consultar a los trabajadores de las cuadrillas en las que la topografía sea irregular en el sitio de construcción de la obra civil menor, con el fin de considerar su opinión sobre el grado de dificultad que tienen al realizar labores con dichas condiciones del sitio.

Selección de tareas por actividad

Para este proyecto, se estudiarán las tareas de construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso o de cruce peatonal. Estos son los proyectos que más interesan para estudiar el rendimiento de los trabajadores de las cuadrillas. Esta selección se realizó en conjunto con el Ing. Jose Fonseca Duarte, quien recomendó la medición de rendimientos de dichas tareas, ya que son las que representan un mayor interés de estudio para la programación de proyectos con los rendimientos que se obtendrán en este trabajo.

En el Cuadro 1, se muestran cuáles tareas o actividades serán estudiadas para la medición del rendimiento y productividad:

CUADRO 1. SELECCIÓN DE TAREAS PARA EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS			
Actividad	Código	Tarea	Selección de tareas a evaluar rendimientos
Construcción de aceras	CA-01	Señalización de seguridad	
	CA-02	Remoción de vegetación	
	CA-03	Demolición de estructuras existentes	X
	CA-04	Remoción de capa vegetal del suelo	X
	CA-05	Remoción de escombros y desechos	X
	CA-06	Nivelación de terreno	
	CA-07	Trazado	
	CA-08	Colocación de guías	
	CA-09	Colocación y confección de encofrado	X
	CA-10	Colocación y compactación de material de relleno	X
	CA-11	Elaboración de barandas	
	CA-12	Colocación de barandas	
	CA-13	Preparación del concreto	X
	CA-14	Colocación del concreto	X
	CA-15	Curado del concreto	
	CA-16	Desencofrado	X
	CA-17	Acabados del concreto	X

	CA-18	Cierre del proyecto	
Construcción de cordón de caño o cunetas	CC-01	Señalización de seguridad	
	CC-02	Remoción de vegetación	
	CC-03	Demolición de estructuras existentes	
	CC-04	Remoción de capa vegetal del suelo	X
	CC-05	Remoción de escombros y desechos	X
	CC-06	Nivelación de terreno	
	CC-07	Trazado	
	CC-08	Colocación de guías	
	CC-09	Confección de encofrado	X
	CC-10	Colocación de encofrado	X
	CC-11	Colocación y compactación de material de relleno	X
	CC-12	Preparación del concreto	X
	CC-13	Colocación del concreto	X
	CC-14	Curado del concreto	
	CC-15	Desencofrado	X
	CC-16	Acabados del concreto	X
	CC-17	Cierre del proyecto	
Construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal	CR-01	Señalización de seguridad	
	CR-02	Remoción de vegetación	
	CR-03	Demolición de estructuras existentes	
	CR-04	Remoción de capa vegetal del suelo	X
	CR-05	Remoción de escombros y desechos	X
	CR-06	Nivelación de terreno	
	CR-07	Trazado	
	CR-08	Colocación de guías	
	CR-09	Excavación para cimentación de muros	X
	CR-10	Confección y colocación de acero de refuerzo	
	CR-11	Preparación del concreto	X
	CR-12	Colocación del concreto	X
	CR-13	Curado del concreto	
	CR-14	Colocación y confección de encofrado	X
	CR-15	Colocación de malla de refuerzo	X
	CR-16	Colocación de blocks	X
	CR-17	Colocación de tubería PVC	X
	CR-18	Colocación y compactación de material de relleno	X
	CR-19	Confección del acero de refuerzo	
	CR-20	Colocación de acero de refuerzo	
	CR-21	Elaboración de barandas	
	CR-22	Colocación y soldadura de barandas	X
	CR-23	Desencofrado	X
	CR-24	Acabados del concreto	X
	CR-25	Cierre del proyecto	

Medición de productividad de cuadrillas

Para la medición de la productividad de las cuadrillas, se acude a la utilización de 3 herramientas de medición de productividad: Work Sampling, Five Minute Rating y Crew Balance. Para cada herramienta se pretende registrar las tareas que realizan los trabajadores mediante visitas al proyecto, realizando observaciones con una frecuencia de tiempo determinada y anotando lo observado en formularios de toma de datos, esto para que el análisis sea efectivo y los datos que se recopilen sea más confiable.

Esta medición se realizará todos los días de la semana, ya que el desempeño de los trabajadores es distinto cuando trabajan por ejemplo, un lunes en la mañana y un viernes en la tarde.

Inicialmente se realizan los formularios de registro de datos para las herramientas mencionadas anteriormente, como se muestran en las siguientes 3 figuras. Cabe aclarar que los formularios se adecuaban de acuerdo con la cantidad de trabajadores por cuadrilla.



Municipalidad de San José							
Departamento de Mejoramiento de Barrios							
Medición de Rendimientos: <u>Metodología Work Sampling</u>							
Proyecto:							
Ubicación:		Fecha:					
Encargado Cuadrilla:		Hora:					
Condiciones Climatológicas: Temperatura Ambiente:							
Observaciones Generales/Condiciones del Entorno:							
Nº Observ.	Total Trabajad	Trab. Laborando	Trab. No Laborando	Nº Observ.	Total Trabajad.	Trab. Laborando	Trab. No Laborando


Figura 1. Formulario de toma de datos para metodología Work Sampling

Municipalidad de San José			
Departamento de Mejoramiento de Barrios			
Medición de Rendimientos: <u>Metodología Five Minute Rating</u>			
Proyecto:			
Ubicación:		Fecha:	
Encargado Cuadrilla:		Hora:	
Condiciones Climatológicas: Temperatura Ambiente:			
Observaciones Generales/Condiciones del Entorno:			

Proyecto:			
Ubicación:			Fecha:
Encargado Cuadrilla:			Hora:
Condiciones Climatológicas: Temperatura Ambiente:			
Observaciones Generales/Condiciones del Entorno:			

Observ	Hora	Trabajador #1	Trabajador #2	Trabajador #3	Trabajador #4

Figura 2. Formulario de toma de datos para metodología Five Minute Rating

Municipalidad de San José			
Departamento de Mejoramiento de Barrios			
Medición de Rendimientos: <u>Metodología Crew Balance</u>			
Proyecto:			
Ubicación:		Fecha:	
Encargado Cuadrilla:		Hora:	
Condiciones Climatológicas: Temperatura Ambiente:			
Observaciones Generales/Condiciones del Entorno:			

Proyecto:			
Ubicación:			Fecha:
Encargado Cuadrilla:			Hora:
Condiciones Climatológicas: Temperatura Ambiente:			
Observaciones Generales/Condiciones del Entorno:			

Observ	Hora	Trabajador #1	Trabajador #2	Trabajador #3	Trabajador #4

Figura 3. Formulario de toma de datos para metodología Crew Balance

Una vez seleccionados los procesos y elaborados los formularios, se procede a la toma de datos de los rendimientos de los trabajadores de las cuadrillas.

Esta labor de recolección de datos se realizará en toda la jornada laboral, considerando las actividades que se indicaron en la sección *Selección de tareas por actividad*.

Primeramente, se realizará la medición mediante la Metodología Work Sampling, la cual se realiza en tiempos aleatorios, observando si los trabajadores de la cuadrilla están realizando alguna labor, registrando la cantidad de trabajadores que se encuentra trabajando y la cantidad de trabajadores que no se encuentra trabajando.

Para la Metodología Five Minute Rating, se realizarán observaciones en intervalos iguales de tiempo y se anotará si el trabajador se encuentra realizando una labor o no; anotando en la casilla correspondiente a cada trabajador "SÍ", si el trabajador se encuentra efectuando una labor, y "NO" si no está realizándola.

En las observaciones correspondientes a la Metodología Crew Balance, se registrará la labor o acción que se encuentra realizando el trabajador de la cuadrilla, en intervalos de tiempos definidos.

Análisis de productividad de las cuadrillas

Una vez documentada la información de los rendimientos de las cuadrillas, se procede al cálculo de la productividad considerando las 3 herramientas de medición mencionadas.

Se realizará un análisis en conjunto con los encargados de la Sección de Mejoramiento de Barrios para determinar las posibles causas que afectan la productividad de las cuadrillas, considerando los factores estudiados. Además, con los resultados de la metodología Crew Balance, se describirán cuáles son las tareas menos productivas, es decir, las que más afectan el rendimiento de los trabajadores y cuáles son las tareas más productivas, es decir, las que aportan un mayor avance en la tarea o actividad que realiza el trabajador.

Se pretende realizar la clasificación de las tareas y actividades que hacen que el trabajo sea productivo o improductivo, esta detallará en la sección de Resultados.

Considerando dicha clasificación del trabajo y los factores que se afectan la productividad, se realizará un diagrama de Causa – Efecto, donde se muestren las posibles causas

que disminuyen la productividad para cada una de las tareas o actividades seleccionadas.

Se realizará, además, una medición de costos por hora de trabajo productivo, contributivo e improductivo, según lo registrado en los muestreos, esto para determinar la pérdida económica debido a los trabajos improductivos.

Por último, se pretende proponer e implementar mejoras o consideraciones que permitan aumentar la productividad de las cuadrillas a la hora de realizar las tareas o actividades de las obras civiles menores, según las causas encontradas,

Asimismo, la realización de una guía de construcción e inspección de las obras civiles menores, que incluya el paso a paso para la adecuada construcción e inspección de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso o de cruce peatonal, considerando el análisis de los rendimientos y las mejoras propuestas. Además, se propondrán hojas de verificación de inspección de obras y control de avance de obra para los inspectores, y hojas de trabajo efectuado diario para los encargados de las cuadrillas, con la finalidad de mejorar el proceso de inspección y control de obra e los proyectos de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José

Marco teórico

Productividad y rendimiento

Productividad

Según Montero (2012), la productividad es la relación que se da entre resultados obtenidos sobre insumos aplicados en una determinada actividad; entiéndase como resultados aquellos productos que se obtienen e insumos aplicados a las máquinas, trabajadores y otros recursos necesarios para la elaboración de los productos.

Bajo la premisa anterior, se puede relacionar la productividad con los rendimientos de alguna tarea o actividad; es importante considerar, sin embargo, que la productividad es la medición de qué tan eficiente es la actividad y el rendimiento es la cantidad de trabajo que realiza un determinado trabajador en una determinada cantidad de tiempo, el cual puede expresarse como horas hombre, horas operario, horas peón, horas equipo, entre otras.

La productividad y, por ende, los rendimientos, se ven afectados por tiempos llamados improductivos, los cuales son aquellas actividades en las que no se realizan labores propias de la actividad laboral, por ejemplo, el tiempo para comer, ir al baño, entre otros.

La medición de la productividad se puede realizar mediante herramientas como Work Sampling, Five Minute Rating y Crew Balance, que serán desarrolladas más adelante.

Rendimiento

Para este proyecto resulta importante el estudio del concepto de rendimiento, específicamente en el campo de la construcción.

Según Urias (2005), el rendimiento en la construcción es la cantidad de trabajo que es

realizado por una persona, en un determinado tiempo, que esta puede referirse ya sea en una jornada laboral, o bien en horas, minutos o segundos.

La cantidad de trabajo que se realiza va en función del tipo de labor que se realice, por ejemplo, el volumen de concreto colocado, cantidad de metros lineales de acero colocado, metros cuadrados de pintura de una pared, entre muchas otras.

El estudio de los tiempos para la elaboración de una determinada tarea o actividad permite determinar con mayor exactitud el tiempo necesario o que se requiere para llevar a cabo una determinada tarea, actividad o proyecto, lo cual resulta primordial para el planeamiento de proyectos de construcción, el cálculo del costo real de mano de obra, la programación de despacho, compra o entrega de materiales y una infinidad de actividades más.

Factores que afectan el rendimiento en la construcción

El estudio del rendimiento en la construcción ha demostrado que este es afectado por factores que alteran la confiabilidad de la duración de actividades. Según Henríquez (2008), algunos de estos son los siguientes:

- Factores climáticos: el estado del tiempo influye directamente en la obtención de rendimientos, ya que aspectos como la lluvia o un día muy soleado afectan negativamente el desempeño que puede tener un obrero a la hora de realizar determinada labor.
- El trabajador: se considera fundamental la situación personal del trabajador, es decir, cómo se siente a la hora de trabajar. La actitud, el ritmo de trabajo y su nivel de destreza son factores que alteran la duración al ejecutar actividades

y consecuentemente, alteran el rendimiento y la productividad.

- Aspectos laborales: se pueden mencionar las condiciones que se le otorguen al empleado como el salario, incentivos, tipo de contrato, ambiente de trabajo y seguridad; que van de la mano con el estado de ánimo del trabajador.
- Equipo y herramientas: para laborar de forma adecuada, sin que se llegue a alterar el rendimiento de una actividad determinada, se requiere el uso de equipo y herramientas en un estado ideal, que no afecten la labor del trabajador.

Trabajo productivo

Según de Solminihac (2011), el trabajo productivo en la construcción es aquella actividad que aporta directamente a la producción, por ejemplo: colocación de encofrado, apuntalado, colado de concreto, entre otras. De acuerdo con Serpell (2002), los valores óptimos de productividad para la industria de la construcción se distribuyen de la siguiente forma: para trabajo productivo es de 60 %, para trabajo contributivo es 25 % y el trabajo improductivo es de 15 %.

Trabajo contributivo

El trabajo contributivo en la construcción es la actividad de apoyo que deben ser realizadas para que el trabajo productivo se pueda hacer, por ejemplo el traslado del encofrado al lugar de colocación, limpieza de superficies a colar concreto, etc. (De Solminihac, 2011).

Trabajo improductivo

Se puede definir como trabajo improductivo a todas aquellas acciones que no se enmarcan dentro de las anteriores y que representan tiempos que se desaprovechan, por ejemplo, la espera por recursos faltantes, conversaciones entre trabajadores, entre otras (De Solminihac, 2011).

Herramientas para medición de productividad

Para la obtención de los rendimientos de las cuadrillas, es necesaria la aplicación de herramientas para la medición de rendimientos, las cuales se describen a continuación.

Work Sampling

Esta herramienta consiste en la realización de observaciones de los trabajadores en tiempos aleatorios. Se requieren, al menos, 385 observaciones (promedio de trabajadores observados multiplicado por el número de observaciones) para considerar como confiable los datos recopilados.

Lo que se registra es la cantidad de observaciones, el total de trabajadores de la cuadrilla, la cantidad de trabajadores que están trabajando al momento de la observación y la cantidad de trabajadores que no están trabajando a la hora de la observación.

Five Minute Rating

La herramienta Five Minute Rating tiene como objetivo registrar si un trabajador se encuentra laborando o no en el momento de realizar la observación. Las observaciones se deben realizar en intervalos de tiempo iguales (cada minuto, cada dos minutos, entre otros).

Crew Balance

Conocida también como Balance de cuadrillas, con esta herramienta se pretende registrar la duración del trabajo o tarea que realiza y la descripción del trabajo o tarea de cada trabajador de la cuadrilla en estudio. Con ello, se pretende identificar las fallas en la cuadrilla y asignar labores según las deficiencias registradas, de manera que se logre aumentar la productividad en la tarea o actividad en estudio.

Inspección de obras

Se puede definir como inspección de obras a la acción de verificar qué actividades se ejecutan durante la construcción de una obra. El objetivo es determinar si las obras se están realizando de forma correcta y según normas, planos, documentos y especificaciones establecidas, esto para garantizar una buena ejecución y calidad que se espera de la obra.

Esta actividad debe estar a cargo de un profesional especializado en el campo del proyecto que se va a ejecutar, con la responsabilidad de verificar que la obra que se ejecute cumpla con cada uno de los requisitos y etapas ya establecidas.

Inspección de obras civiles

Según Romero y Echeverría (s.f.), la inspección de una obra es “la actividad que se hace con la finalidad de garantizar que su ejecución se realice de acuerdo con las normas técnicas, especificaciones, planos y demás documentos que constituyen el proyecto”. Esta actividad debe realizar por un profesional colegiado, sea bien un arquitecto o un ingeniero.

La inspección técnica se refiere al control que se realiza para garantizar que la obra se ejecute según los planos y especificaciones correspondientes, la cual incluye la ejecución de actividades como (Romero y Echeverría, s.f.):

- Controlar todos los materiales que llegan a la obra, mediante los ensayos correspondientes.
- Constatar en cada plano que la parte de obra que se ejecuta esté conforme en todos sus elementos.
- Constatar que los materiales que se empleen y se coloquen en su sitio según indique las especificaciones.
- Controlar todos los equipos que llegan a la obra, para garantizar que cumplan con las indicaciones dadas por los proyectistas y que estén en buen estado de funcionamiento.

La inspección administrativa por su parte, se refiere al control que realiza para garantizar que la obra se ejecuta en el tiempo que se ha planificado y que las cantidades de obra ejecutada son correctas (Romero y Echeverría, s.f.).

Estandarización de procesos constructivos

Estandarización

El término estandarización se refiere a una manera de realizar una actividad o un procedimiento establecido, de modo que se asegure que este se efectúe de forma correcta y con el mismo procedimiento.

Esto se logra elaborando, ordenando y mejorando las normas que se aplican a una actividad específica, de manera que se logren beneficios para los involucrados.

Calidad

El concepto universal de calidad según Phil Crosby (1980) es “cumplir con los requerimientos o también el grado de satisfacción que ofrecen las características del producto o servicio, en relación con las exigencias del consumidor”.

La calidad en la construcción se puede entender como el conjunto de actividades que permiten evaluar los procedimientos para la planificación, ejecución y acabados en una obra civil.

El control de la calidad en procesos constructivos de obras civiles debe darse desde el planeamiento, diseño, confección de planos, elección y compra de materiales, ejecución de la obra y mantenimiento de la misma.

Diagrama de Ishikawa

Según Chang & Niedzwiecki (1999), el diagrama de Ishikawa, conocido como el diagrama de causa y efecto es una herramienta que permite categorizar potenciales causas de un problema de una manera ordenada. Se debe identificar la

cuestión, problema o condición en estudio, luego se identifican las principales categorías de causa, es decir, se “ramifica” el problema en causas principales, esto para organizar de mejor forma y se tenga el mayor sentido posible.

Posteriormente, se debe realizar un estudio de las causas potenciales del problema, y se examina cada categoría, con el fin de tomar las acciones y medidas correctivas para dar con las posibles soluciones.

Resultados

Muestreos

En la presente sección, se indican los resultados relevantes, obtenidos con la elaboración de mediciones de productividad y rendimiento de las cuadrillas de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José.

Se realizaron en total 15 muestreos de productividad: 7 muestreos para la actividad construcción de aceras, 4 muestreos para la actividad construcción de cordón de caño o

cunetas y 4 muestreos para la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal.

Se mostrarán primeramente los resultados de los muestreos para la actividad construcción de aceras, posteriormente la actividad construcción de cordón de caño o cunetas y luego la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal.

Actividad 1. Construcción de Aceras

En este apartado, se muestran los resultados de los 7 muestreos efectuados durante la medición de productividad de las cuadrillas en la actividad construcción de aceras. En cada muestreo se indican las tareas registradas, así como los

resultados de la medición de productividad y los rendimientos obtenidos para cada tarea.

En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo para la actividad construcción de aceras.

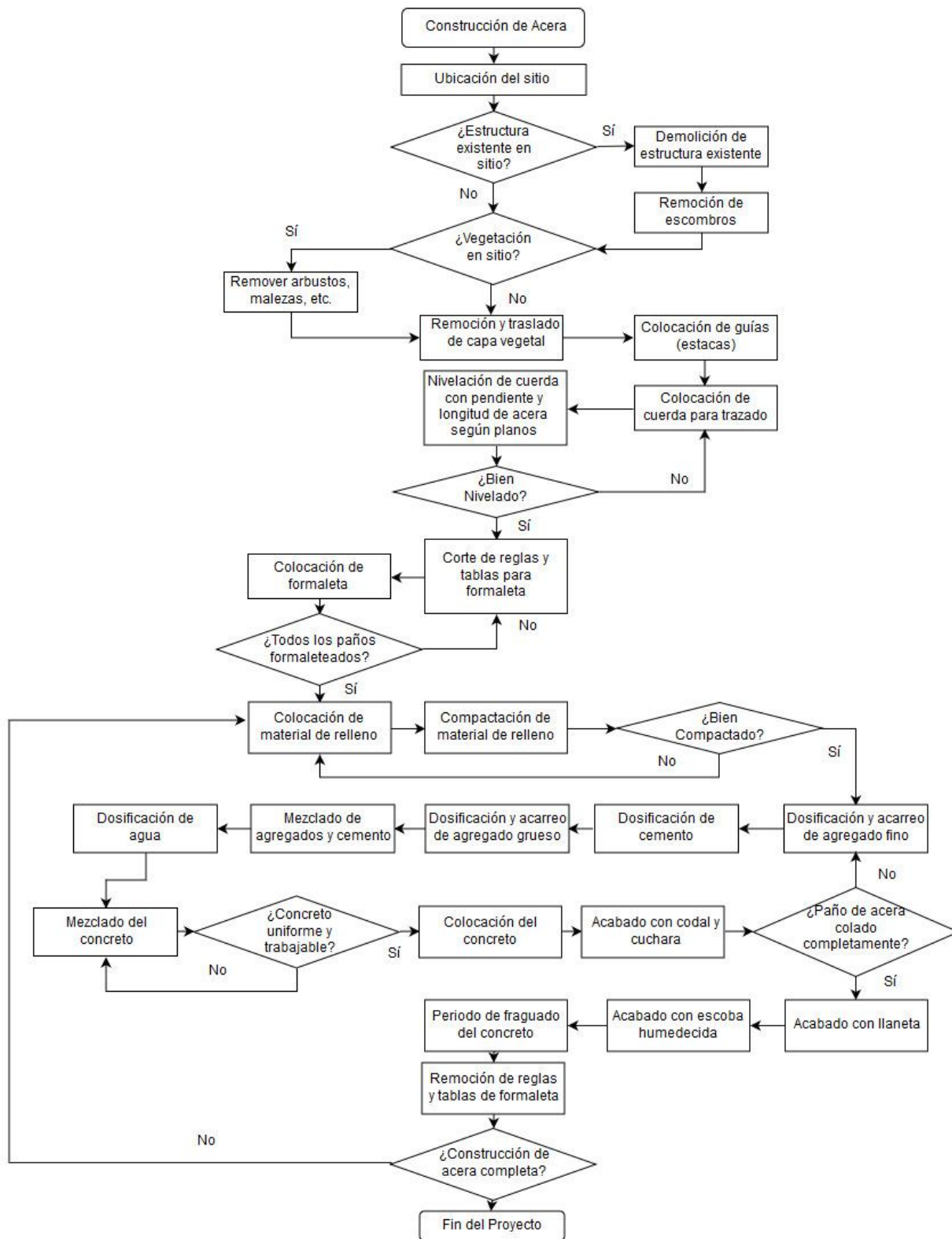


Figura 4. Diagrama de Flujo para la actividad construcción de aceras

Para realizar el análisis de costos de los rendimientos registrados, se consultó el salario de los operadores especializados y de los trabajadores manuales, los cuales componen las

cuadrillas de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José. En el siguiente cuadro se muestra el detalle de los salarios que fueron consultados.

CUADRO 2. SALARIO DE LOS TRABAJADORES DE LAS CUADRILLAS			
Trabajador	Salario Mensual	Salario Diario	Salario / hora
Operario Especializado	₡436.296,00	₡14.543,20	₡1.817,90
Trabajador Manual	₡405.344,00	₡13.511,47	₡1.688,93

Muestreo #1

En el cuadro 3 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 4 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

CUADRO 3. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #1			
Ubicación	Umará, San Sebastián	Fecha	11 julio 2018
Tiempo de Traslado	19 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	4.3 km
Encargado de Cuadrilla	Ronald Coto	Cantidad de trabajadores	4
Hora inicio	6:55 am	Hora final	10:00 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 15°C	Topografía del Sitio	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	431	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	3 Palas, 2 Carretillos, 1 Pico, 1 Mazo Grande, 2 Llanetas, 2 Cucharas de Albañilería, 1 Codal de madera, 1 Rollo de cuerda de nylon, 2 Cintas Métricas.

CUADRO 4. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #1 CONSTRUCCIÓN DE ACERAS		
Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Dando Instrucciones	Mezclando Agregados (*)
	Acarreando Carretillo c/Concreto (*)	Pasando Codal
	Acarreando Carretillo c/Piedra (*)	Cargando Carretillo c/Concreto
	Midiendo	Apaleando Lastre
	Compactando Lastre	Pasando Cuchara
	Mezclando Concreto	Pasando Llaneta
	Colocando Concreto	Dando Acabado Acera
	Picando Capa Vegetal (*)	Clavando Encofrado
	Acomodando Concreto	Removiendo Escombros
	Clavando Estaca	Acarreando Carretillo c/Arena (*)
	Dosificando Agua (*)	
Trabajo Contributivo	Acomodando Piedra	Nivelando Encofrado
	Acarreando Pala	Buscando Material
	Apaleando Arena c/Pala	Esperando Carretillo
	Apaleando Piedra	Abriendo Saco Cemento
	Acarreando Escombros	Acarreando Carretillo Vacío
	Amarrando Cuerda	Acarreando Carretillo Vacío
	Apaleando Escombros	Compactando Lastre
	Acarreando Saco Cemento	Acarreando Madera
	Sosteniendo Carretillo	Golpeando con Mazo
	Sosteniendo Formaleta	Alistando manguera
Trabajo Improductivo	Esperando	Limpiando Área Trabajo
	Caminando	Lavando Plancha
	Viendo	Lavando Codal
	Ausente	Tomando agua
	Hablando	Comiendo
	Nada	Lavándose las manos
	Comiendo	Lavando Pala
	Lavando Carretillo	

En la figura 5 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 6 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #1 para la construcción de acera,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 7 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance.

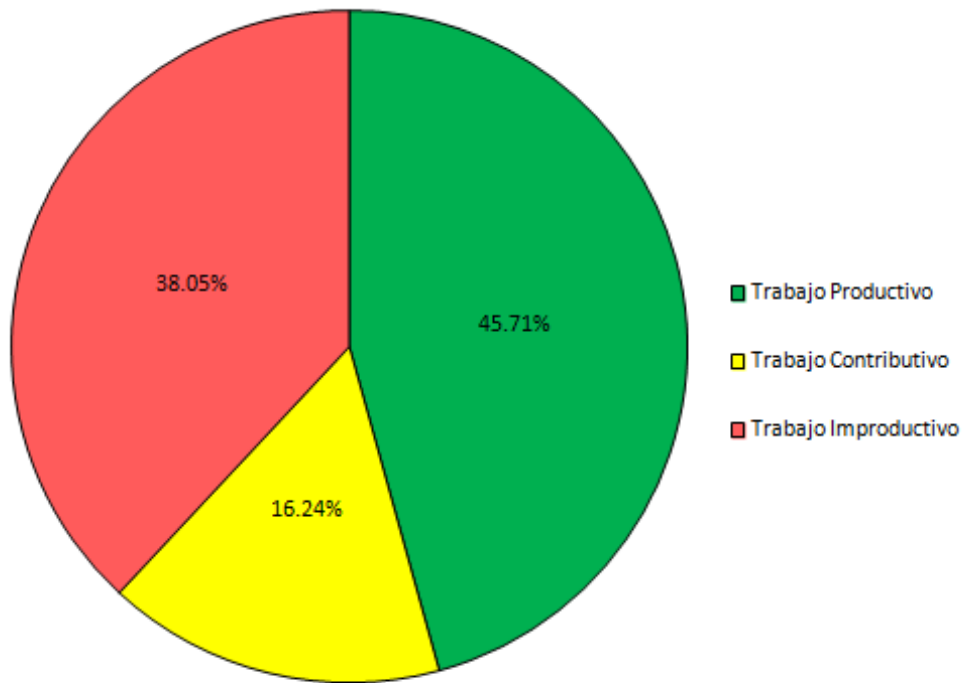


Figura 5. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #1

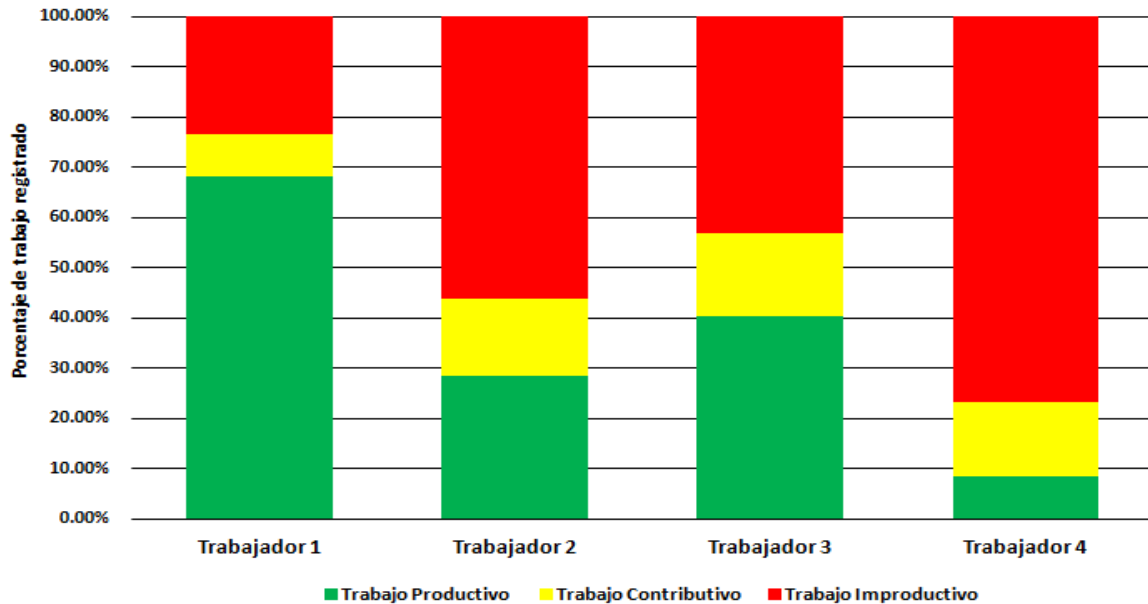


Figura 6. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #1

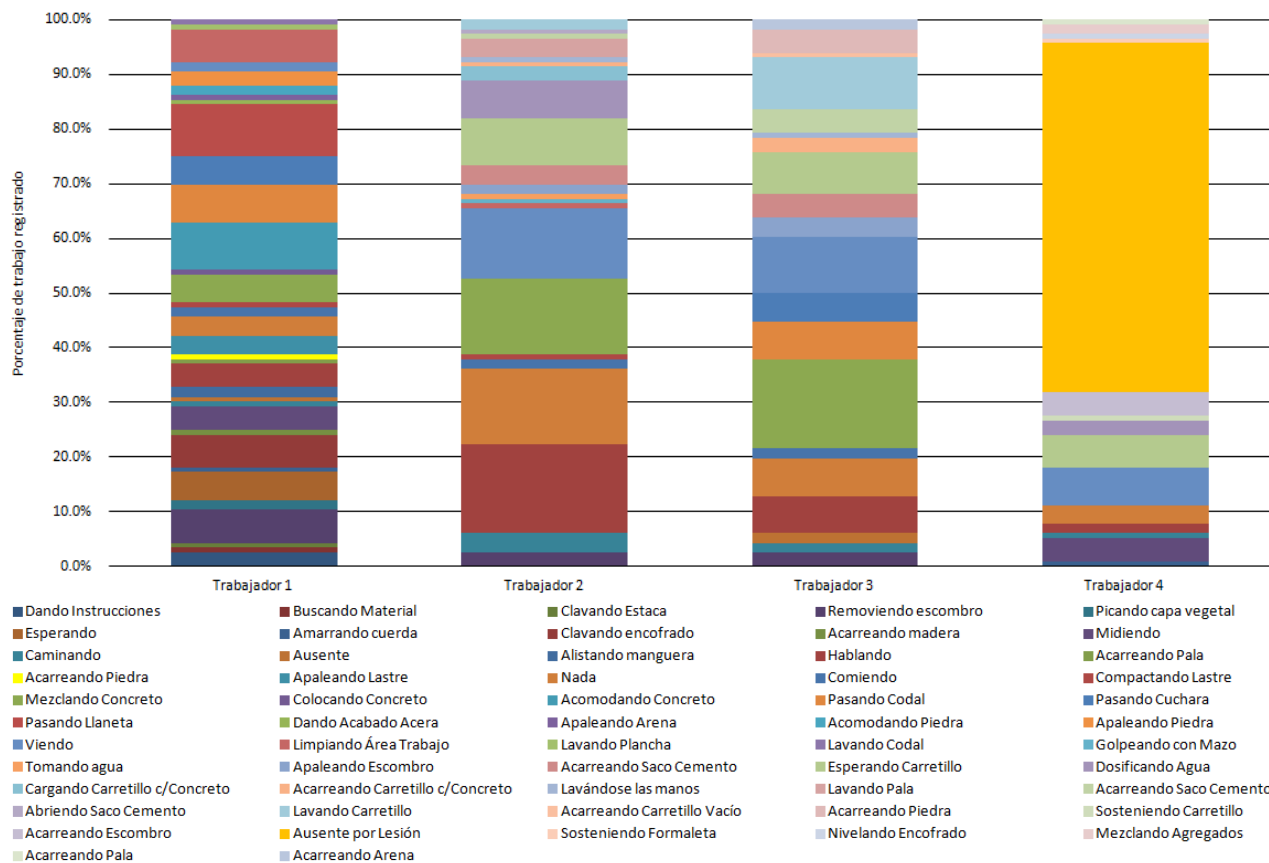


Figura 7. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 5 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo realizado y la

duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 5. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADA EN EL MUESTREO #1					
Tarea	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Remoción de Capa Vegetal (m ³)	0.4333	0.8667	0.300	0.35	0.69
Remoción de Escombro (m ³)	0.4333	1.3000	0.300	0.23	0.69
Colocación de Encofrado (m ²)	0.8333	0.8333	3.000	3.60	3.60
Colocación y Compactación de Material de Relleno (m ³)	0.3000	0.6000	0.255	0.43	0.85
Preparación de Concreto (m ³)	1.0667	2.1333	0.555	0.26	0.52
Colocación de Concreto (m ³)	0.5833	1.1667	0.555	0.48	0.95
Acabados del Concreto (m ²)	1.2667	2.5333	5.550	2.19	4.38

CUADRO 6. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #1				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	68,1 %	2,02	₡3.672,89
	Trabajo Contributivo	8,6 %	0,26	₡464,92
	Trabajo Improductivo	23,3 %	0,69	₡1.255,29
	TOTAL	100,0 %	2,97	₡5.393,10
Trabajador 2	Trabajo Productivo	28,4 %	0,84	₡1.425,40
	Trabajo Contributivo	15,5 %	0,46	₡777,49
	Trabajo Improductivo	56,0 %	1,66	₡2.807,61
	TOTAL	100,0 %	2,97	₡5.010,50
Trabajador 3	Trabajo Productivo	40,5 %	1,20	₡2.030,12
	Trabajo Contributivo	16,4 %	0,49	₡820,69
	Trabajo Improductivo	43,1 %	1,28	₡2.159,70
	TOTAL	100,0 %	2,97	₡5.010,50
Trabajador 4	Trabajo Productivo	8,6 %	0,26	₡431,94
	Trabajo Contributivo	14,7 %	0,43	₡734,30
	Trabajo Improductivo	76,7 %	2,28	₡3.844,26
	TOTAL	100,0 %	2,97	₡5.010,50

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #2

En el cuadro 7 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

En el cuadro 8 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

CUADRO 7. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #2			
Ubicación	Umará, San Sebastián	Fecha	13 julio 2018
Tiempo de Traslado	26 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	4.3 km
Encargado de Cuadrilla	Ronald Coto	Cantidad de trabajadores	6
Hora inicio	7:20 am	Hora final	8:41 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 19°C	Topografía del Sitio	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	492	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 5 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	2 Palas, 2 Carretillos, 1 Pico, 1 Mazo Grande, 1 Macana, 1 Rastrillo.

CUADRO 8. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #2 CONSTRUCCIÓN DE ACERAS	
Tipo de Trabajo	Tarea
Trabajo Productivo	Picando Capa Vegetal
	Recogiendo Escombros c/Mano (*)
	Recogiendo Escombros c/Pala (*)
	Acarreando Escombros (*)
	Removiendo Estructura Existencia c/Mazo
Trabajo Contributivo	Acarreando Carretillo Vacío
	Esperando Carretillo Vacío
	Barriendo Escombros c/Rastrillo
Trabajo Improductivo	Ausente
	Hablando
	Comiendo
	Nada
	Viendo
	Usando celular
	Tomando refresco
	Comprando Frutas
	Poniéndose guantes

En la figura 8 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 9 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #2 para la construcción de acera,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 10 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance

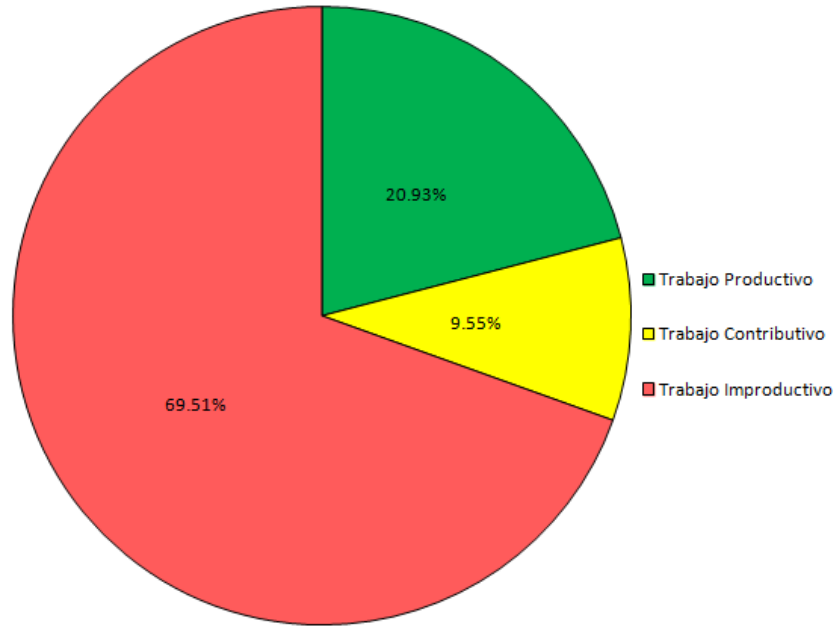


Figura 8. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #2

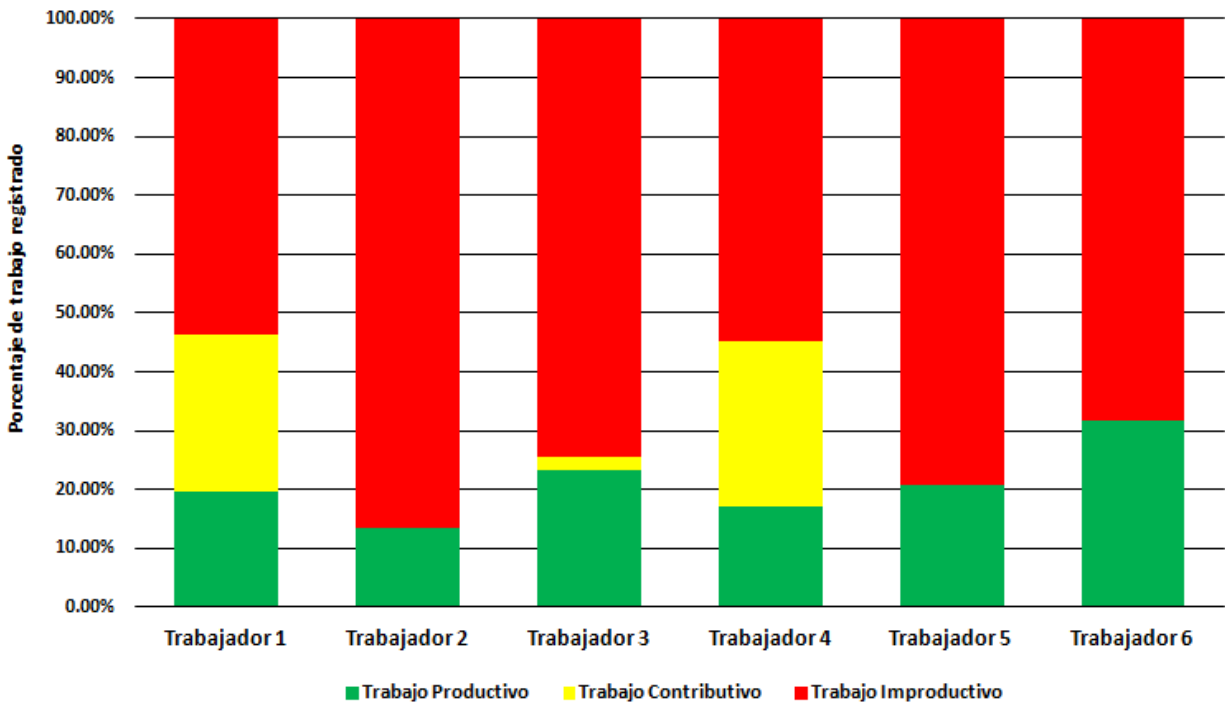


Figura 9. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #2

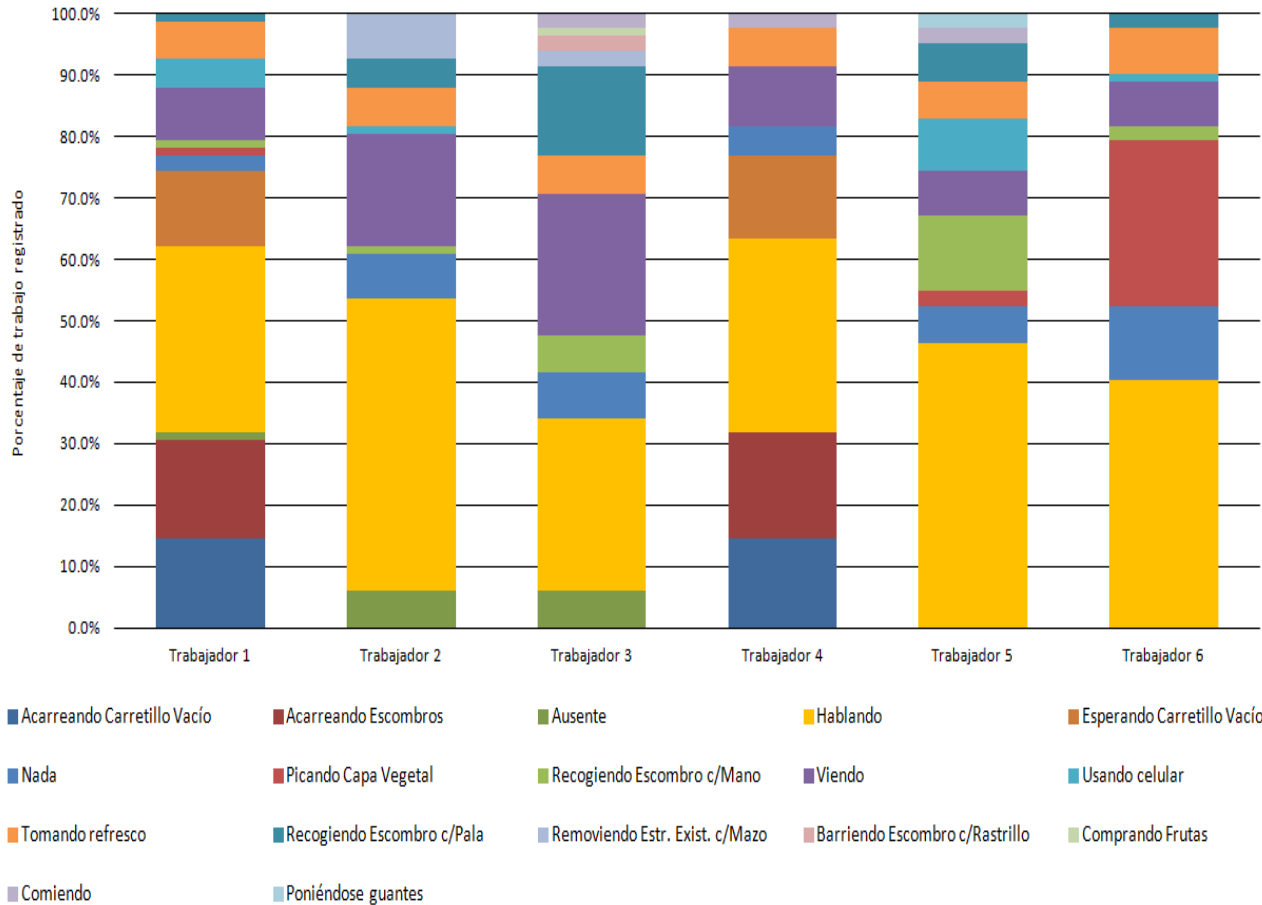


Figura 10. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 9 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo realizado y la

duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 9. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #2

Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Remoción de Capa Vegetal de Suelo (m ³)	1.30	7.80	0.450	0.06	0.35
Remoción de Escombros y Desechos (m ³)	1.30	7.80	0.450	0.06	0.35

CUADRO 10. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	19,5 %	0,26	¢478,86
	Trabajo Contributivo	26,8 %	0,36	¢658,43
	Trabajo Improductivo	53,7 %	0,72	¢1.316,87
	TOTAL	100,0 %	1,35	¢2.454,17
Trabajador 2	Trabajo Productivo	13,4 %	0,18	¢305,86
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	¢0,00
	Trabajo Improductivo	86,6 %	1,17	¢1.974,20
	TOTAL	100,0 %	1,35	¢2.280,06
Trabajador 3	Trabajo Productivo	23,2 %	0,31	¢528,31
	Trabajo Contributivo	2,4 %	0,03	¢55,61
	Trabajo Improductivo	74,4 %	1,00	¢1.696,14
	TOTAL	100,0 %	1,35	¢2.280,06
Trabajador 4	Trabajo Productivo	17,1 %	0,23	¢389,28
	Trabajo Contributivo	28,0 %	0,38	¢639,53
	Trabajo Improductivo	54,9 %	0,74	¢1.251,25
	TOTAL	100,0 %	1,35	¢2.280,06
Trabajador 5	Trabajo Productivo	20,7 %	0,28	¢472,70
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	¢0,00
	Trabajo Improductivo	79,3 %	1,07	¢1.807,36
	TOTAL	100,0 %	1,35	¢2.280,06
Trabajador 6	Trabajo Productivo	31,7 %	0,43	¢722,95
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	¢0,00
	Trabajo Improductivo	68,3 %	0,92	¢1.557,11
	TOTAL	100,0 %	1,35	¢2.280,06

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #3

En el cuadro 11 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 12 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

CUADRO 11. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #3

Ubicación	Umará, San Sebastián	Fecha	17 julio 2018
Tiempo de Traslado	15 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	4.3 km
Encargado de Cuadrilla	Ronald Coto	Cantidad de trabajadores	4
Hora inicio	7:24 am	Hora final	10:00 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 17°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	472	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	2 Palas, 2 Carretillos, 1 Pico, 1 Mazo Grande, 1 Macana, 1 Rastrillo, 1 Rollo de cuerda de nylon, 1 Martillo.

CUADRO 12 CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #3 CONSTRUCCIÓN DE ACERAS

Tipo de Trabajo	Tarea
Trabajo Productivo	Clavando Guías
	Dando Instrucciones
	Apaleando Capa Vegetal
	Cargando Carretillo Capa Vegetal
	Pasando Rastrillo
	Acarreando Carretillo c/Capa Vegetal (*)
	Colocando cuerda (*)
	Amarrando cuerda (*)
	Picando Capa Vegetal (*)
	Midiendo
Trabajo Contributivo	Esperando Apalea Capa Vegetal
	Esperando Carretillo Vacío
	Acarreando Carretillo Vacío
	Esperando Picar Capa Vegetal
Trabajo Improductivo	Hablando
	Viendo Celular
	Nada
	Viendo
	Ausente
	Caminando

En la figura 11 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 12 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #3 para la construcción de acera,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 13 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance.

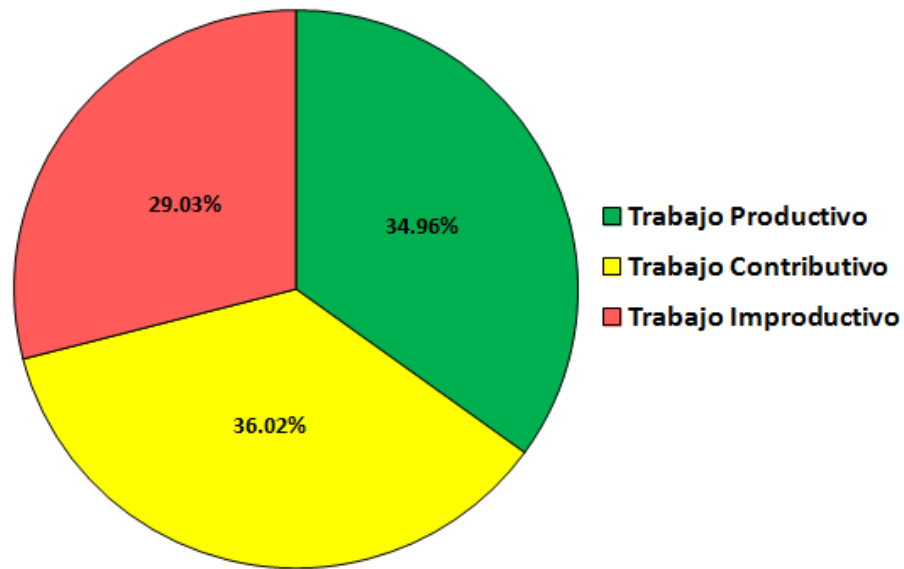


Figura 11. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #3

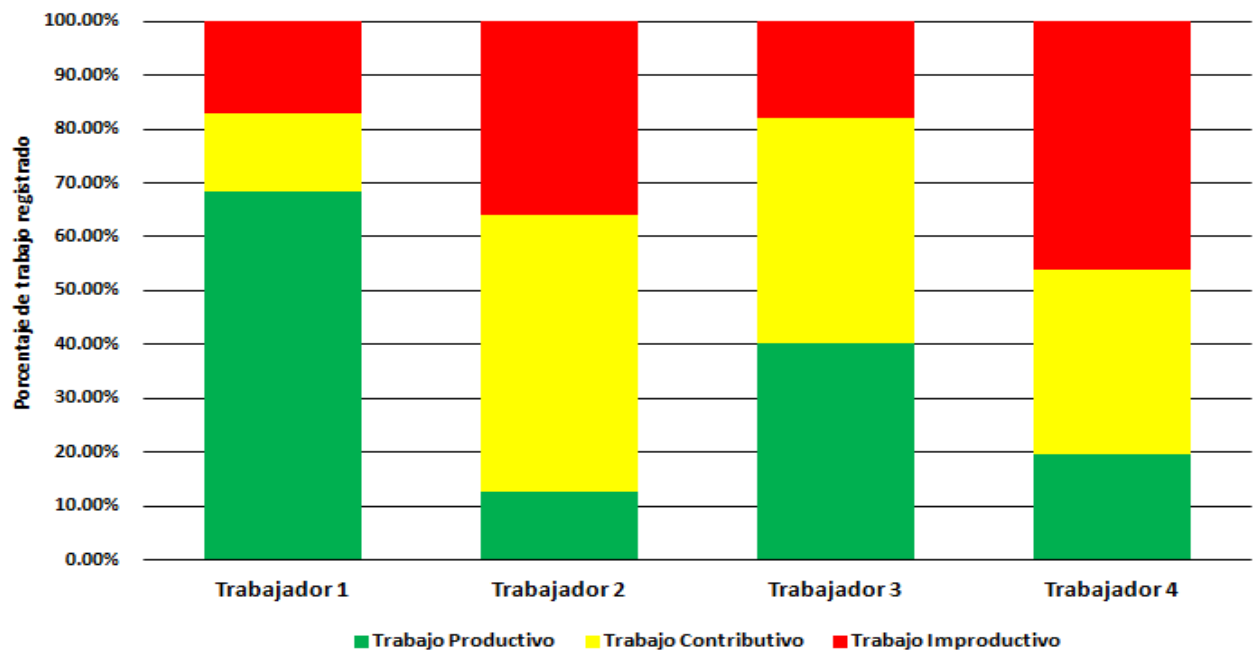


Figura 12. del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #3

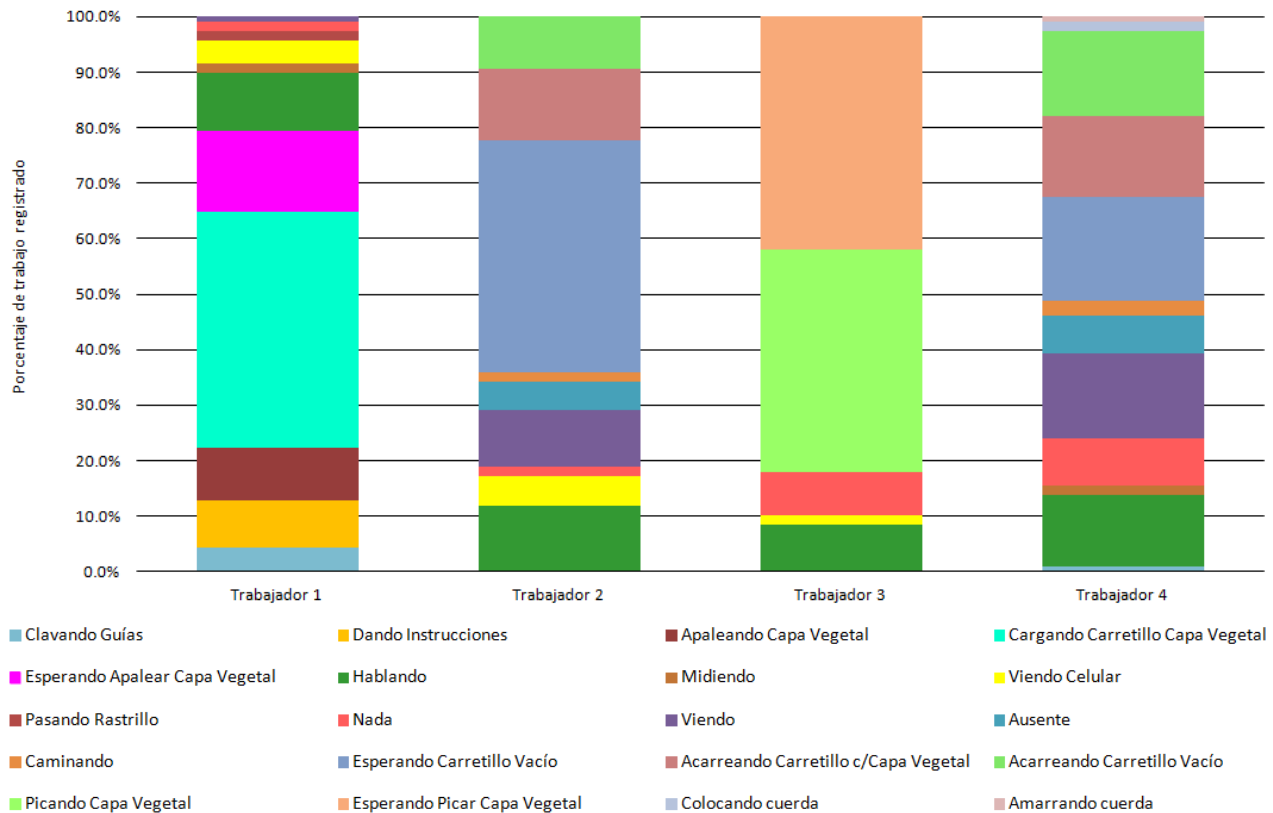


Figura 13. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 13 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo

realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 13. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #3					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Remoción de Capa Vegetal de Suelo (m ³)	3,60	14,40	0,900	0,06	0,25

CUADRO 14. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #3				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	68,4 %	1,31	¢2.382,43
	Trabajo Contributivo	14,5 %	0,28	¢506,27
	Trabajo Improductivo	17,1 %	0,33	¢595,61
	TOTAL	100,0 %	1,92	¢3.484,31
Trabajador 2	Trabajo Productivo	12,8 %	0,25	¢415,02
	Trabajo Contributivo	51,3 %	0,98	¢1.660,06
	Trabajo Improductivo	35,9 %	0,69	¢1.162,04
	TOTAL	100,0 %	1,92	¢3.237,12
Trabajador 3	Trabajo Productivo	40,2 %	0,77	¢1.300,38
	Trabajo Contributivo	41,9 %	0,80	¢1.355,72
	Trabajo Improductivo	17,9 %	0,34	¢581,02
	TOTAL	100,0 %	1,92	¢3.237,12
Trabajador 4	Trabajo Productivo	19,7 %	0,38	¢636,36
	Trabajo Contributivo	34,2 %	0,66	¢1.106,71
	Trabajo Improductivo	46,2 %	0,88	¢1.494,06
	TOTAL	100,0 %	1,92	¢3.237,12

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #4

En el cuadro 15 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 4 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

CUADRO 15. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #4

Ubicación	Urb. Los Cerezos, San Francisco de Dos Ríos, Zapote	Fecha	24 julio 2018
Tiempo de Traslado	23 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	5.5 km
Encargado de Cuadrilla	Gerardo Solís	Cantidad de trabajadores	4
Hora inicio	7:33 am	Hora final	10:05 am
Condiciones Meteorológicas	Parcialmente Nublado, 19°C	Topografía	Irregular, moderada pendiente
Cantidad de Observaciones	430	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	3 Palas, 3 Carretillos, 2 Llanetas, 2 Cucharas de albañilería, 1 Codal de madera

CUADRO 16. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #4 CONSTRUCCIÓN DE ACERAS

Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Instalando Tubería agua	Cargando Carretillo c/Arena (*)
	Cargando Carretillo c/Piedra (*)	Acarreando Carretillo c/Arena (*)
	Mezclando Agregados y Cemento	Colocando Manguera
	Dosificando Agua (*)	Dando Acabado c/Escoba
	Colocando Formaleta	Cargando Carretillo c/Piedra
	Cargando Saco Cemento	Acarreando Carretillo c/Concreto (*)
	Acomodando Concreto	Descargando Carretillo c/Concreto
	Pasando Codal	Dando Instrucciones
	Acarreando Carretillo c/Piedra	Mezclando Concreto
	Pasando Cuchara	Cargando Carretillo c/Concreto
	Midiendo	Pasando Llaneta
	Acomodando Lastre	Apaleando Arena
Trabajo Contributivo	Quitando Formaleta	Acarreando Pala
	Esperando Cargar Carretillo	Esperando Carretillo Vacío
	Abriendo Saco Cemento	Acarreando Formaleta
	Poniéndose Guantes	Barriendo Concreto
	Acarreando Carretillo Vacío	Mojando Superficie
Trabajo Improductivo	Viendo	Lavando Pala
	Fumando	Limpiando Área Trabajo
	Hablando	Viendo Celular
	Lavándose las manos	Lavando Carretillo

En la figura 14 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 15 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #4 para la construcción de acera, clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 16 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la

actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance.

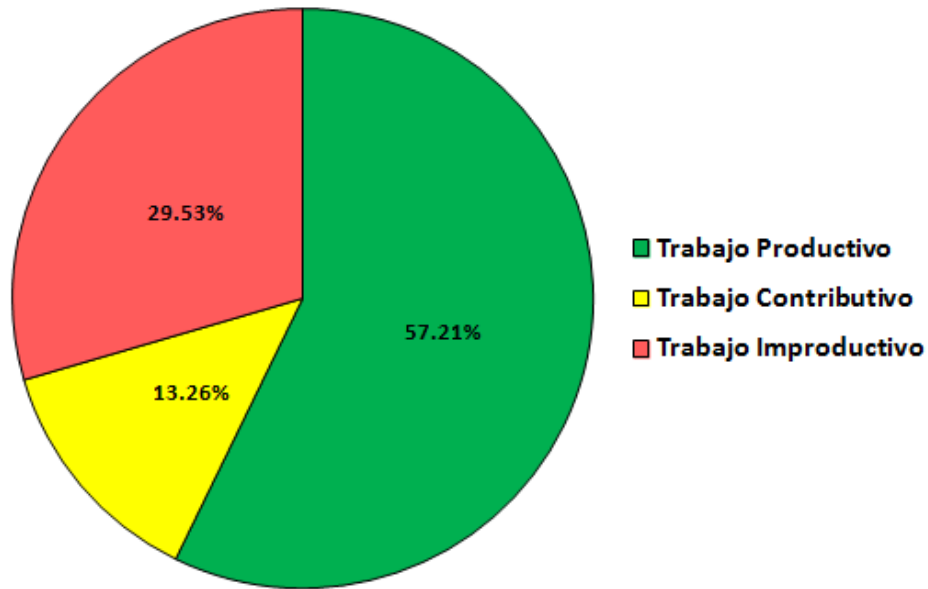


Figura 14. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #4

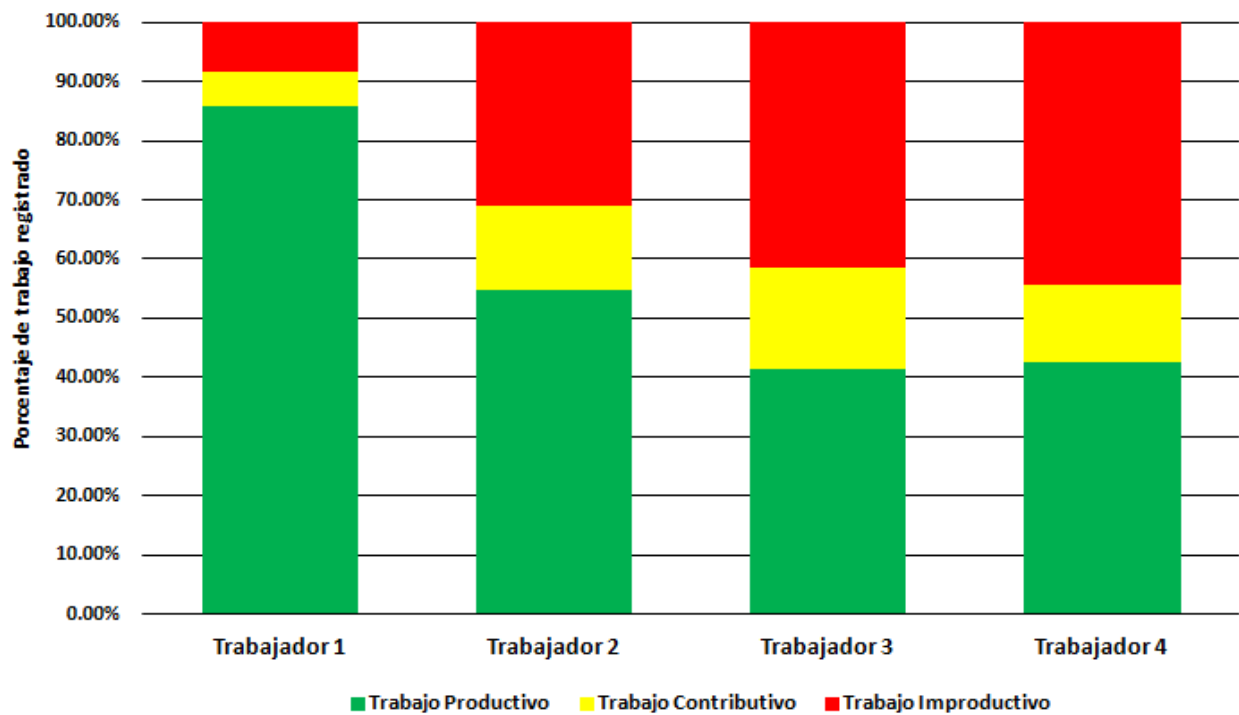


Figura 15. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #4

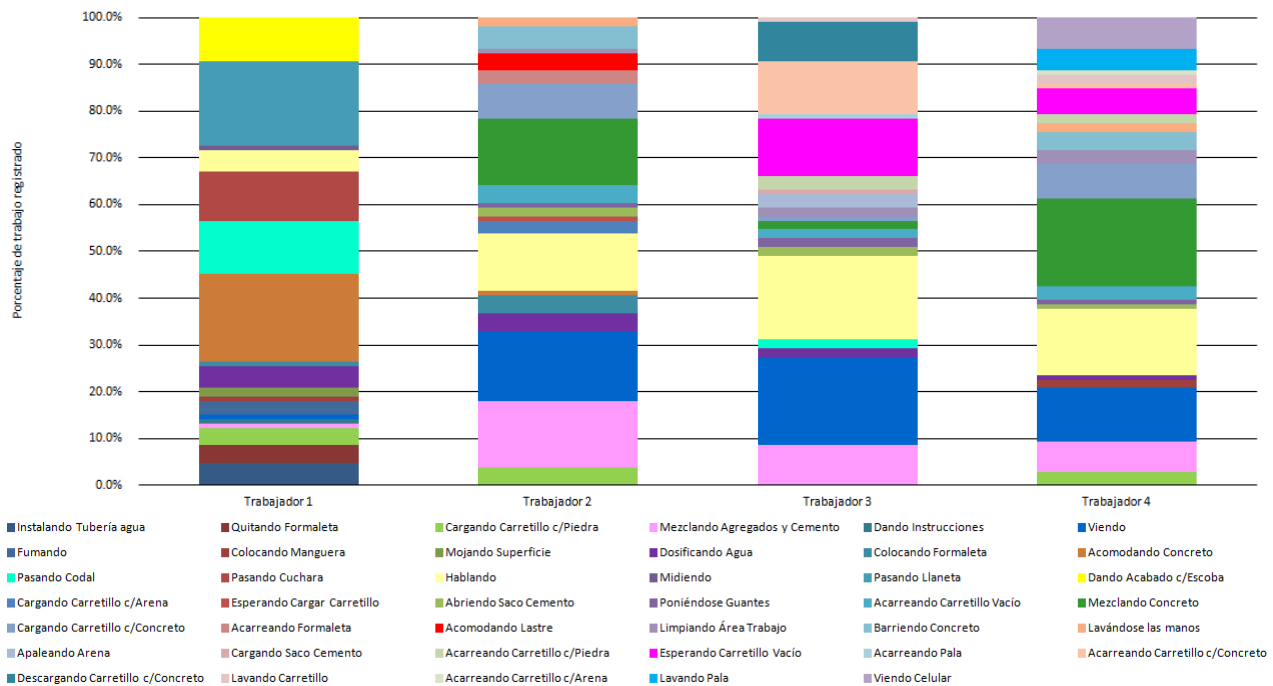


Figura 16. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 17 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo

realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 17. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #4

Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación y compactación de material de relleno (m ³)	0,067	0,067	0,18	2,70	2,70
Preparación de concreto (m ³)	0,617	1,850	0,54	0,29	0,88
Colocación de concreto (m ³)	0,717	1,433	0,54	0,38	0,75
Acabados del concreto (m ²)	0,950	1,900	5,40	2,84	5,68
Desencofrado (m ²)	0,067	0,067	3,60	54,00	54,00

CUADRO 18. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	85,8 %	1,49	₡2.705,13
	Trabajo Contributivo	5,7 %	0,10	₡178,36
	Trabajo Improductivo	8,5 %	0,15	₡267,54
	TOTAL	100,0 %	1,74	₡3.151,03
Trabajador 2	Trabajo Productivo	54,7 %	0,95	₡1.601,83
	Trabajo Contributivo	14,2 %	0,25	₡414,27
	Trabajo Improductivo	31,1 %	0,54	₡911,39
	TOTAL	100,0 %	1,74	₡2.927,48
Trabajador 3	Trabajo Productivo	41,5 %	0,72	₡1.215,18
	Trabajo Contributivo	17,0 %	0,29	₡497,12
	Trabajo Improductivo	41,5 %	0,72	₡1.215,18
	TOTAL	100,0 %	1,74	₡2.927,48
Trabajador 4	Trabajo Productivo	42,5 %	0,74	₡1.242,80
	Trabajo Contributivo	13,2 %	0,23	₡386,65
	Trabajo Improductivo	44,3 %	0,77	₡1.298,04
	TOTAL	100,0 %	1,74	₡2.927,48

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #5

En el cuadro 19 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 20 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

CUADRO 19. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #5

Ubicación	Umará, San Sebastián	Fecha	31 julio 2018
Tiempo de Traslado	24 minutos	Distancia desde el Plante Municipal	4.2 km
Encargado de Cuadrilla	Ronald Coto	Cantidad de trabajadores	4
Hora inicio	6:43 am	Hora final	10:00 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 15°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	615	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	3 Palas, 2 Carretillos, 1 Pico, 1 Mazo Grande, 2 Llanetas, 2 Cucharas de albañilería, 1 Codal de madera, 1 Cinta Métrica, 1 Rollo de cuerda de nylon.

CUADRO 20 CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #5 CONSTRUCCIÓN DE ACERAS

Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Colocando Formaleta	Pasando Codal
	Quitando Formaleta	Pasando Cuchara
	Acomodando Lastre c/Pala	Acarreando Carretillo C/Concreto
	Preparando Tubo Agua	Pasando Llana
	Distribuyendo Arena c/Pala	Lavando Llana
	Buscando Saco Cemento (*)	Cargando Carretillo c/Lastre (*)
	Abriendo Saco Cemento (*)	Cargando Carretillo c/Arena (*)
	Distribuyendo Cemento	Acarreando Carretillo c/Lastre
	Cargando Carretillo c/Piedra	Acarreando Carretillo c/Arena
	Mezclando Agregados y Cemento	Descargando Carretillo c/Arena
	Dosificando Agua (*)	Acarreando Carretillo c/Cemento (*)
	Mezclando Concreto	Acarreando Carretillo c/Piedra (*)
	Cargando Carretillo c/Concreto	Descargando Carretillo c/Piedra
	Descargando Carretillo c/Concreto	Acomodando Lastre c/Pie (*)
	Acomodando Concreto c/Pala	
Trabajo Contributivo	Limpiando Formaleta	Acarreando Carretillo Vacío
	Esperando Cargar Carretillo	Barriendo Mezcla Concreto
	Conectando Manguera	Poniéndose Guantes
	Esperando Carretillo Vacío	
Trabajo Improductivo	Viendo	Lavándose las manos
	Hablando	Viendo Celular
	Recogiendo Sacos Vacíos	Ausente (con Permiso)

En la figura 17 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 18 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #5 para la construcción de acera,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 19 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance.

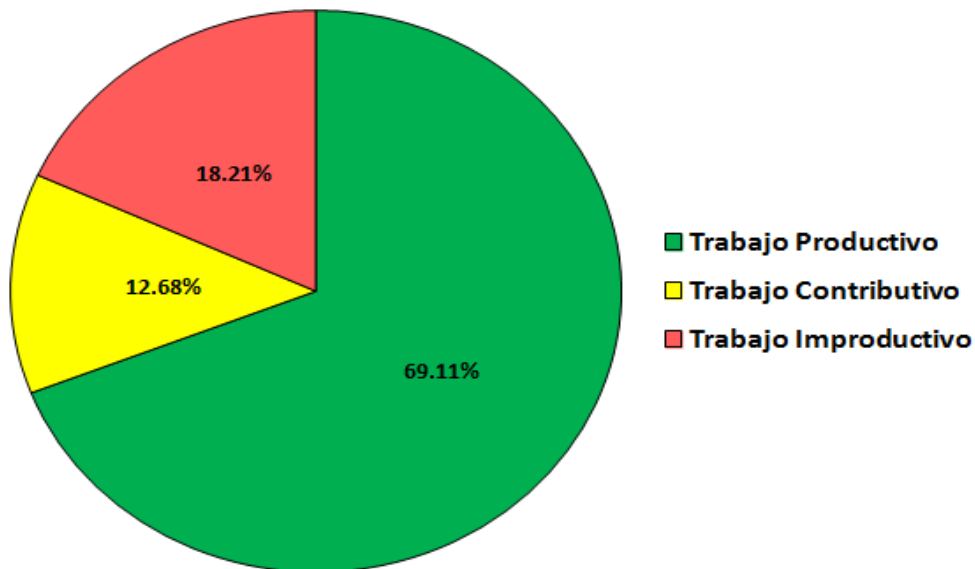


Figura 17. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #5

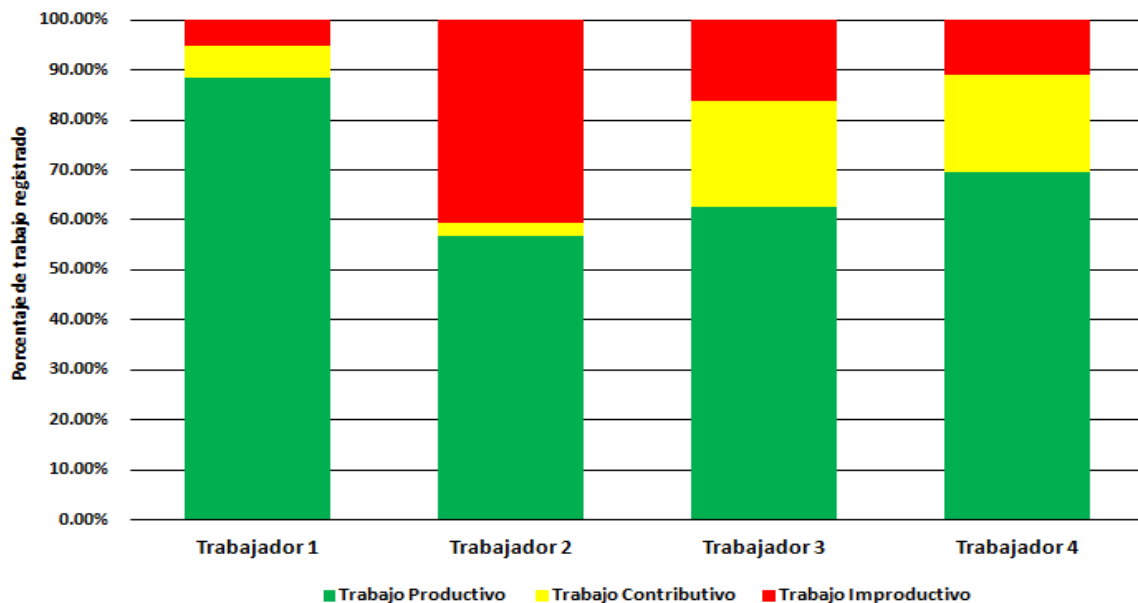


Figura 18. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #5

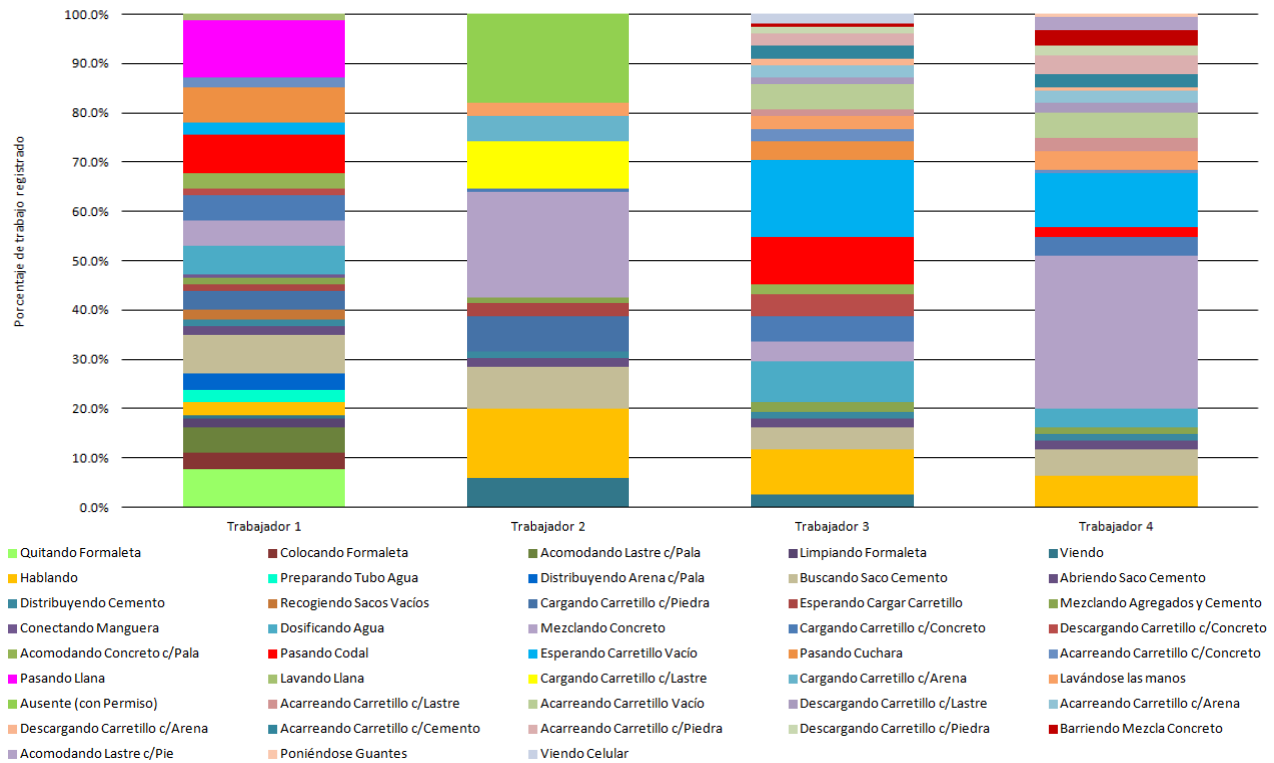


Figura 19. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 21 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo

realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 21. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #5					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación de Encofrado (m ²)	0,28	0,28	6,000	21,18	21,18
Colocación y compactación de material de relleno (m ³)	0,55	1,10	0,900	0,82	1,64
Preparación de concreto (m ³)	1,22	4,87	0,900	0,18	0,74
Colocación de concreto (m ³)	0,42	0,83	0,900	1,08	2,16
Acabados del concreto (m ²)	1,08	1,08	6,000	5,54	5,54
Desencofrado (m ²)	0,20	0,20	6,000	30,00	30,00

CUADRO 22. . COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #5				
Duración (h)	Costo / hora	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	88,4 %	2,37	¢4.311,55
	Trabajo Contributivo	6,5 %	0,17	¢314,71
	Trabajo Improductivo	5,2 %	0,14	¢251,77
	TOTAL	100,0 %	2.68	¢4.878,03
Trabajador 2	Trabajo Productivo	56,8 %	1,52	¢2.572,99
	Trabajo Contributivo	2,6 %	0,07	¢116,95
	Trabajo Improductivo	40,6 %	1,09	¢1.842,03
	TOTAL	100,0 %	2.68	¢4.531,97
Trabajador 3	Trabajo Productivo	62,6 %	1,68	¢2.836,14
	Trabajo Contributivo	21,3 %	0,57	¢964,87
	Trabajo Improductivo	16,1 %	0,43	¢730,96
	TOTAL	100,0 %	2.68	¢4.531,97
Trabajador 4	Trabajo Productivo	69,7 %	1,87	¢3.157,76
	Trabajo Contributivo	19,4 %	0,52	¢877,16
	Trabajo Improductivo	11,0 %	0,29	¢497,05
	TOTAL	100,0 %	2.68	¢4.531,97

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #6

En el cuadro 23 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 24 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

**CUADRO 23. INFORMACIÓN Y
CONDICIONES GENERALES DEL
MUESTREO #6**

Ubicación	Parque Canino Bellavista, Rohmoser, Pavas	Fecha	1 agosto 2018
Tiempo de Traslado	24 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	5.3 km
Encargado de Cuadrilla	Arsenio Saborío	Cantidad de trabajadores	6
Hora inicio	9:04 am	Hora final	11:00 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 24°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	702	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	2 Operario Especializado, 4 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	3 Palas, 2 Carretillos, 2 Llanetas, 2 Cucharas de albañilería, 2 Codales de madera, 2 Cinta Métrica, 1 Rollo de cuerda de nylon, 1 Tanqueta con agua, 1 Manguera de 15 m.

**CUADRO 24. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #6
CONSTRUCCIÓN DE ACERAS**

Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Colocando Formaleta	Cargando Carretillo c/Concreto
	Cortando Formaleta	Acomodando Concreto c/Cuchara
	Acomodando Formaleta (*)	Dosificando Agua (*)
	Acarreando Formaleta (*)	Acarreando Carretillo c/Arena (*)
	Clavando Formaleta	Cargando Carretillo c/Arena
	Removiendo Escombro (*)	Apaleando Arena (*)
	Tirando Cuerda (*)	Acarreando Carretillo c/Piedra (*)
	Quitando Formaleta (*)	Cargando Carretillo c/Piedra
	Mezclando Concreto	Descargando Carretillo c/Pierda
	Colocando Lastre	Colocando Tabla
	Acarreando Carretillo c/Lastre	Abriendo Tanqueta
	Cargando Carretillo c/Lastre	Abriendo Saco Cemento
	Dando Instrucciones	Pasando Cuchara
	Mezclando Agregados y Cemento (*)	Pasando Codal
	Midiendo	Pasando Llana
	Acarreando Carretillo c/Concreto (*)	Pasando Escoba
	Esperando Carretillo c/Concreto	Acarreando Carretillo c/Saco Cemento (*)
	Descargando Carretillo c/Concreto	Cargando Carretillo c/Saco Cemento
Trabajo Contributivo	Buscando Herramienta	Esperando Carretillo Vacío
	Acarreando Mazo	Sosteniendo Manguera
	Buscando Material	Conectando Manguera

	Acarreando Carretillo Vacío	
Trabajo Improductivo	Hablando	Lavando Carretillo
	Caminando	Lavándose las Manos
	Recogiendo Cuerda	Ausente
	Viendo	Viendo Celular
	Tomando Agua	Poniéndose Guantes
	Fumando	

En la figura 20 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 21 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #6 para la construcción de acera,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 22 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance.

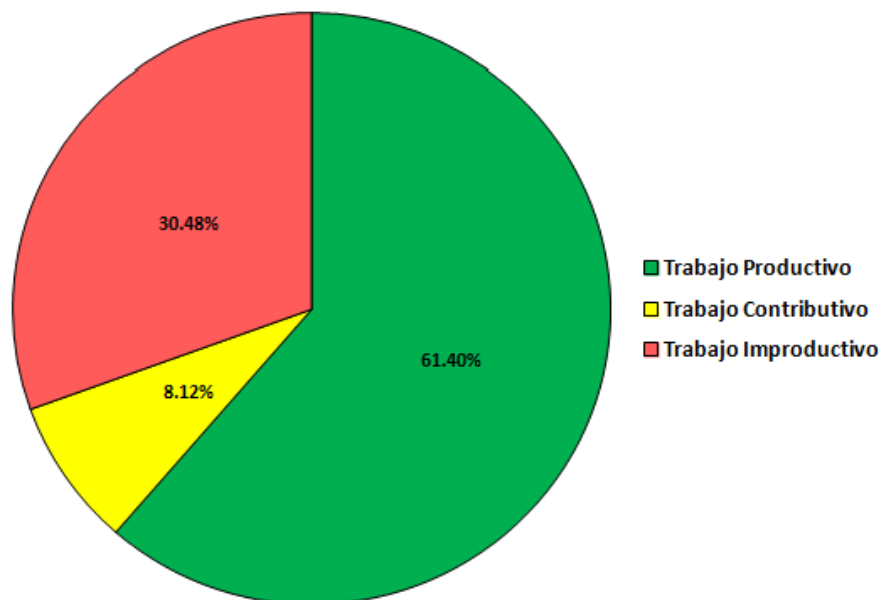


Figura 20. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #6

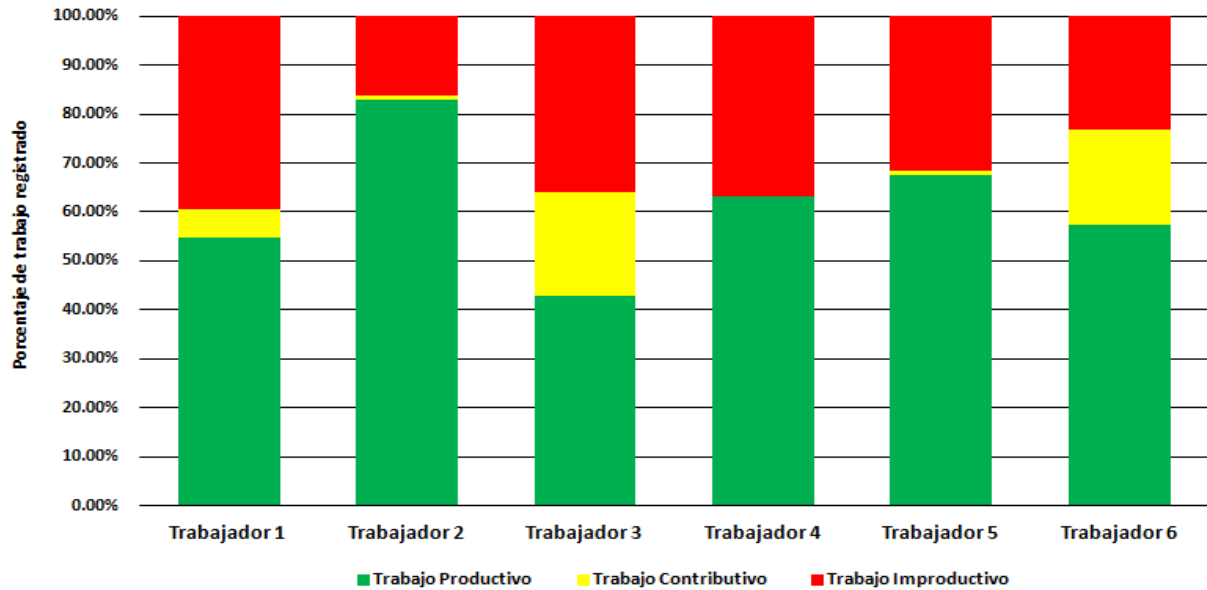


Figura 21. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #6

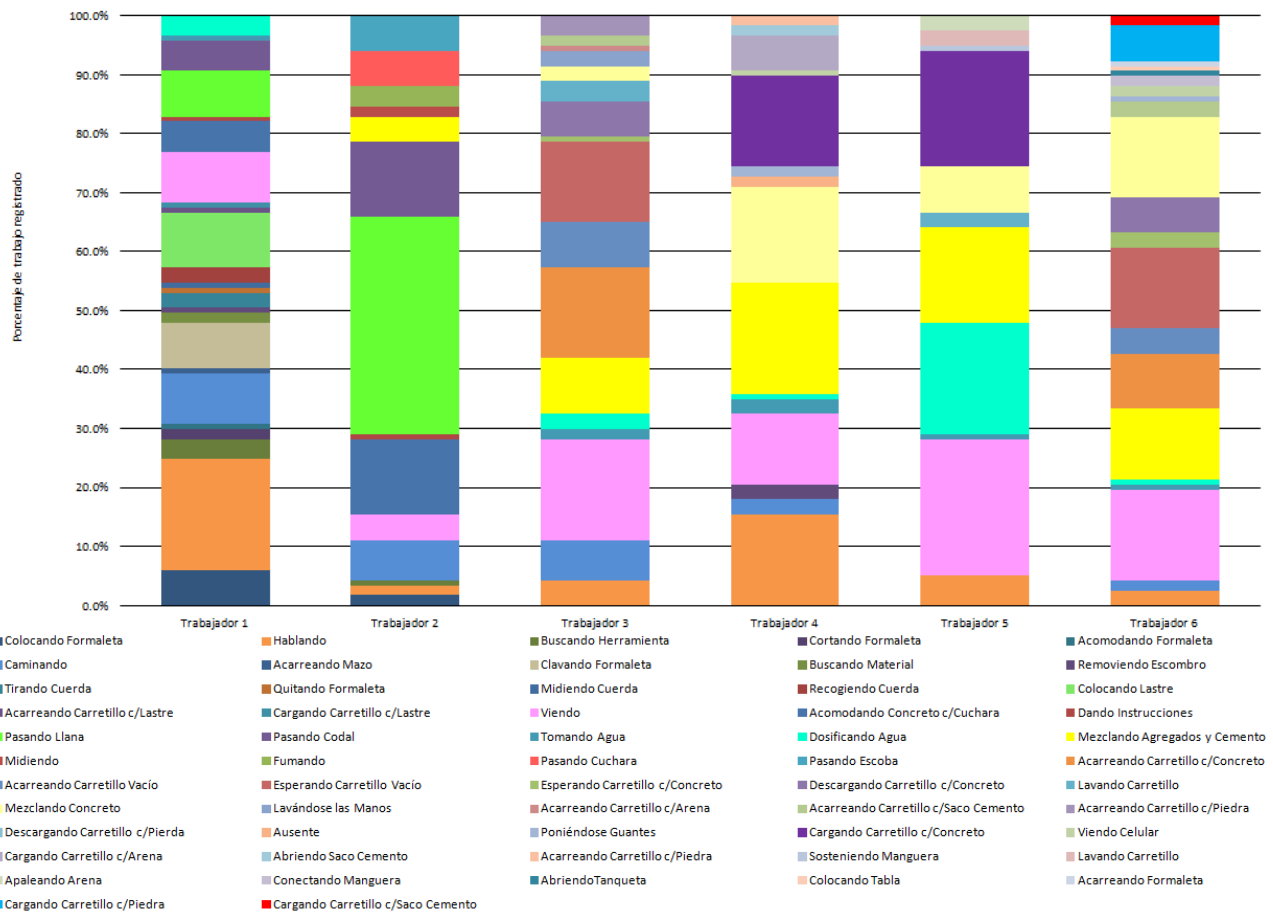


Figura 22. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 25 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo

realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 25. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #6

Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación de Encofrado (m ²)	0,20	0,20	3,00	15,00	15,00
Colocación y compactación. de material de relleno (m ³)	0,18	0,18	0,30	1,64	1,64
Preparación de concreto (m ³)	0,78	3,13	1,20	0,38	1,53
Colocación de concreto (m ³)	0,58	1,17	1,20	1,03	2,06
Acabados del concreto (m ²)	1,27	2,53	12,00	4,74	9,47

CUADRO 26. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS

Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	54,7 %	1,06	₡1.922,52
	Trabajo Contributivo	6,0 %	0,12	₡210,28
	Trabajo Improductivo	39,3 %	0,76	₡1.381,81
	TOTAL	100,0 %	1,93	₡3.514,61
Trabajador 2	Trabajo Productivo	82,9 %	1,60	₡2.707,11
	Trabajo Contributivo	0,9 %	0,02	₡27,91
	Trabajo Improductivo	16,2 %	0,31	₡530,26
	TOTAL	100,0 %	1,93	₡3.514,61
Trabajador 3	Trabajo Productivo	42,7 %	0,83	₡1.395,42
	Trabajo Contributivo	21,4 %	0,41	₡697,71
	Trabajo Improductivo	35,9 %	0,69	₡1.172,15
	TOTAL	100,0 %	1,93	₡3.265,27
Trabajador 4	Trabajo Productivo	63,2 %	1,22	₡2.065,21
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	₡0,00
	Trabajo Improductivo	36,8 %	0,71	₡1.200,06
	TOTAL	100,0 %	1,93	₡3.265,27
Trabajador 5	Trabajo Productivo	67,5 %	1,31	₡2.204,76
	Trabajo Contributivo	0,9 %	0,02	₡27,91
	Trabajo Improductivo	31,6 %	0,61	₡1.032,61
	TOTAL	100,0 %	1,93	₡3.265,27
Trabajador 6	Trabajo Productivo	57,3 %	1,11	₡1.869,86
	Trabajo Contributivo	19,7 %	0,38	₡641,89
	Trabajo Improductivo	23,1 %	0,45	₡753,52
	TOTAL	100,0 %	1,93	₡3.265,27

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #7

En el cuadro 27 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 28 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de aceras, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

CUADRO 27. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #7

Ubicación	Parque Canino Bellavista, Rohrmoser, Pavas	Fecha	3 agosto 2018
Tiempo de Traslado	28 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	5.3 km
Encargado de Cuadrilla	Arsenio Saborío	Cantidad de trabajadores	7
Hora inicio	8:00 am	Hora final	10:42 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 20°C	Topografía	Regular, Plana
Cantidad de Observaciones	1006	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	2 Operario Especializado, 5 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	2 Palas, 2 Carretillos, 2 Llanetas, 2 Cucharas de albañilería, 2 Codales de madera, 2 Cinta Métrica, 1 Rollo de cuerda de nylon, 1 Tanqueta con agua, 1 Manguera de 15 m.

CUADRO 28. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #7 CONSTRUCCIÓN DE ACERAS		
Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Quitando Formaleta (*)	Barriendo Arena (*)
	Colocando Formaleta (*)	Acarreando Carretillo c/Arena (*)
	Apaleando Lastre	Descargando Carretillo c/Arena
	Colocando Lastre	Esperando Carretillo c/Arena
	Acomodando Lastre	Barriendo Agregados y Cemento
	Cargando Carretillo c/Lastre	Barriendo Concreto (*)
	Acarreando Carretillo c/Lastre (*)	Acarreando Carretillo c/Concreto (*)
	Acomodando Formaleta	Cargando Carretillo c/Concreto
	Descargando Carretillo c/Lastre	Acomodando Concreto
	Conectando Manguera	Mezclando Concreto
	Dosificando Agua (*)	Descargando Carretillo c/Concreto
	Distribuyendo Agregados y Cemento	Esperando Carretillo c/Concreto
	Acarreando Carretillo c/Piedra (*)	Quitando Escombros (*)
	Cargando Carretillo c/Piedra	Pasando Codal
	Descargando Carretillo c/Piedra	Pasando Cuchara
	Cargando Carretillo c/Arena	Pasando Llana
Distribuyendo Arena(*)		
Trabajo Contributivo	Acarreando Formaleta	Esperando Carretillo Vacío
	Buscando Herramienta	
Trabajo Improductivo	Hablando	Fumando
	Orinando	Hablando por Celular
	Viendo	Viendo Celular
	Sentado	Ausente (Volqueta)
	Caminando	Ausente
	Barriendo Acera	Barriendo Concreto
	Tomando Fresco	

En la figura 23 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 24 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #7 para la construcción de acera,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 25 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de aceras, registradas mediante la metodología Crew Balance.

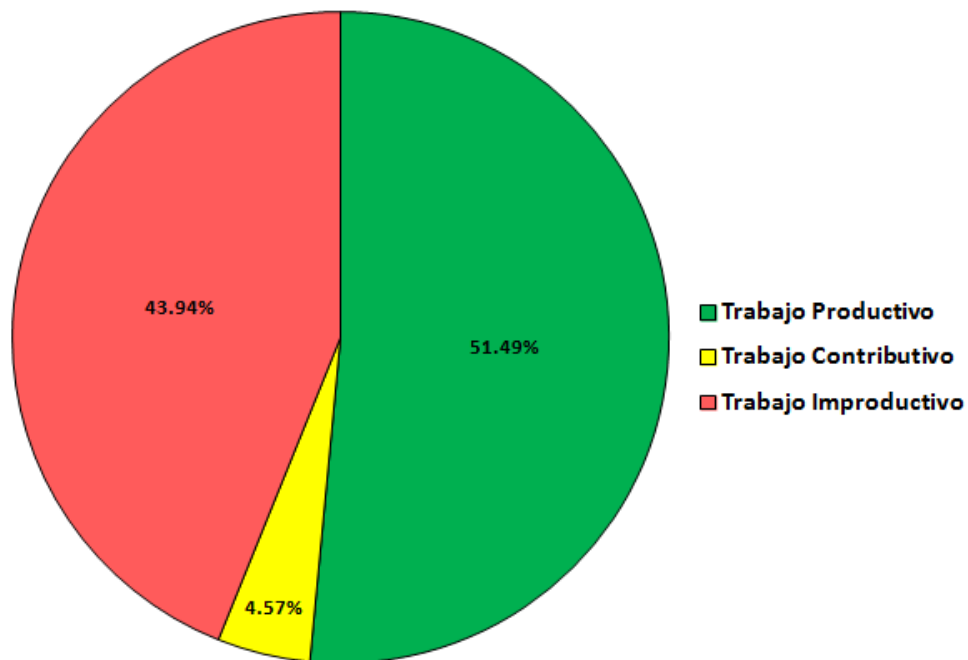


Figura 23. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #7

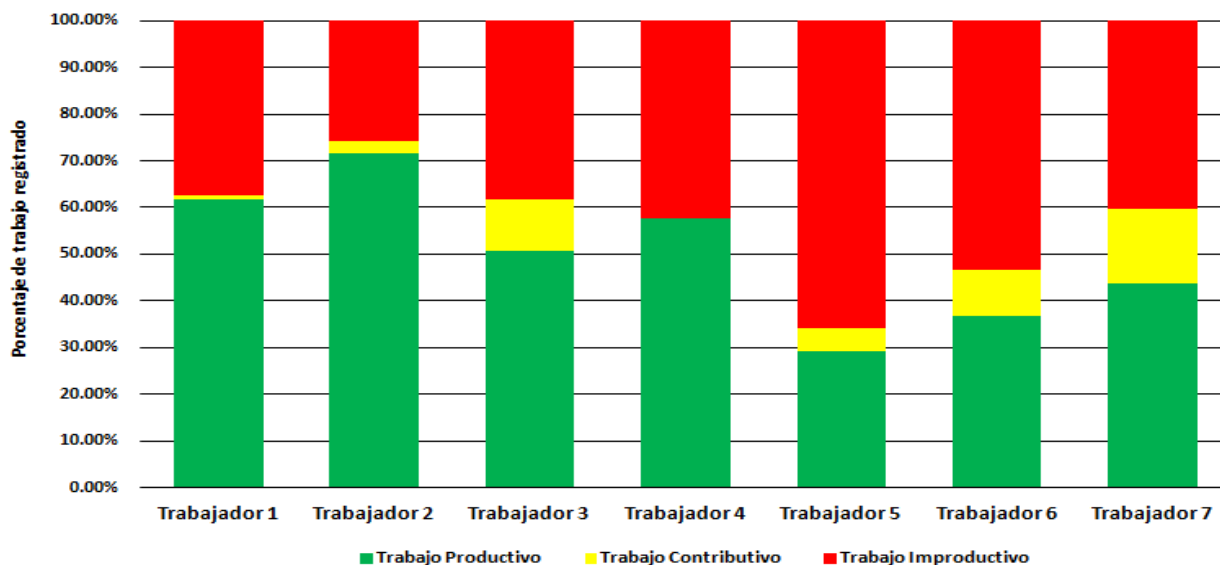


Figura 24. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #7

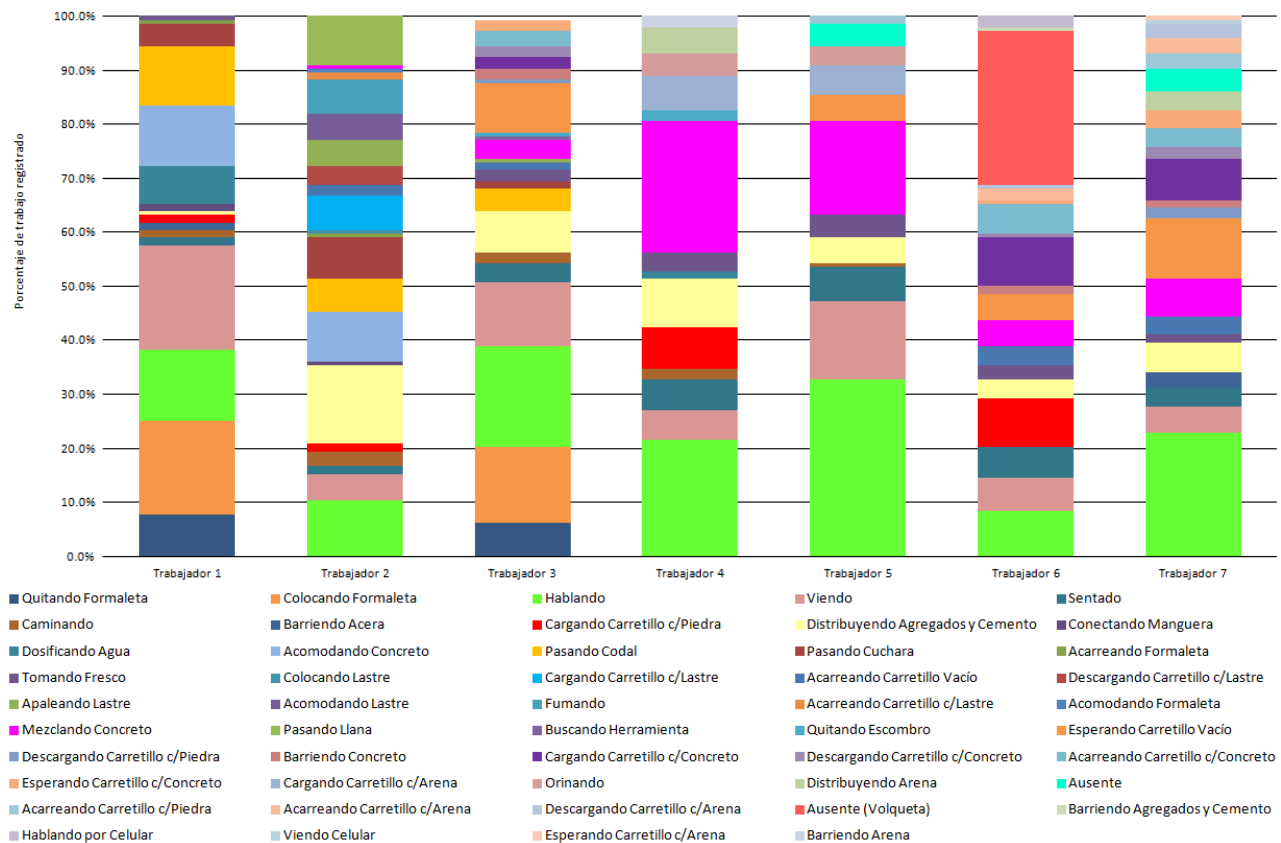


Figura 25. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 29 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de aceras, así como la cantidad de trabajo

realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 29. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #7					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación de Encofrado (m ²)	1,20	1,20	15,00	12,50	12,50
Colocación y compactación de material de relleno (m ³)	0,53	1,07	0,90	0,84	1,69
Preparación de concreto (m ³)	1,33	5,33	1,50	0,28	1,13
Colocación de concreto (m ³)	0,60	1,20	1,50	1,25	2,50
Acabados del concreto (m ²)	1,05	2,10	15,00	7,14	14,29
Desencofrado (m ²)	0,33	0,66	9,00	13,50	27,00

CUADRO 30. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	61,8 %	1,67	₡3.033,62
	Trabajo Contributivo	0,7 %	0,02	₡34,09
	Trabajo Improductivo	37,5 %	1,01	₡1.840,62
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.908,33
Trabajador 2	Trabajo Productivo	71,5 %	1,93	₡3.261,75
	Trabajo Contributivo	2,8 %	0,08	₡126,67
	Trabajo Improductivo	25,7 %	0,69	₡1.171,70
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.908,33
Trabajador 3	Trabajo Productivo	50,7 %	1,37	₡2.311,73
	Trabajo Contributivo	11,1 %	0,30	₡506,68
	Trabajo Improductivo	38,2 %	1,03	₡1.741,71
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.560,12
Trabajador 4	Trabajo Productivo	57,6 %	1,56	₡2.628,40
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	₡0,00
	Trabajo Improductivo	42,4 %	1,14	₡1.931,72
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.560,12
Trabajador 5	Trabajo Productivo	29,2 %	0,79	₡1.330,04
	Trabajo Contributivo	4,9 %	0,13	₡221,67
	Trabajo Improductivo	66,0 %	1,78	₡3.008,41
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.560,12
Trabajador 6	Trabajo Productivo	36,8 %	0,99	₡1.678,38
	Trabajo Contributivo	9,7 %	0,26	₡443,35
	Trabajo Improductivo	53,5 %	1,44	₡2.438,40
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.560,12
Trabajador 7	Trabajo Productivo	43,8 %	1,18	₡1.995,05
	Trabajo Contributivo	16,0 %	0,43	₡728,35
	Trabajo Improductivo	40,3 %	1,09	₡1.836,72
	TOTAL	100,0 %	2,70	₡4.560,12

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

A continuación, se resumen los rendimientos de las tareas seleccionadas en la Cuadro 1, con su respectivo rendimiento

promedio, desviación estándar y coeficiente de variación, esto para las tareas de la actividad construcción de aceras. La tarea que no se logró registrar rendimientos es la de Demolición de Estructuras Existentes (CA-03), ya que en los proyectos que se efectuó la medición de rendimientos no se realizó dicha tarea.

CUADRO 31. RENDIMIENTO PARA REMOCIÓN DE CAPA VEGETAL DEL SUELO (CA-04)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	0.30	0.43	0.69
2	13/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	5	0.45	1.30	0.35
3	17/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	0.90	3.60	0.25
Rendimiento Promedio (m³/h)								0.43
Desviación Estándar (m³/h)								0.23
Coefficiente de Variación								54.2 %

CUADRO 32. RENDIMIENTO PARA REMOCIÓN DE ESCOMBROS Y DESECHOS (CA-05)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	0.30	0.69	0.43
2	13/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	5	0.45	1.30	0.35
Rendimiento Promedio (m³/h)								0.39
Desviación Estándar (m³/h)								0.06
Coefficiente de Variación								15.8 %

CUADRO 33. RENDIMIENTO PARA CONFECCIÓN Y COLOCACIÓN DE ENCOFRADO (CA-09)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m²)	Duración (h)	Rendimiento (m²/h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	3.00	0.83	3.60
5	31/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	6.00	0.28	21.18
6	01/08/2018	Soleado	Pavas	2	4	3.00	0.20	15.00
7	03/08/2019	Nublado	Pavas	2	5	15.00	1.20	12.50
Rendimiento Promedio (m²/h)								13.07
Desviación Estándar (m²/h)								7.29
Coefficiente de Variación								55.8 %

CUADRO 34. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO (CA-10)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	0.255	0.30	0.85
4	24/7/2018	Soleado	Zapote	1	3	0.18	0.07	2.70
5	31/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	0.90	0.55	1.64
6	01/08/2018	Soleado	Pavas	2	4	0.30	0.18	1.64
7	03/08/2018	Nublado	Pavas	2	5	0.90	0.53	1.69
Rendimiento Promedio (m³/h)								1.70
Desviación Estándar (m³/h)								0.66
Coficiente de Variación								38.6 %

CUADRO 35. RENDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE CONCRETO (CA-13)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operarios Especializados	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	0.555	1.07	0.52
4	24/7(2018)	Soleado	Zapote	1	3	0.54	0.62	0.88
5	31/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	0.900	1.22	0.74
6	01/08/2018	Soleado	Pavas	2	4	1.20	0.78	1.53
7	03/08/2018	Nublado	Pavas	2	5	1.50	1.33	1.13
Rendimiento Promedio (m³/h)								0.96
Desviación Estándar (m³/h)								0.39
Coficiente de Variación								40.5 %

CUADRO 36. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE CONCRETO (CA-14)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	0.555	0.58	0.95
4	24/7(2018)	Soleado	Zapote	1	3	0.54	0.72	0.75
5	31/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	0.900	0.42	2.16
6	01/08/2018	Soleado	Pavas	2	4	1.20	0.58	2.06
7	03/08/2018	Nublado	Pavas	2	5	1.50	0.60	2.50
Rendimiento Promedio (m³/h)								1.68
Desviación Estándar (m³/h)								0.78
Coficiente de Variación								46.3 %

CUADRO 37. RENDIMIENTO PARA DESENCOFRADO (CA-16)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m ²)	Duración (h)	Rendimiento (m ² /h)
4	24/7(2018)	Soleado	Zapote	1	3	3.60	0.07	53.73
5	31/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	6.000	0.20	30.00
7	03/08/2018	Nublado	Pavas	2	5	9.00	0.33	27.00
Rendimiento Promedio (m²/h)								36.91
Desviación Estándar (m²/h)								14.64
Coefficiente de Variación								39.7 %

CUADRO 38. RENDIMIENTO PARA ACABADOS DEL CONCRETO (CA-17)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m ²)	Duración (h)	Rendimiento (m ² /h)
1	11/07/2018	Nublado	San Sebastián	1	3	5.550	1.27	4.38
4	24/7(2018)	Soleado	Zapote	1	3	5.40	0.95	5.68
5	31/07/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	6.000	1.08	5.54
6	01/08/2018	Soleado	Pavas	2	4	12.00	1.27	9.47
7	03/08/2018	Nublado	Pavas	2	5	15.00	1.05	14.29
Rendimiento Promedio (m²/h)								7.87
Desviación Estándar (m²/h)								4.07
Coefficiente de Variación								51.6 %

Seguidamente, se muestra el diagrama de Ishikawa (diagrama de causa y efecto) correspondiente a lo observado en los muestreos

de medición de rendimientos para la actividad construcción de aceras.

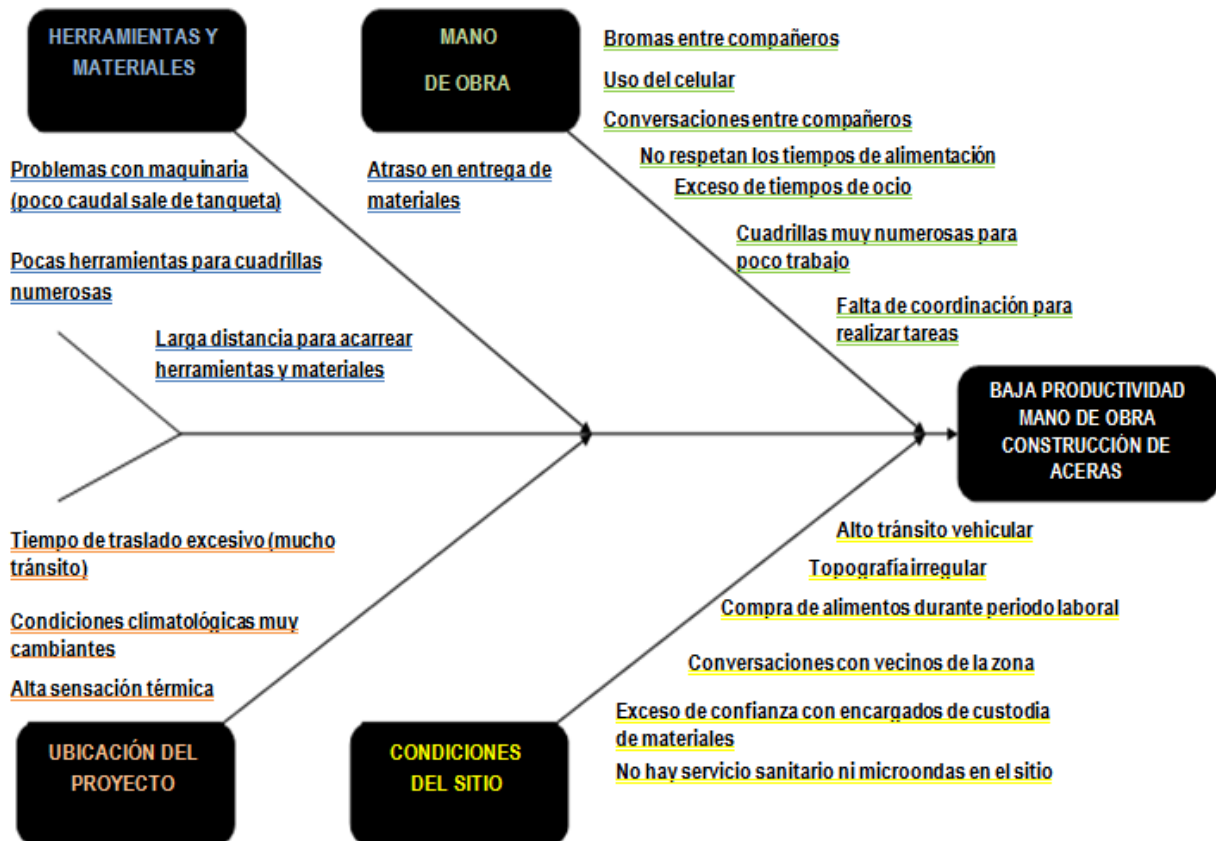


Figura 26. Diagrama de Ishikawa: Factores que afectan la productividad en la actividad construcción de aceras

Actividad 2. Construcción de cordón de caño o cunetas

En este apartado, se muestran los resultados de los 4 muestreos efectuados durante la medición de productividad de las cuadrillas en la construcción de cordón de caño o cunetas. En cada muestreo se indican las tareas registradas, así como los resultados de la medición de

productividad y los rendimientos obtenidos para cada tarea.

En la figura 27 se muestra el diagrama de flujo para la actividad construcción de cordón de caños o cunetas.

En la sección de Análisis de Resultados se justificarán las tareas que tengan asterisco (*).

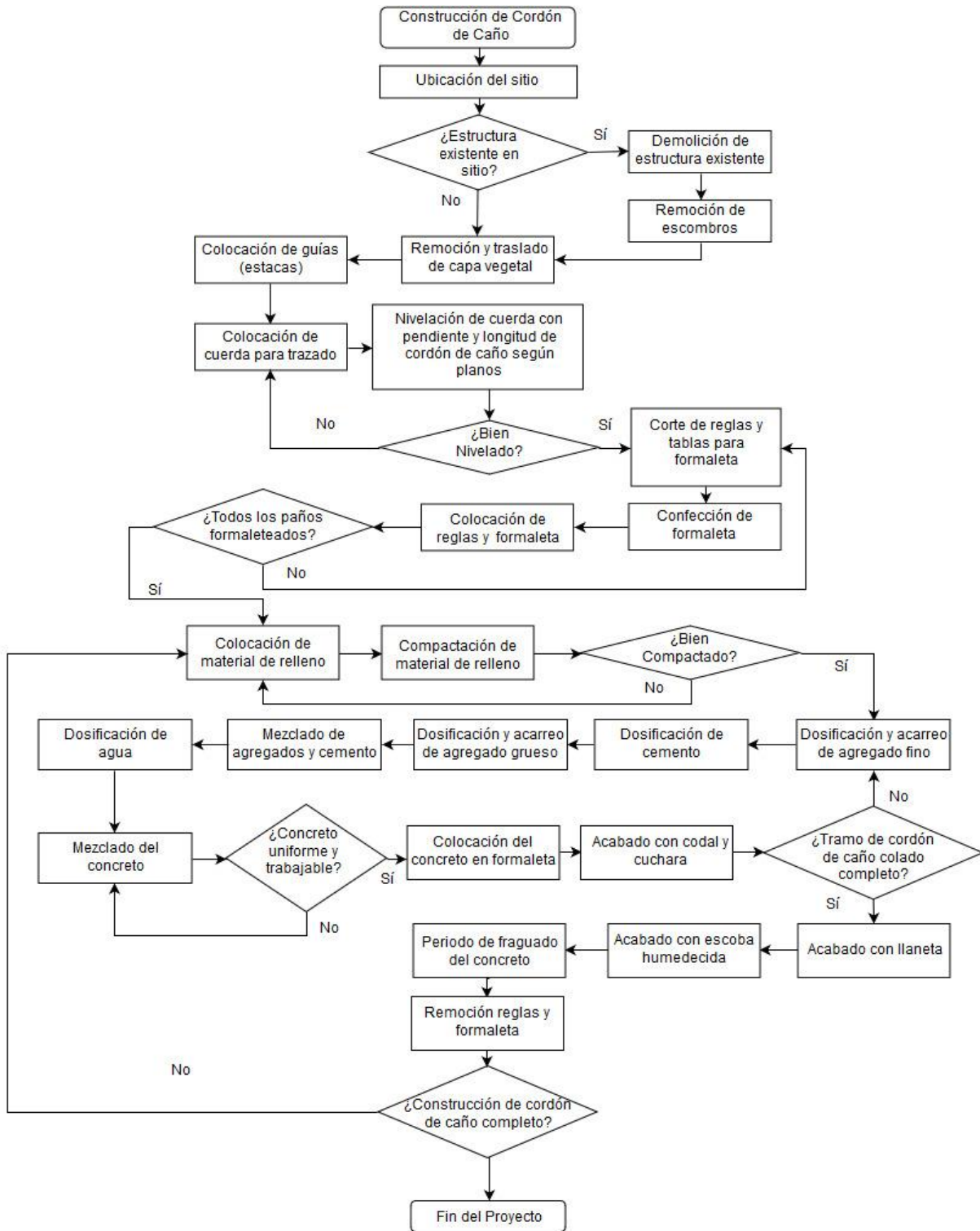


Figura 27. Diagrama de Flujo para la construcción de cordón de caño o cunetas

Muestreo #8

En el cuadro 39 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 40 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 39. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #8

Ubicación	Avenida 60, Calle Central, Paso Ancho, San Sebastián.	Fecha	10 agosto 2018
Tiempo de Traslado	11 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	4.2 km
Encargado de Cuadrilla	Luis Salazar López	Cantidad de trabajadores	4
Hora inicio	7:16 am	Hora final	10:00 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 19°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	636	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	1 Pala, 2 Carretillos, 1 Llaneta, 1 Cuchara de albañilería, 1 Cinta Métrica, 1 Serrucho, 1 Escobón, 1 Manguera de 10 m, 1 Caja de Herramientas.

CUADRO 40. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #8 CONSTRUCCIÓN DE CORDÓN DE CAÑO O CUNETAS		
Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Colocando Tubo Agua	Cortando Regla Encofrado (*)
	Colocando Manguera	Acarreando Carretillo c/Arena (*)
	Dando Instrucciones	Dosificando Agua (*)
	Colocando Tubo Drenaflex (*)	Cargando Carretillo c/Piedra
	Cortando Tubo Drenaflex (*)	Acarreando Carretillo c/Piedra (*)
	Acarreando Reglas (*)	Esperando Cargar Carretillo
	Acarreando Tabla Encofrado (*)	Cargando Carretillo c/Concreto
	Mezclando Concreto	Acarreando Carretillo c/Concreto (*)
	Acomodando Encofrado	Esperando Carretillo c/Concreto
	Mezclando Agregados y Cemento (*)	Cargando Carretillo c/Arena
	Humedeciendo Encofrado	Acarreando Balde c/Concreto (*)
	Distribuyendo Agregados	Descargando Carretillo c/Piedra
	Colocando Concreto en Encofrado	Quitando Tabla Encofrado (*)
	Acomodando Concreto c/Cuchara	Pasando Cuchara
	Vibrando Encofrado c/Mazo (*)	
Trabajo Contributivo	Buscando en Bodega	Barriendo Concreto
	Buscando Herramienta	Acarreando Carretillo Vacío
	Buscando Materiales	Acarreando Herramienta
	Recogiendo Manguera	Esperando Carretillo Vacío
Trabajo Improductivo	Poniéndose Guantes	Tomando Agua
	Viendo Celular	Arreglando Tubo Agua
	Ausente	Acarreando Balde Vacío
	Caminando	Lavando Pala
	Hablando	Quitándose Guantes
	Hablando por Celular	Poniéndose Bloqueador Solar
	Viendo	Lavándose las Manos
	Orinando	Limpiando Área Trabajo

En la figura 28 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 29 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #8 para la construcción de cordón

de caño o cunetas, clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 30 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, registradas mediante la metodología Crew Balance.

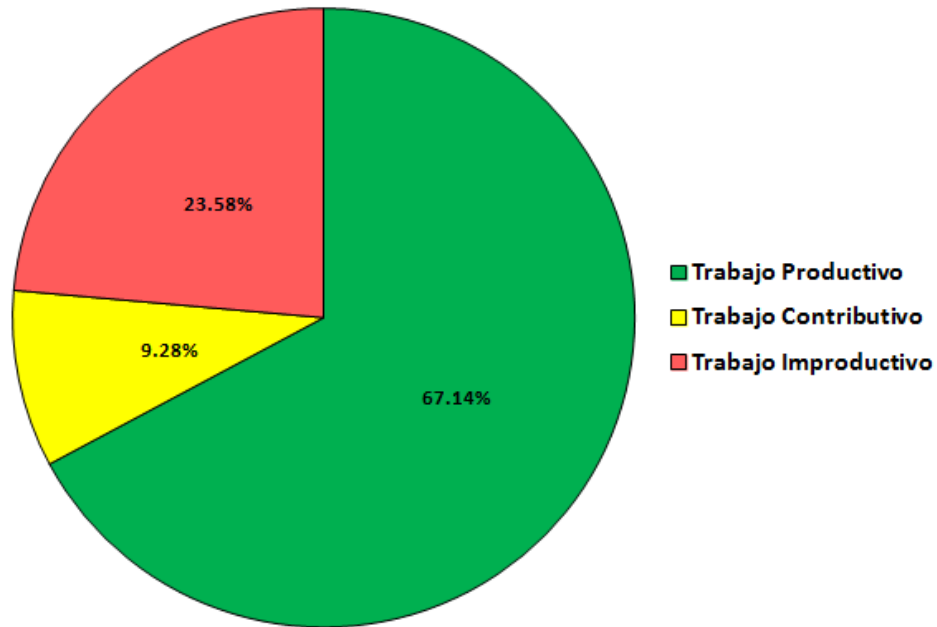


Figura 28. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #8

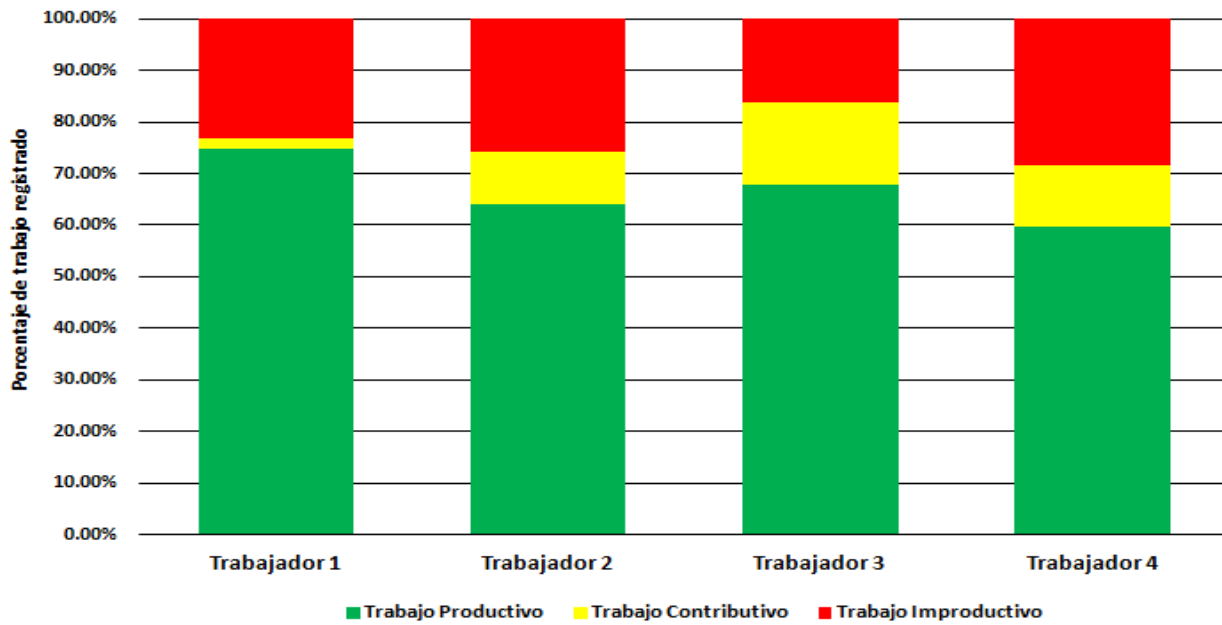


Figura 29. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #8

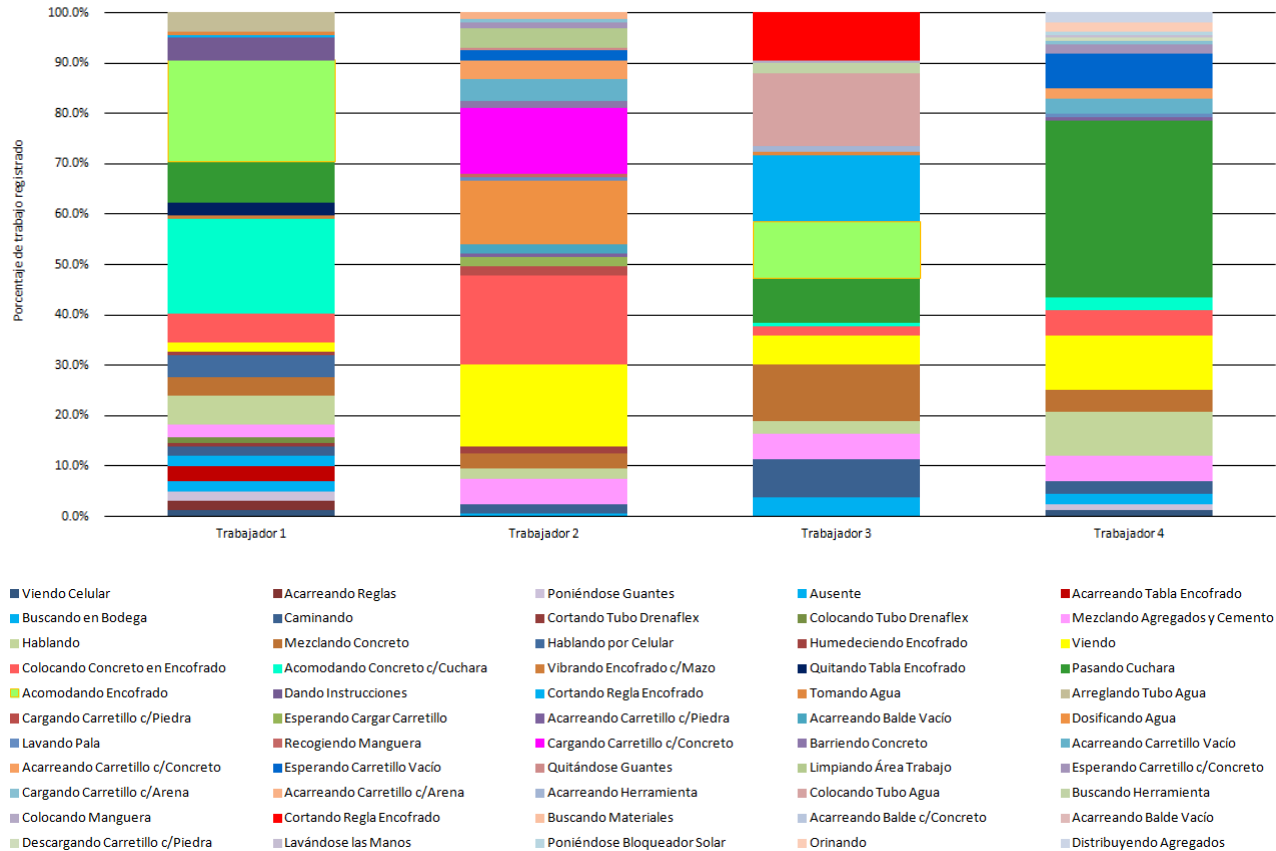


Figura 30. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 41 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de cordón de caño o cunetas, así como la

cantidad de trabajo realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 41. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #8

Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Confección de encofrado (m)	1,08	2,17	6,00	2,77	5,54
Colocación de encofrado (m)	1,08	2,17	6,00	2,77	5,54
Preparación de concreto (m ³)	1,07	3,20	0,78	0,24	0,73
Colocación de concreto (m ³)	0,80	1,60	0,78	0,49	0,98
Acabados del concreto (m)	1,37	2,73	6,00	2,20	4,39

CUADRO 42. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #8				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	74,8 %	2,05	₡3.718,88
	Trabajo Contributivo	1,9 %	0,05	₡93,75
	Trabajo Improductivo	23,3 %	0,64	₡1.156,29
	TOTAL	100,0 %	2,73	₡4.968,93
Trabajador 2	Trabajo Productivo	64,2 %	1,75	₡2.961,48
	Trabajo Contributivo	10,1 %	0,28	₡464,55
	Trabajo Improductivo	25,8 %	0,70	₡1.190,40
	TOTAL	100,0 %	2,73	₡4.616,42
Trabajador 3	Trabajo Productivo	67,9 %	1,86	₡3.135,68
	Trabajo Contributivo	15,7 %	0,43	₡725,85
	Trabajo Improductivo	16,4 %	0,45	₡754,89
	TOTAL	100,0 %	2,73	₡4.616,42
Trabajador 4	Trabajo Productivo	59,7 %	1,63	₡2.758,24
	Trabajo Contributivo	11,9 %	0,33	₡551,65
	Trabajo Improductivo	28,3 %	0,77	₡1.306,53
	TOTAL	100,0 %	2,73	₡4.616,42

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #9

En el cuadro 43 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 44 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 43. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #9			
Ubicación	Avenida 60, Calle Central, Paso Ancho, San Sebastián.	Fecha	17 agosto 2018
Tiempo de Traslado	17 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	4.2 km
Encargado de Cuadrilla	Luis Salazar López	Cantidad de trabajadores	3
Hora inicio	7:15 am	Hora final	10:05 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 16°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	474	Frecuencia de Observaciones	45 segundos
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 2 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	2 Palas, 2 Carretillos, 2 Llanetas, 2 Cucharas de albañilería, 1 Manguera de 10 m, 1 Caja de Herramientas.

**CUADRO 44. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #9
CONSTRUCCIÓN DE CORDÓN DE CAÑO O CUNETAS**

Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Quitando Formaleta (*)	Cargando Carretillo c/Concreto
	Acarreando Formaleta (*)	Descargando Carretillo c/Concreto
	Dando Instrucciones	Pasando Cuchara
	Picando Superficie Irregular (*)	Acarreando Carretillo c/Saco Cem (*)
	Barriendo Superficie Picada (*)	Descargando Carretillo c/Saco Cem
	Dando Acabado c/Mortero	Colocando Tubo Agua (*)
	Pasando Codal	Zarandeando Arena (*)
	Mezclando Mortero	Acarreando Carretillo c/Arena
	Cargando Carretillo c/Arena	Mezclando Arena y Cemento
	Descargando Carretillo c/Arena	Acarreando Carretillo c/Arena y Cem
	Distribuyendo Arena c/Pala (*)	Removiendo Exceso de Concreto (*)
	Abriendo Saco Cemento	Acarreando Carretillo c/Mortero (*)
	Distribuyendo Cemento	Dosificando Agua (*)
	Cargando Carretillo c/Piedra	Mezclando Concreto
	Acarreando Carretillo c/Piedra (*)	Acarreando Carretillo c/Concreto (*)
	Descargando Carretillo c/Piedra	Acomodando Concreto c/Cuchara
	Distribuyendo Agregados y Cemento	
Trabajo Contributivo	Buscando Herramientas	Buscando Material
	Acarreando Carretillo Vacío	Acarreando Pala
	Acarreando Pala	Acarreando Herramienta
	Barriendo Agregados y Cemento	Buscando Saco Cemento (Bodega)
Trabajo Improductivo	Caminando	Lavando Carretillo
	Viendo	Lavando Pala
	Hablando	Ausente
	Poniéndose Bloqueador	Tomando Agua
	Poniéndose Guantes	

En la figura 31 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 32 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #9 para la construcción de cordón

de caño o cunetas, clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 33 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, registradas mediante la metodología Crew Balance.

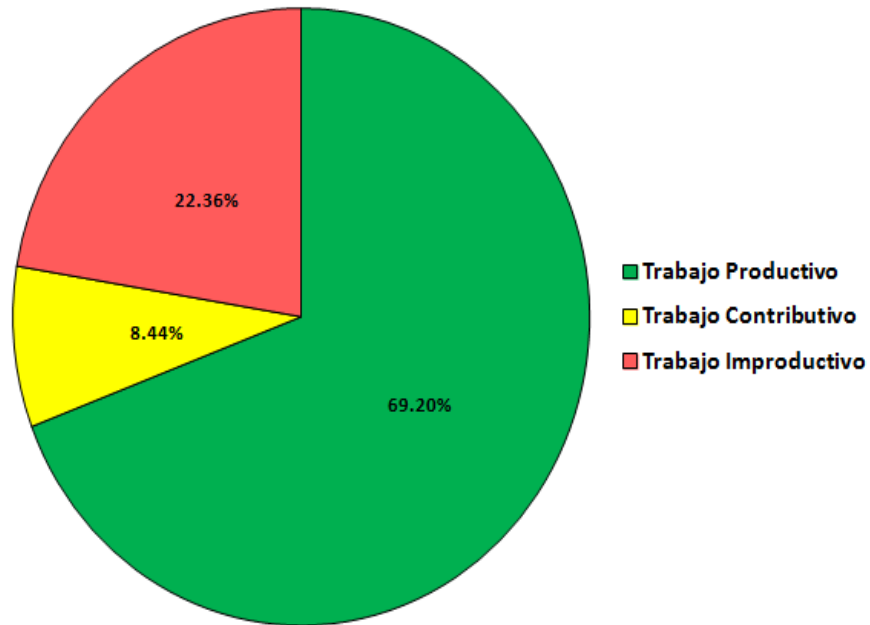


Figura 31. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #9

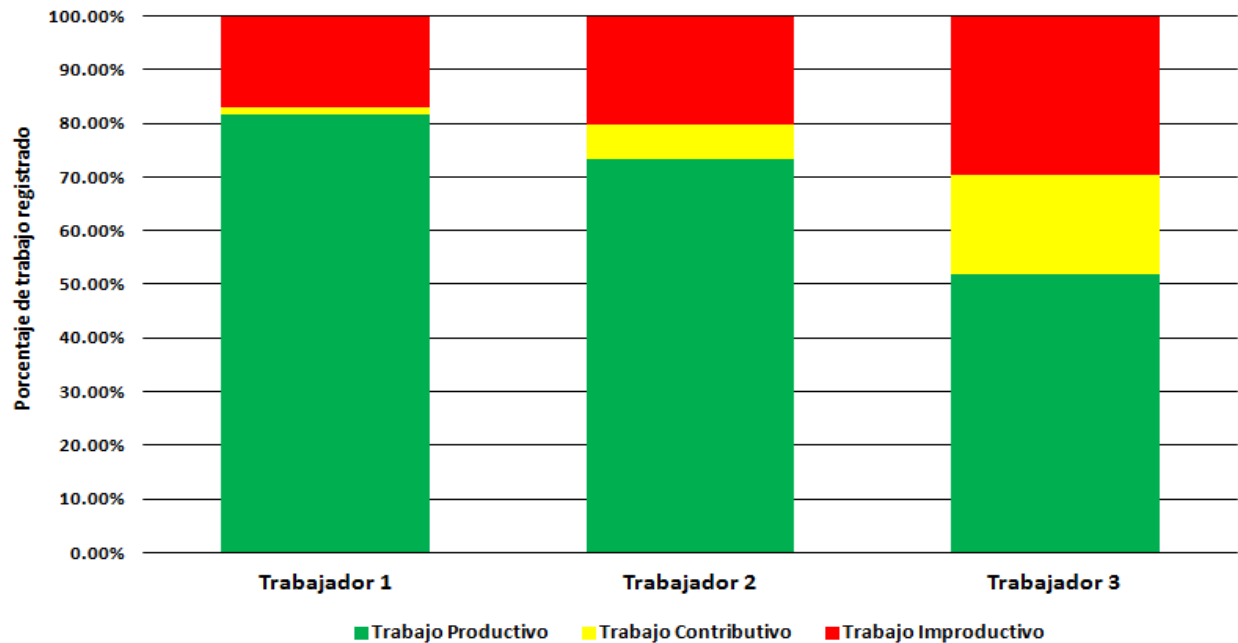


Figura 32. del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #9

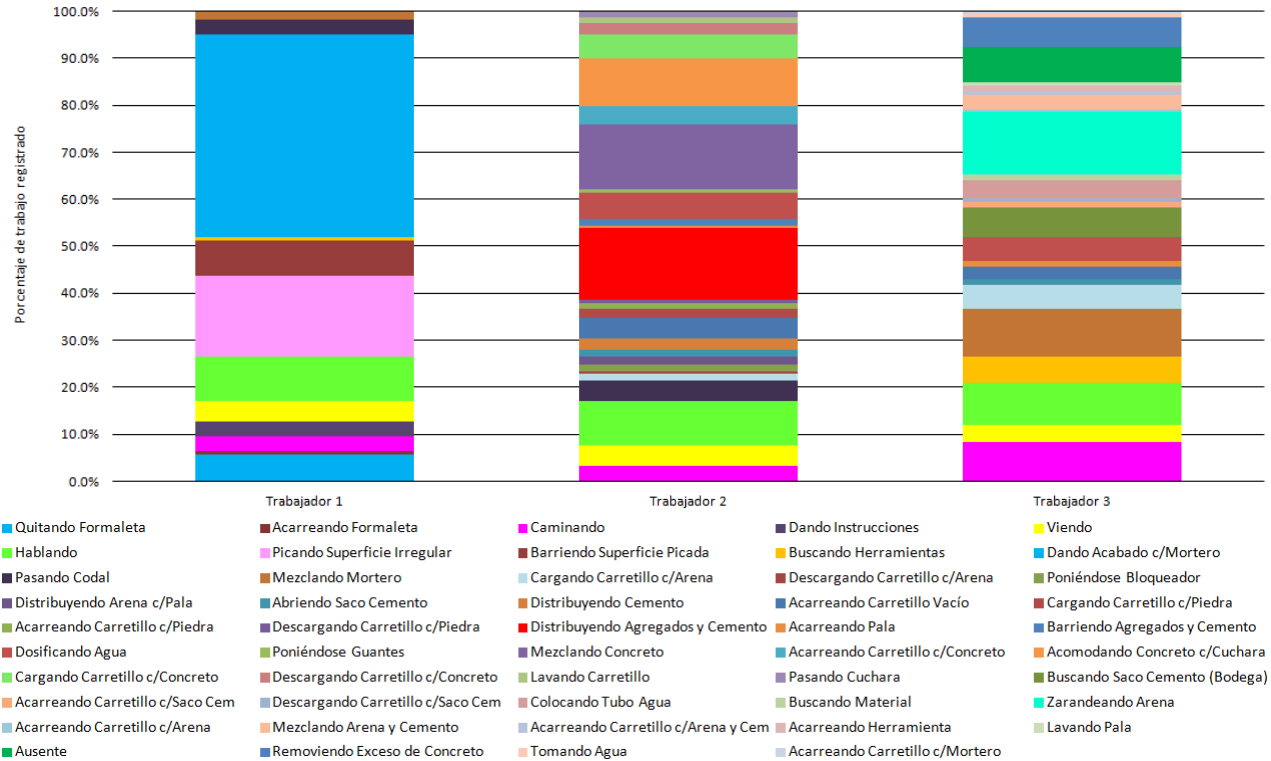


Figura 33. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 45 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de cordón de caño o cunetas, así como la

cantidad de trabajo realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 45. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #9					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Preparación de concreto (m ³)	0,37	0,73	0,08	0,10	0,20
Colocación de concreto (m ³)	0,27	0,53	0,08	0,14	0,28
Acabados del concreto (m ²)	1,13	1,13	4,00	3,53	3,53
Desencofrado (m)	0,15	0,15	2,00	13,33	13,33

CUADRO 46. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #9				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	81,6 %	1,78	₡3.240,58
	Trabajo Contributivo	1,3 %	0,03	₡50,24
	Trabajo Improductivo	17,1 %	0,37	₡678,26
	TOTAL	100,0 %	2,18	₡3.969,08
Trabajador 2	Trabajo Productivo	73,4 %	1,60	₡2.707,28
	Trabajo Contributivo	6,3 %	0,14	₡233,39
	Trabajo Improductivo	20,3 %	0,44	₡746,84
	TOTAL	100,0 %	2,18	₡3.687,50
Trabajador 3	Trabajo Productivo	51,9 %	1,13	₡1.913,77
	Trabajo Contributivo	18,4 %	0,40	₡676,82
	Trabajo Improductivo	29,7 %	0,65	₡1.096,92
	TOTAL	100,0 %	2,18	₡3.687,50

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #10

En el cuadro 47 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 48 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 47. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #10			
Ubicación	Avenida 30, Calle 16 ^a , Barrio Cristo Rey, Hospital.	Fecha	20 agosto 2018
Tiempo de Traslado	8 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	2.0 km
Encargado de Cuadrilla	Hermán Méndez	Cantidad de trabajadores	2
Hora inicio	6:59 am	Hora final	10:00 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 18°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	500	Frecuencia de Observaciones	30 segundos
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 1 Trabajador Manual	Equipo Utilizado	1 Pala, 1 Carretillo, 1 Pico, 1 Macana.

CUADRO 48. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #10 CONSTRUCCIÓN DE CORDÓN DE CAÑO O CUNETAS	
Tipo de Trabajo	Tarea
Trabajo Productivo	Picando c/Macana (*)
	Cargando Carretillo c/Capa Vegetal
	Picando Capa Vegetal c/Pico
	Acarreando Carretillo c/Capa Vegetal (*)
	Descargando Carretillo c/Capa Vegetal
	Acarreando Carretillo c/Escombros (*)
	Descargando Carretillo c/Escombros
	Apaleando Capa Vegetal (*)
	Cargando Carretillo c/Escombros
Trabajo Contributivo	Apaleando Escombros
	Esperando Carretillo Vacío
	Acarreando Carretillo Vacío
Trabajo Improductivo	Acarreando Pala
	Viendo
	Hablando
	Orinando
	Caminando
	Viendo Celular
	Sentado
	Poniéndose Guantes
Comiendo	

En la figura 34 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 35 se se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #10 para la construcción de

cordón de caño o cunetas, clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 36 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, registradas mediante la metodología Crew Balance.

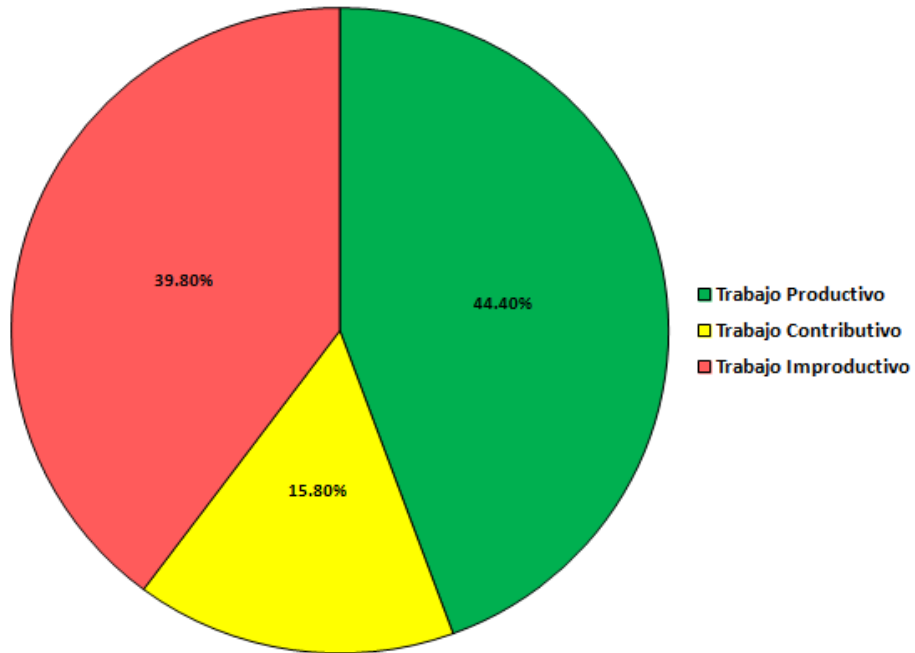


Figura 34. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #10

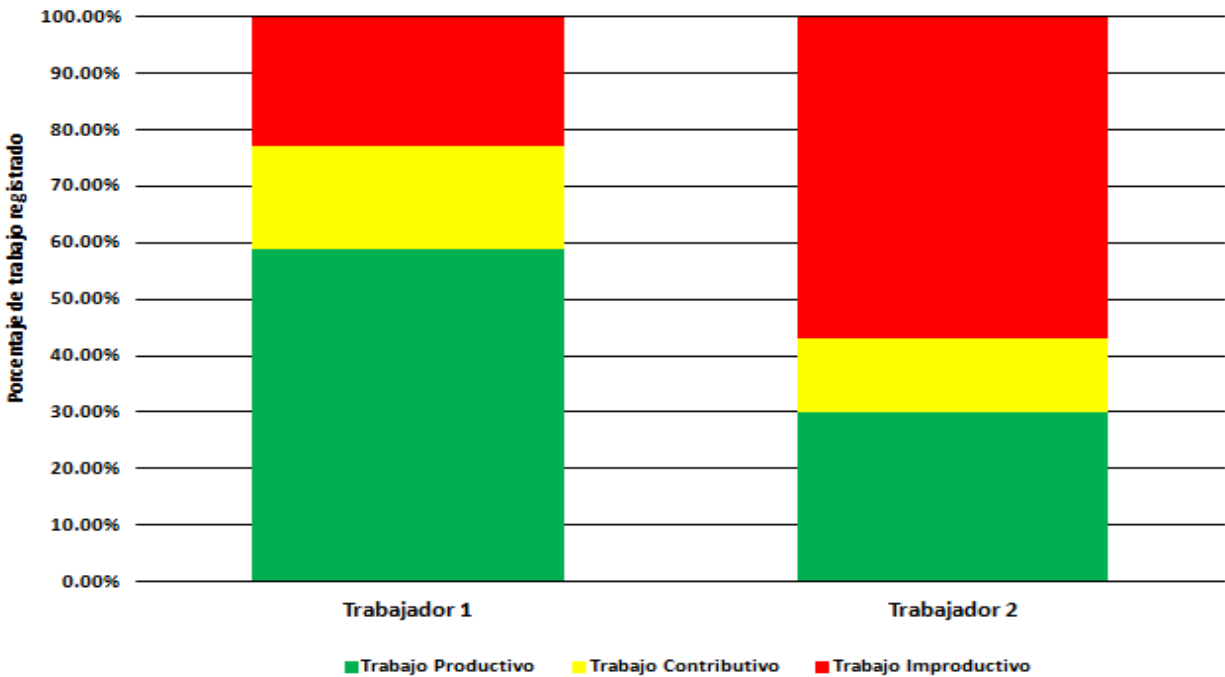


Figura 35. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #10

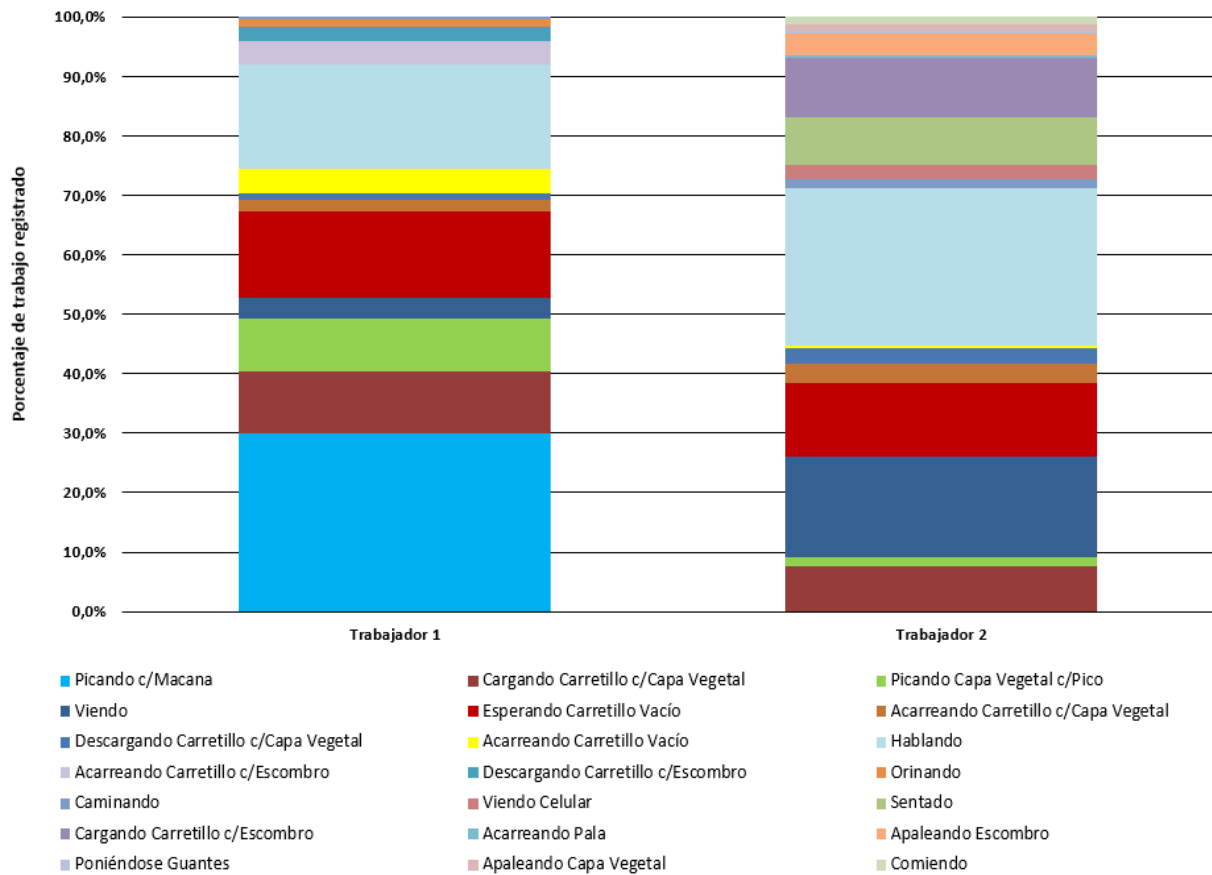


Figura 36. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 49 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de cordón de caño o cunetas, así como la

cantidad de trabajo realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 49 RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #10					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Remoción de capa vegetal de suelo (m ³)	0,84	1,68	0,18	0,11	0,21
Remoción de escombros y desechos (m ³)	0,98	1,97	0,18	0,09	0,18

CUADRO 50. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #10				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	58,8 %	1,42	¢2.583,24
	Trabajo Contributivo	18,4 %	0,44	¢808,36
	Trabajo Improductivo	22,8 %	0,55	¢1.001,66
	TOTAL	100,0 %	2,42	¢4.081,59
Trabajador 2	Trabajo Productivo	30,0 %	0,73	¢1.224,48
	Trabajo Contributivo	13,2 %	0,32	¢538,77
	Trabajo Improductivo	56,8 %	1,37	¢2.318,34
	TOTAL	100,0 %	2,42	¢4.081,59

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #11

En el cuadro 51 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 52 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 51. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #11			
Ubicación	Barrio Los Laureles, Pavas.	Fecha	22 agosto 2018
Tiempo de Traslado	26 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	8.0 km
Encargado de Cuadrilla	Víctor Solís Solano	Cantidad de trabajadores	3
Hora inicio	7:12 am	Hora final	8:51 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 19°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	400	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	2 Pala, 2 Carretillos, 2 Picos, 1 Macana, 1 Mazo Grande, 1 Barra para Excavar, 1 Rollo de cuerda de nylon, 1 Machete.

CUADRO 52. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #11 CONSTRUCCIÓN DE CORDÓN DE CAÑO O CUNETAS	
Tipo de Trabajo	Tarea
Trabajo Productivo	Dando Instrucciones
	Cortando Regla (*)
	Colocando Estaca
	Picando Capa Vegetal c/Pico (*)
	Amarrando Cuerda
	Midiendo
	Cargando Carretillo c/Capa Vegetal
	Acarreando Carretillo c/Capa Vegetal (*)
	Picando Capa Vegetal c/Barra
	Picando Capa Vegetal c/Macana
Descargando Carretillo c/Capa Vegetal	
Trabajo Contributivo	Acarreando Herramienta
	Acarreando Carretillo Vacío
	Buscando Material
	Acomodando Herramientas
	Buscando Herramientas
Trabajo Improductivo	Caminando
	Fumando
	Viendo
	Hablando
	Sentado

En la figura 38 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 39 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #11 para la construcción de

cordón de caño o cunetas, clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 40 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de cordón de caño o cunetas, registradas mediante la metodología Crew Balance.

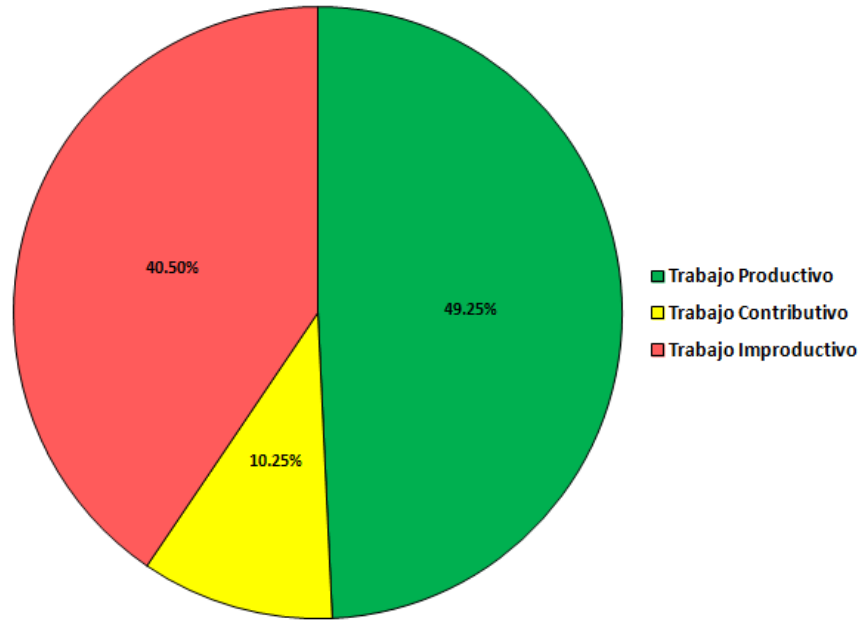


Figura 38. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #11

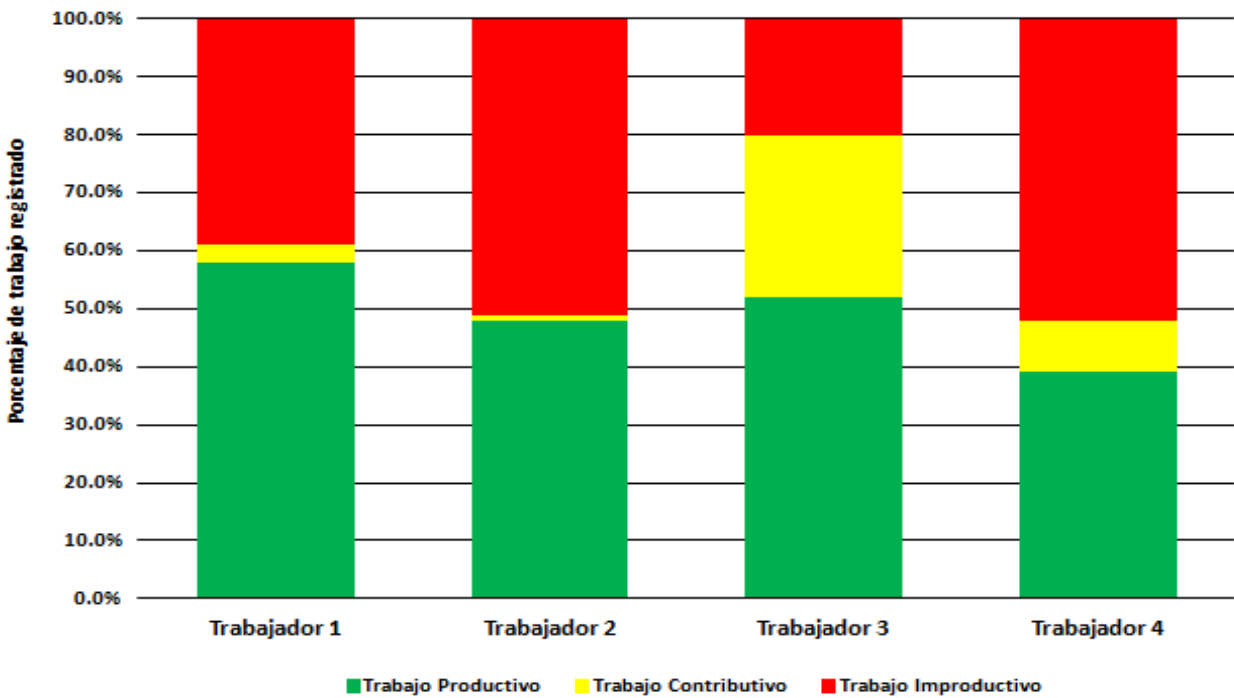


Figura 39. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #11

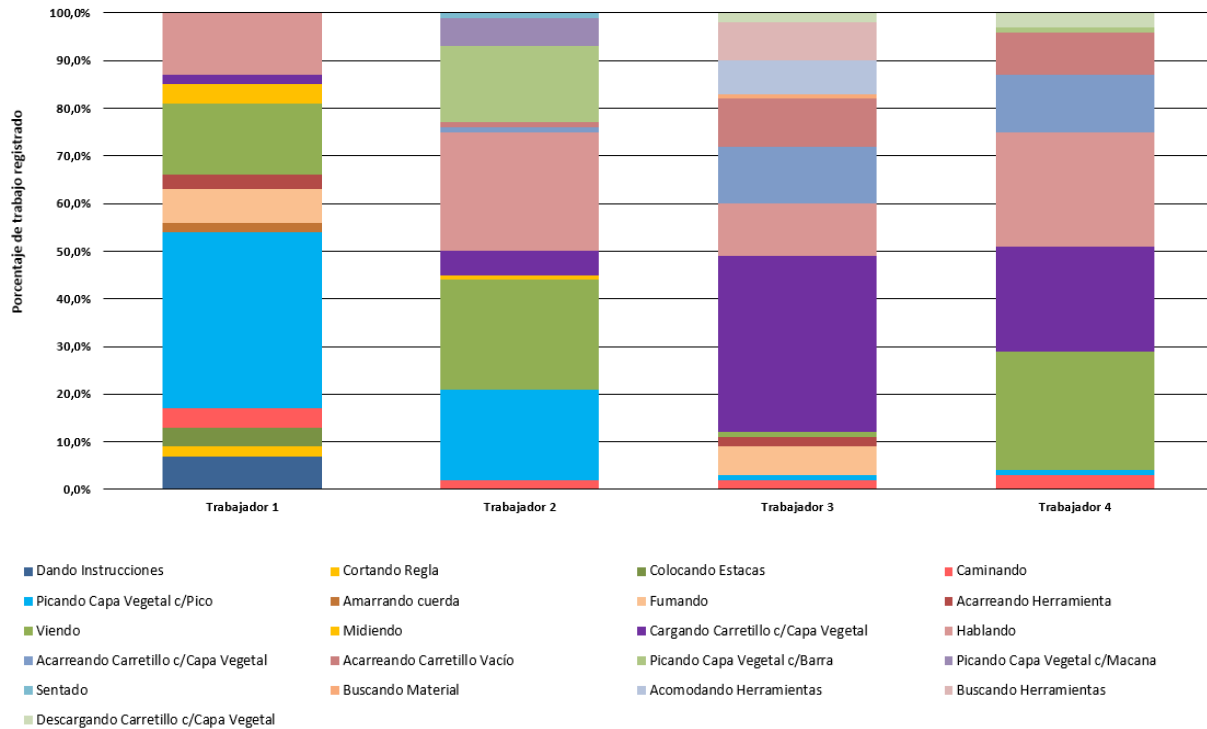


Figura 40. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 53 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de cordón de caño o cunetas, así como la

cantidad de trabajo realizado y la duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 53. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #11

Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Remoción de capa vegetal de suelo (m ³)	1,08	3,25	1,38	0,42	1,27
Remoción de escombros y desechos (m ³)	1,18	4,73	1,38	0,29	1,17

CUADRO 54. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #11				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	58,0 %	0,97	₡1.757,30
	Trabajo Contributivo	3,0 %	0,05	₡90,90
	Trabajo Improductivo	39,0 %	0,65	₡1.181,64
	TOTAL	100,0 %	1,67	₡3.029,83
Trabajador 2	Trabajo Productivo	48,0 %	0,80	₡1.351,15
	Trabajo Contributivo	1,0 %	0,02	₡28,15
	Trabajo Improductivo	51,0 %	0,85	₡1.435,59
	TOTAL	100,0 %	1,67	₡2.814,89
Trabajador 3	Trabajo Productivo	52,0 %	0,87	₡1.463,74
	Trabajo Contributivo	28,0 %	0,47	₡788,17
	Trabajo Improductivo	20,0 %	0,33	₡562,98
	TOTAL	100,0 %	1,67	₡2.814,89
Trabajador 4	Trabajo Productivo	39,0 %	0,65	₡1.097,81
	Trabajo Contributivo	9,0 %	0,15	₡253,34
	Trabajo Improductivo	52,0 %	0,87	₡1.463,74
	TOTAL	100,0 %	1,67	₡2.814,89

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

A continuación, se resumen los rendimientos de las tareas seleccionadas en la Cuadro 1, con su respectivo rendimiento promedio, desviación estándar y coeficiente de variación, esto para las tareas de la actividad construcción de cordón de

caño o cunetas. La tarea que no se logró registrar rendimientos es la de Colocación y Compactación de Material de Relleno (CC-11), ya que en los proyectos que se efectuó la medición de rendimientos no se realizó dicha tarea.

CUADRO 55. RENDIMIENTO PARA REMOCIÓN DE CAPA VEGETAL DE SUELO (CC-04)								
N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
10	20/08/2018	Soleado	Hospital	0	2	0.18	0.84	0.21
11	22/08/2018	Soleado	Pavas	1	3	1.38	1.08	1.27
Rendimiento Promedio (m³/h)								0.74
Desviación Estándar (m³/h)								0.75
Coeficiente de Variación								100.8 %

CUADRO 56. RENDIMIENTO PARA REMOCIÓN DE ESCOMBROS Y DESECHOS (CC-05)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
10	20/8/2018	Soleado	Hospital	0	2	0,18	0,98	0,18
11	22/8/2018	Soleado	Pavas	1	3	1,38	1,18	1,17
Rendimiento Promedio (m³/h)								0,67
Desviación Estándar (m³/h)								0,70
Coefficiente de Variación								103,0 %

CUADRO 57. RENDIMIENTO PARA CONFECCIÓN DE ENCOFRADO (CC-09)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m)	Duración (h)	Rendimiento (m/h)
8	10/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	6,00	1,08	5,54

CUADRO 58. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE ENCOFRADO (CC-10)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m)	Duración (h)	Rendimiento (m/h)
8	10/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	6,00	1,08	5,54

CUADRO 59. RENDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE CONCRETO (CC-12)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
8	10/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	0,78	1,07	0,73
9	17/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	2	0,08	0,37	0,20
Rendimiento Promedio (m³/h)								0,47
Desviación Estándar (m³/h)								0,37
Coefficiente de Variación								79,6 %

CUADRO 60. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE CONCRETO (CC-13)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
8	10/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	0,78	0,80	0,98
9	17/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	2	0,08	0,27	0,28
Rendimiento Promedio (m³/h)								0,63
Desviación Estándar (m³/h)								0,49

Coeficiente de Variación								78,1 %
CUADRO 61. RENDIMIENTO PARA DESENCOFRADO (CC-15)								
N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m)	Duración (h)	Rendimiento (m/h)
9	17/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	2	2,00	0,15	13,33

CUADRO 62. RENDIMIENTO PARA ACABADOS DEL CONCRETO (CC-16)								
N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
8	10/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	3	6,00	1,37	4,39
9	17/8/2018	Soleado	San Sebastián	1	2	4,00	1,13	3,53
Rendimiento Promedio (m³/h)								3,96
Desviación Estándar (m³/h)								0,61
Coeficiente de Variación								15,4 %

Seguidamente, se muestra el diagrama de Ishikawa (diagrama de causa y efecto) correspondiente a lo observado en los muestreos

de medición de rendimientos para la construcción de cordón de caño o cunetas, considerando el mismo para todos los muestreos anteriores.

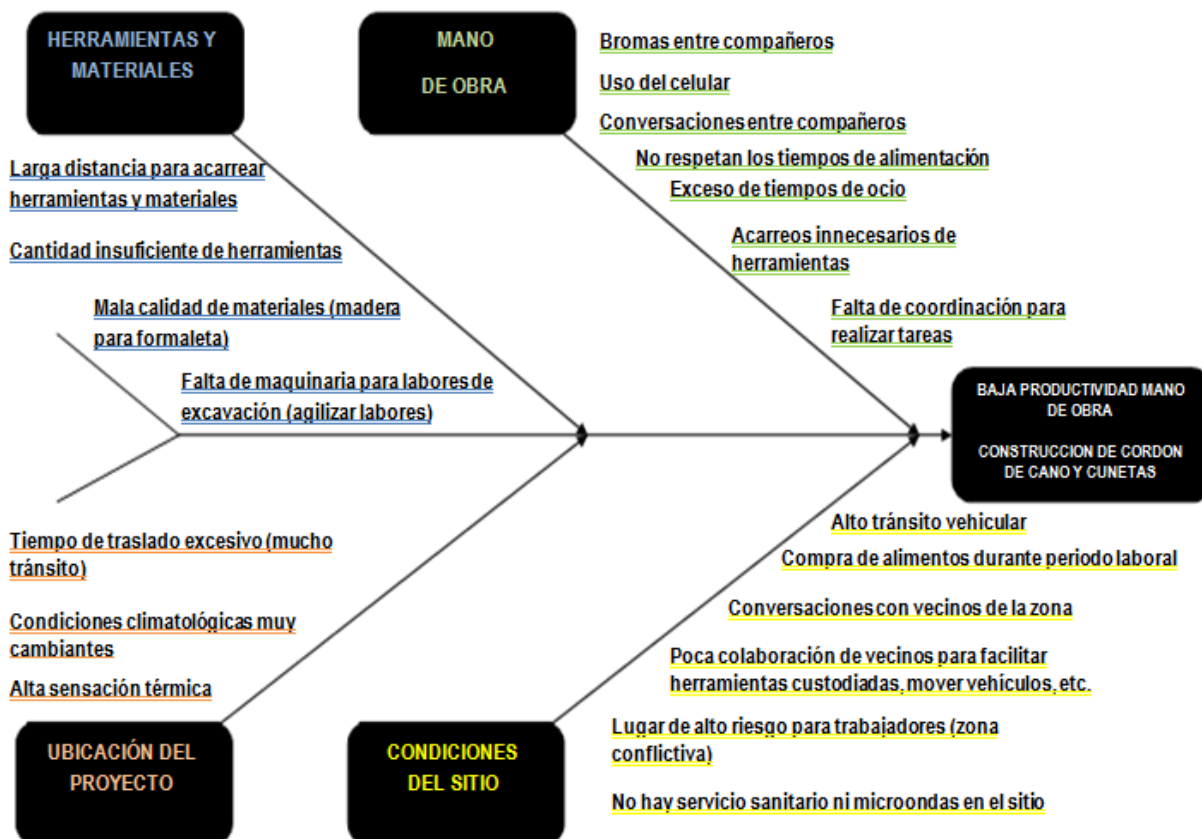


Figura 41. Diagrama de Ishikawa: Factores que afectan la productividad en la construcción de cordón de caño o cunetas

Actividad 3. Construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal

En este apartado, se muestran los resultados de los 7 muestreos efectuados durante la medición de productividad de las cuadrillas en la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal. En cada muestreo se indican las tareas

registradas, así como los resultados de la medición de productividad y los rendimientos obtenidos para cada tarea.

En la figura 42 y 43 se muestra el diagrama de flujo para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal. Se detalla en las siguientes figuras la construcción de rampas de acceso según la Ley 7600 y las rampas de cruce peatonal.

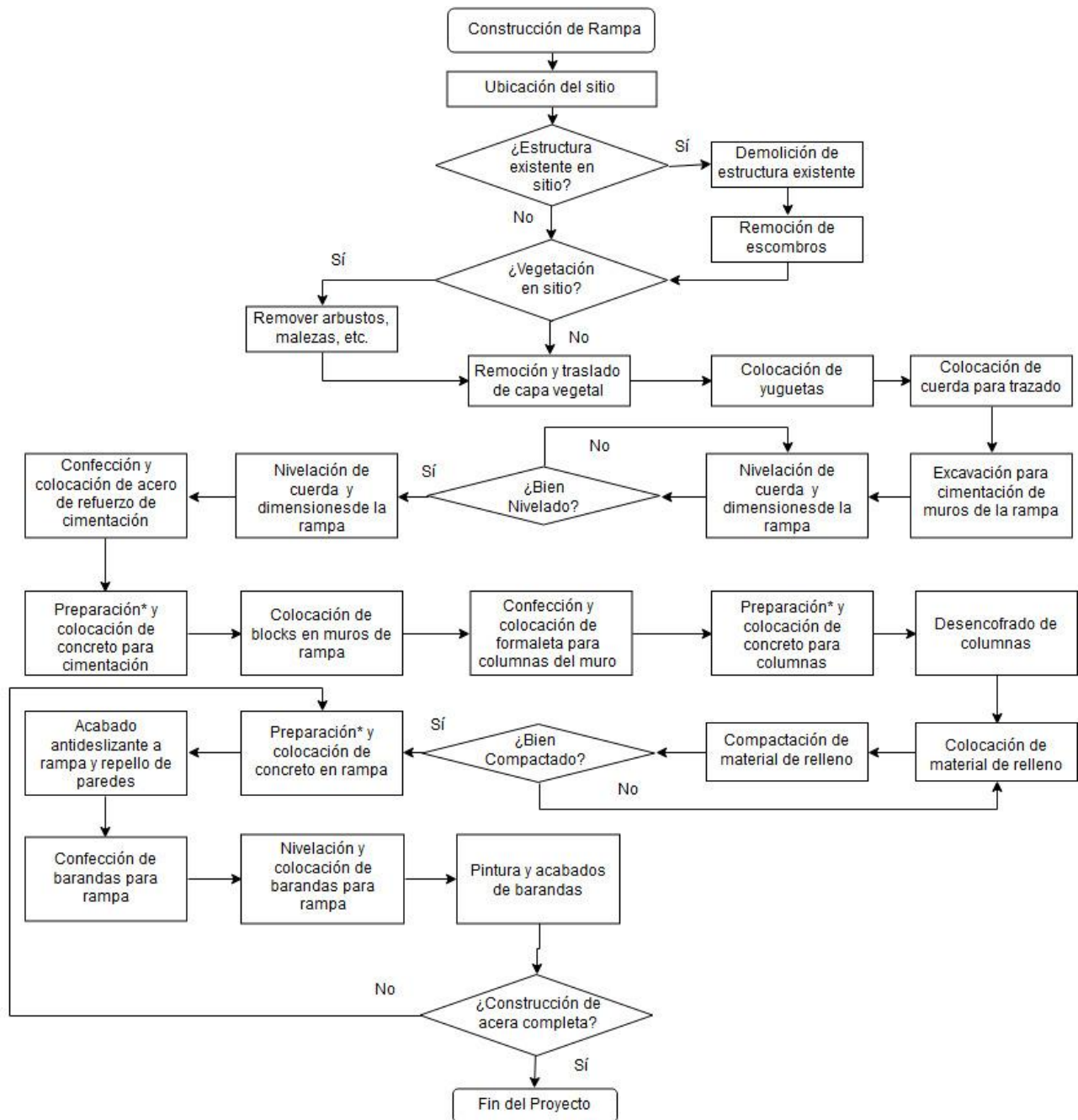


Figura 42. Diagrama de Flujo para la construcción de rampas de acceso

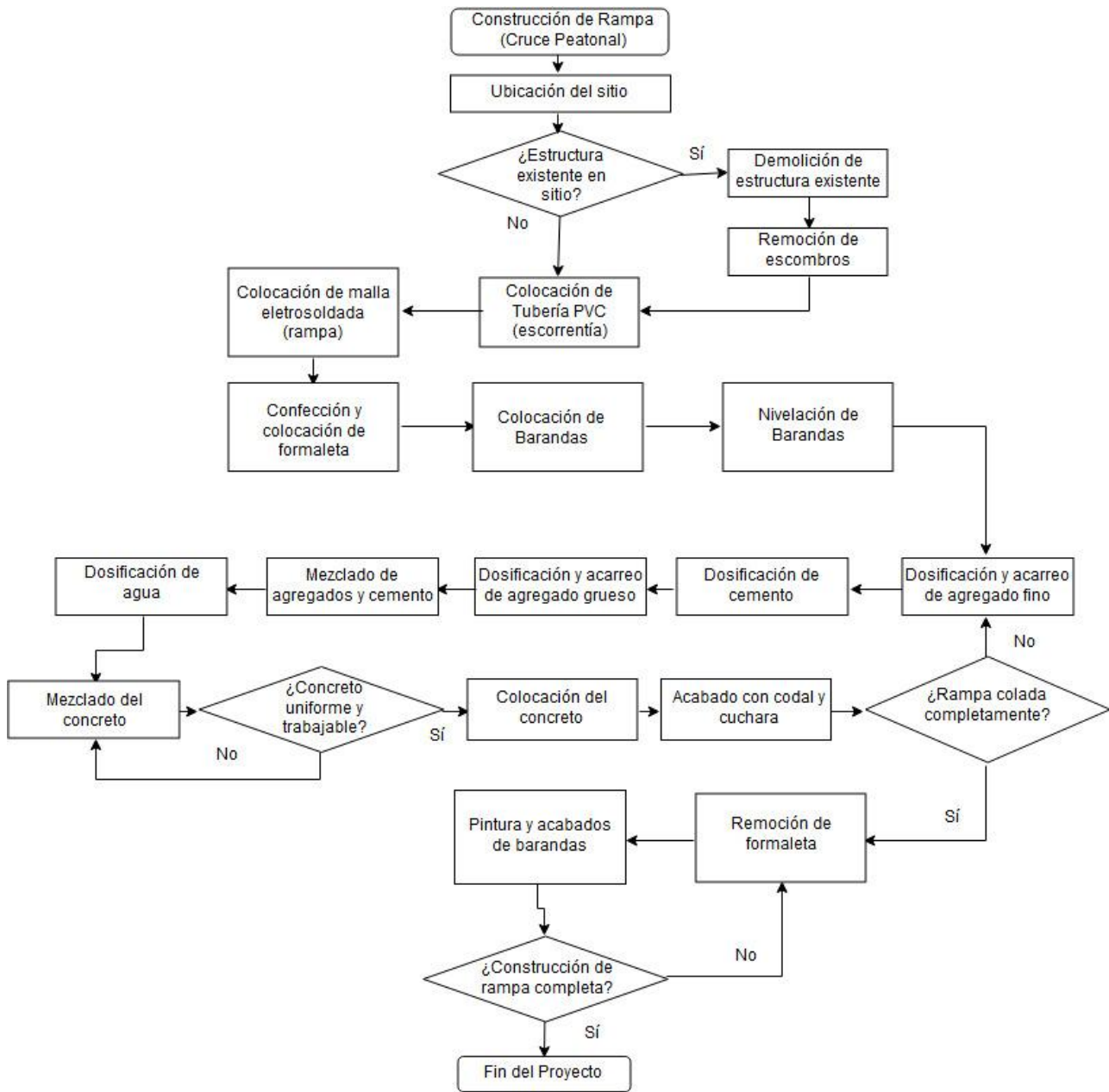


Figura 43. Diagrama de Flujo para la construcción de rampas de cruce peatonal

Muestreo #12

En el cuadro 63 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 64 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 63. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #12			
Ubicación	Alameda 35, Hatillo 8.	Fecha	18 julio 2018
Tiempo de Traslado	12 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	3.3 km
Encargado de Cuadrilla	Agustín Montero	Cantidad de trabajadores	4
Hora inicio	6:58 am	Hora final	10:05 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 21 °C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	596	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 3 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	2 Pala, 2 Carretillos, 1 Pico, 1 Apisonador, 1 Llaneta, 1 Cuchara de albañilería, 1 Rollo de cuerda de nylon, 1 Cinta Métrica

**CUADRO 64. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #12
CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO O DE CRUCE PEATONAL**

Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Dando Instrucciones	Descargando Carretillo c/Concreto
	Acomodando Concreto	Acarreando Carretillo c/ Piedra (*)
	Pasando Llaneta	Acarreando Carretillo c/ Arena (*)
	Pasando Codal	Descargando Carretillo c/Arena
	Acomodando Formaleta (*)	Descargando Carretillo c/Piedra
	Midiendo	Acarreando Carretillo c/Lastre (*)
	Mezclando Concreto	Compactando Lastre
	Acarreando Carretillo c/Concreto	Cargando Carretillo c/Lastre
	Dosificando Agua (*)	Descargando Carretillo c/Lastre
	Mezclando Agregados y Cemento	Acarreando Carretillo c/Saco Cem (*)
	Cargando Carretillo c/Concreto	Distribuyendo Agregados y Cemento
	Esperando Carretillo c/Concreto	
Trabajo Contributivo	Esperando Carretillo Vacío	Acarreando Carretillo Vacío
Trabajo Improductivo	Hablando	Caminando
	Fumando	Poniéndose Guantes
	Nada	Viendo Celular
	Viendo	

En la figura 43 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 44 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #12 para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 45 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, registradas mediante la metodología Crew Balance.

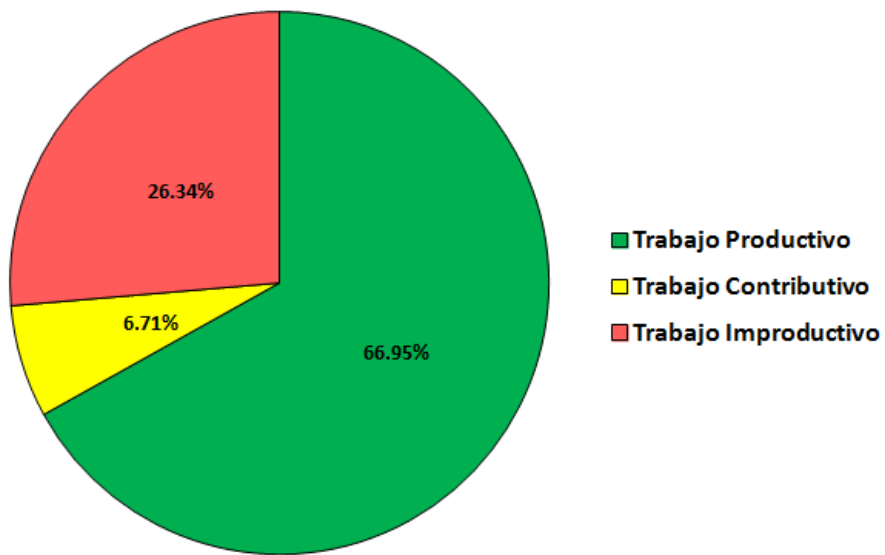


Figura 43. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #12

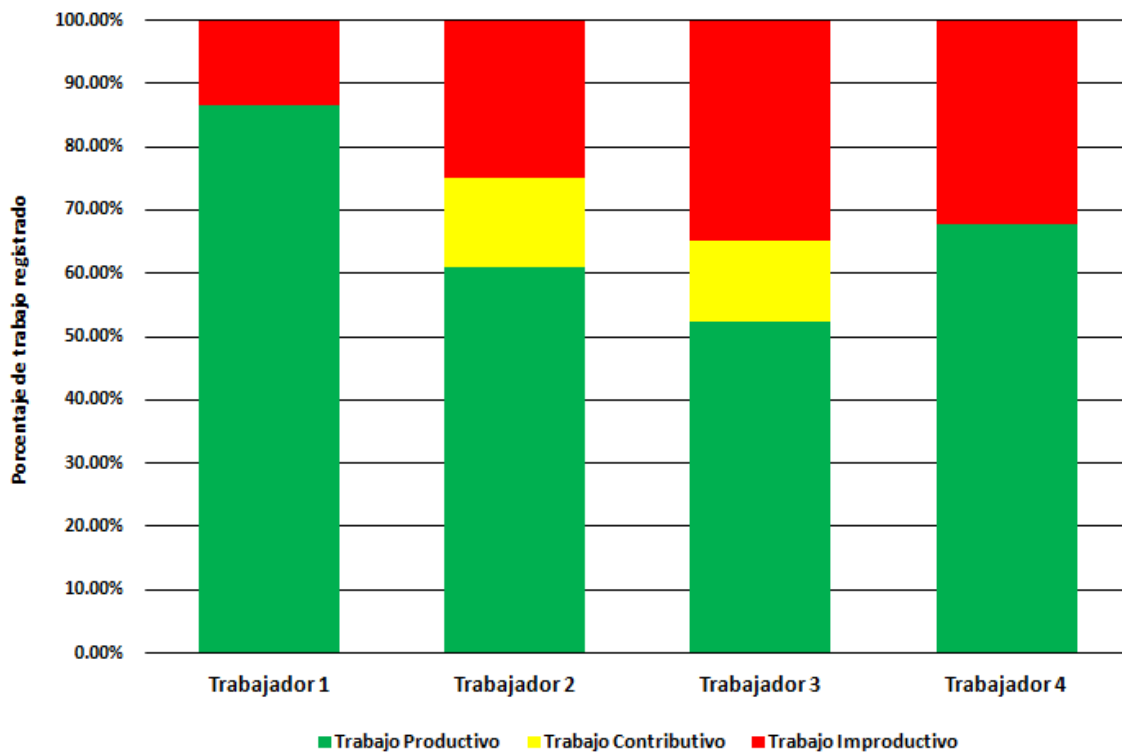


Figura 44. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #12

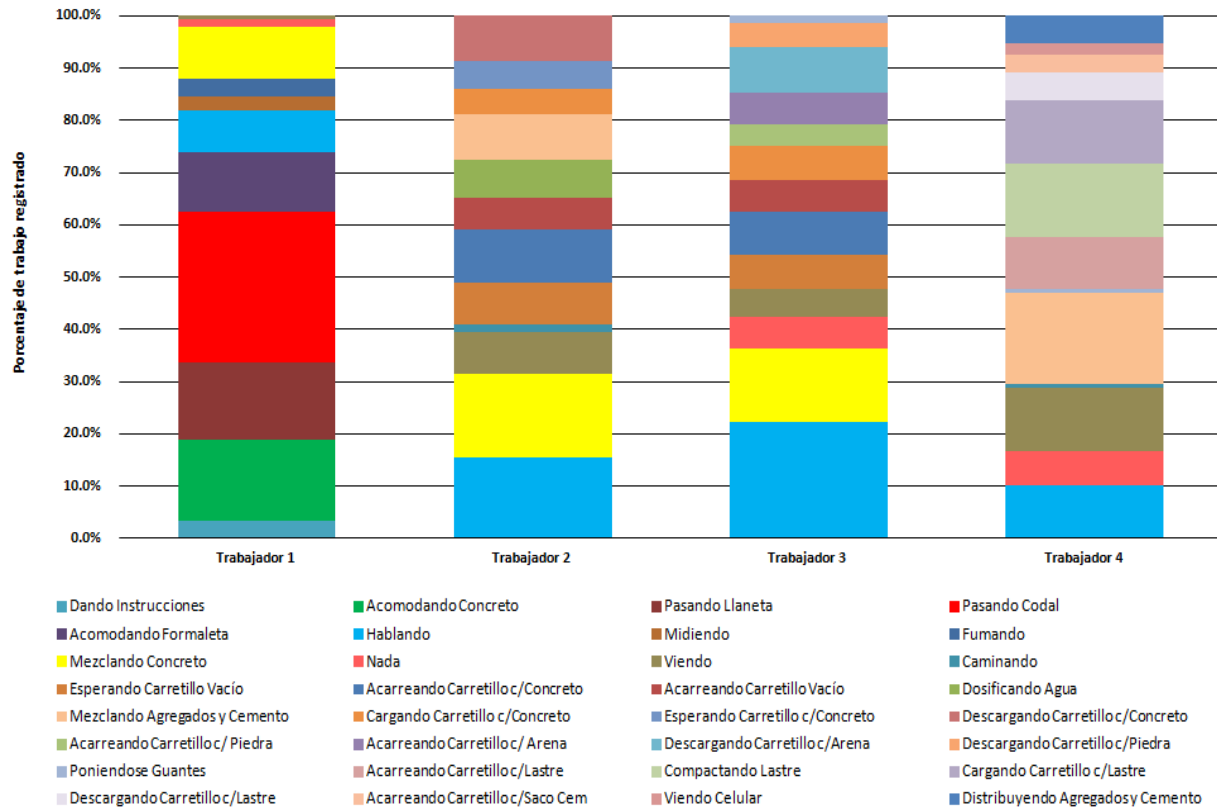


Figura 45. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 65 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, así como la cantidad de trabajo realizado y la

duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 65. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #12					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Col. y Compact. De Lastre (m ³)	0.8000	0.8000	0.768	0.96	0.96
Preparación de Concreto (m ³)	0.6000	1.8000	0.450	0.25	0.75
Colocación de Concreto (m ³)	0.4167	0.8333	0.450	0.54	1.08
Acabados del Concreto (m ²)	0.8833	0.8833	4.500	5.09	5.09

CUADRO 66. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #12				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	86,6 %	2,70	¢4.905,28
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	¢0,00
	Trabajo Improductivo	13,4 %	0,42	¢760,51
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.665,79
Trabajador 2	Trabajo Productivo	61,1 %	1,90	¢3.460,31
	Trabajo Contributivo	14,1 %	0,44	¢798,53
	Trabajo Improductivo	24,8 %	0,77	¢1.406,94
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.263,84
Trabajador 3	Trabajo Productivo	52,3 %	1,63	¢2.965,98
	Trabajo Contributivo	12,8 %	0,40	¢722,48
	Trabajo Improductivo	34,9 %	1,09	¢1.977,32
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.263,84
Trabajador 4	Trabajo Productivo	67,8 %	2,11	¢3.840,57
	Trabajo Contributivo	0,0 %	0,00	¢0,00
	Trabajo Improductivo	32,2 %	1,00	¢1.825,22
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.263,84

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #13

En el cuadro 67 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 68 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 67. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #13			
Ubicación	Alameda 35, Hatillo 8.	Fecha	18 agosto 2018
Tiempo de Traslado	10 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	3.3 km
Encargado de Cuadrilla	Agustín Montero	Cantidad de trabajadores	3
Hora inicio	7:32 am	Hora final	10:45 am
Condiciones Meteorológicas	Soleado, 19°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	489	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 2 Trabajadores Manuales	Equipo Utilizado	1 Pala, 1 Carretillo, 1 Nivel, 1 Balde, 1 Llaneta, 1 Cuchara de albañilería, 1 Mazo con cabeza de hule, 1 Rollo de cuerda de nylon, 1 Cinta Métrica, 1 Manguera de 10 m

CUADRO 68. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #13 CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO O DE CRUCE PEATONAL		
Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Colocando Cuerda (*)	Mezclando Mortero
	Amarrando Cuerda (*)	Cargando Llaneta c/Mortero
	Dando Instrucciones	Cargando Carretillo c/Blocks (*)
	Nivelando Block	Descargando Blocks (*)
	Colocando Mortero de Pega	Cargando Carretillo c/Saco Mortero
	Cargando Block (*)	Dosificando Agua c/Balde
	Colocando Block	Removiendo Formaleta (*)
	Golpeando Block c/Mazo	Cargando Carretillo c/Mortero
	Midiendo	Acarreando Carretillo c/Mortero (*)
Trabajo Contributivo	Limpiando Exceso de Mortero	Llenando Balde c/Agua
	Esperando Carretillo Vacío	Buscando Herramientas
	Acarreando Carretillo Vacío	Quitando Cuerda
	Abriendo Saco Mortero	
Trabajo Improductivo	Hablando	Hablando por Celular
	Fumando	Caminando
	Viendo	Viendo Celular
	Lavando Carretillo	Poniéndose Guantes
	Limpiando Área Trabajo	Lavando Pala
	Nada	

En la figura 43 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 44 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #13 para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 45 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, registradas mediante la metodología Crew Balance.

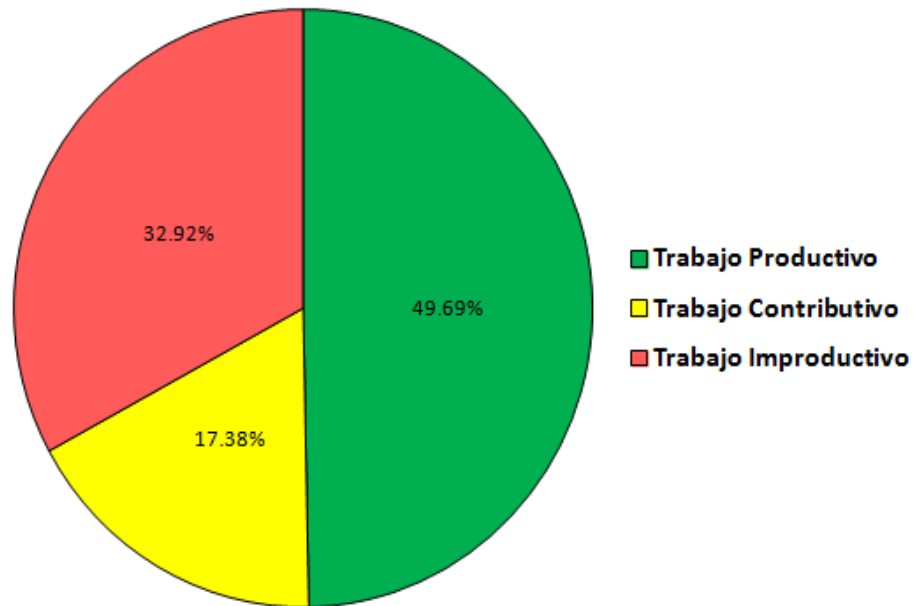


Figura 43. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #13

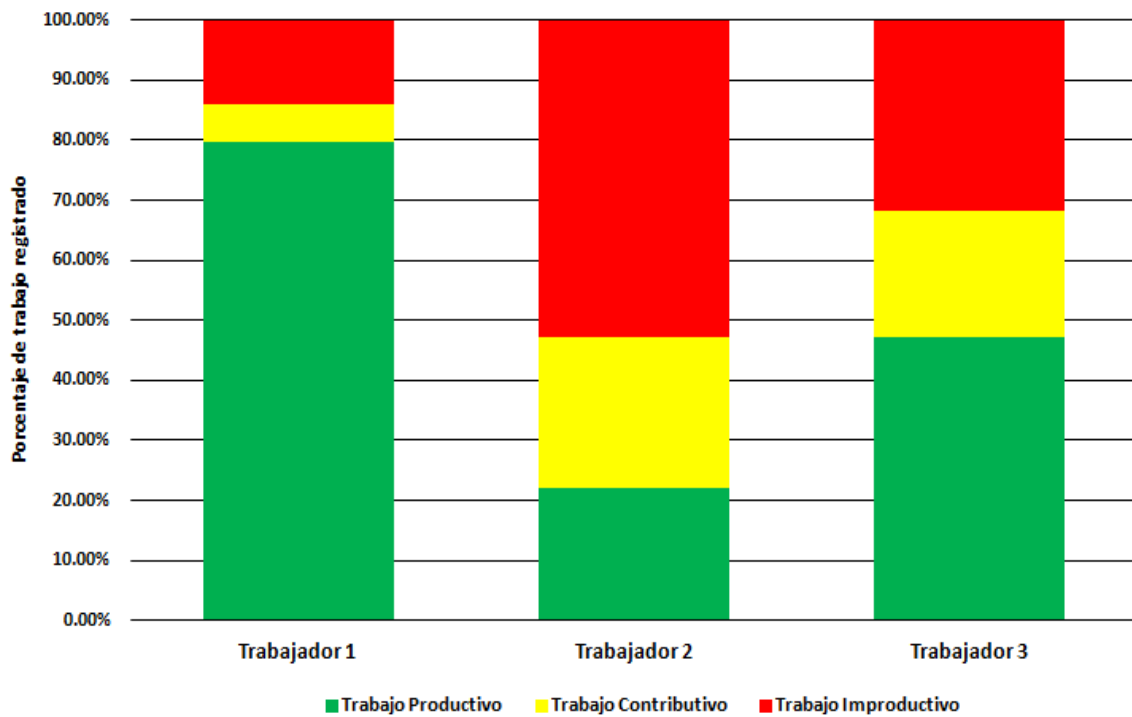
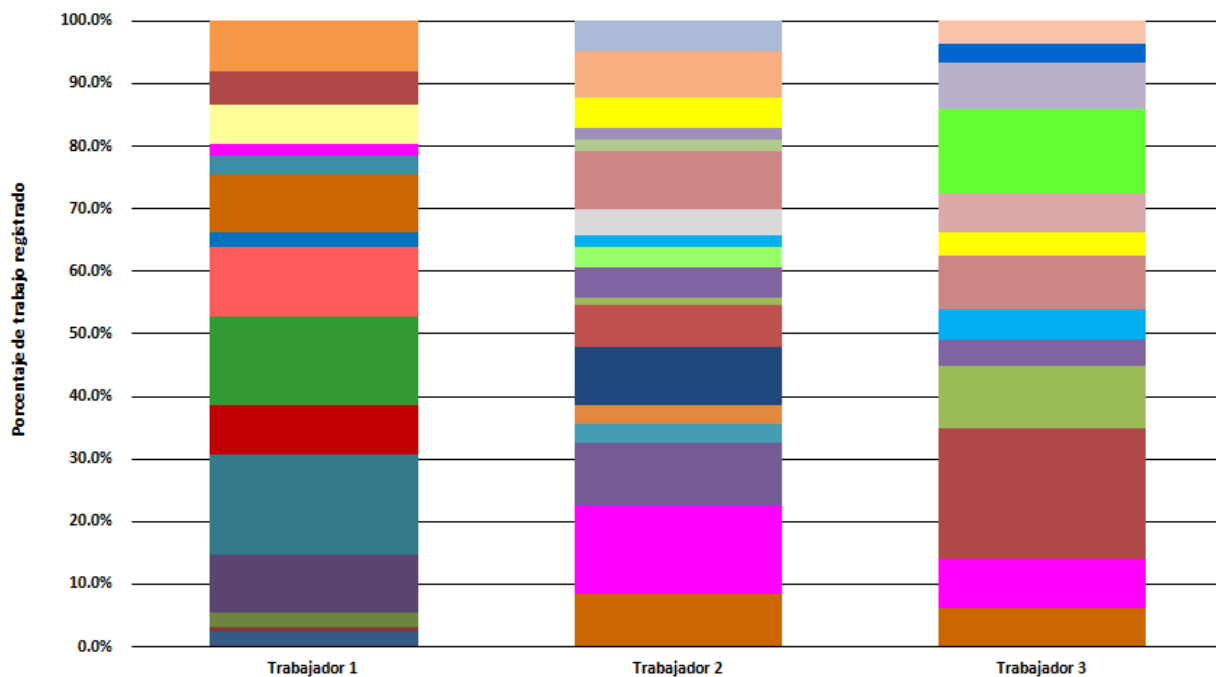


Figura 44. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #13



■ Colocando Cuerda	■ Amarrando Cuerda	■ Dando Instrucciones	■ Nivelando Block
■ Colocando Mortero de Pega	■ Cargando Block	■ Colocando Block	■ Golpeando Block c/Mazo
■ Midiendo	■ Hablando	■ Fumando	■ Viendo
■ Limpiando Exceso de Mortero	■ Mezclando Mortero	■ Cargando Llaneta c/Mortero	■ Cargando Carretillo c/Blocks
■ Caminando	■ Esperando Carretillo Vacío	■ Descargando Blocks	■ Acarreando Carretillo Vacío
■ Nada	■ Viendo Celular	■ Cargando Carretillo c/Saco Mortero	■ Abriendo Saco Mortero
■ Llenando Balde c/Agua	■ Buscando Herramientas	■ Lavando Pala	■ Poniéndose Guantes
■ Lavando Carretillo	■ Limpiando Área Trabajo	■ Hablando por Celular	■ Dosificando Agua c/Balde
■ Removiendo Formaleta	■ Quitando Cuerda	■ Cargando Carretillo c/Mortero	■ Acarreando Carretillo c/Mortero

Figura 45. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 69 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, así como la cantidad de trabajo realizado y la

duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 69. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #13					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación de Blocks (und)	2.7167	2.7167	49.000	18.04	18.04
Preparación Mortero Pega Bloques (m³)	0.5667	0.5667	0.600	1.06	1.06

CUADRO 70. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #13				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	79,8 %	2,57	₡4.663,71
	Trabajo Contributivo	6,1 %	0,20	₡358,75
	Trabajo Improductivo	14,1 %	0,45	₡825,12
	TOTAL	100,0 %	3,28	₡5.847,58
Trabajador 2	Trabajo Productivo	22,1 %	0,71	₡1.291,49
	Trabajo Contributivo	25,2 %	0,81	₡1.470,86
	Trabajo Improductivo	52,8 %	1,70	₡3.085,23
	TOTAL	100,0 %	3,28	₡5.432,74
Trabajador 3	Trabajo Productivo	47,2 %	1,52	₡2.762,35
	Trabajo Contributivo	20,9 %	0,67	₡1.219,74
	Trabajo Improductivo	31,9 %	1,03	₡1.865,49
	TOTAL	100,0 %	3,28	₡5.432,74

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #14

En el cuadro 71 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 72 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 71. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #14			
Ubicación	Alameda 35, Hatillo 8.	Fecha	14 setiembre 2018
Tiempo de Traslado	14 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	3.3 km
Encargado de Cuadrilla	Ricardo Arias	Cantidad de trabajadores	2
Hora inicio	6:43 am	Hora final	9:55 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 18°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	426	Frecuencia de Observaciones	45 segundos
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 1 Trabajador Manual	Equipo Utilizado	1 Máquina de Soldar, 1 Esmeriladora, 1 Cinta métrica, 1 Cortadora de disco.

CUADRO 72. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #14 CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO O DE CRUCE PEATONAL		
Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Conectando Esmeriladora (*)	Dando Instrucciones
	Soldando Tubo Metálico	Puliendo Tubo Metálico
	Cortando Tubo Metálico	Conectando "Lagarto" (*)
	Ajustando Soldadura	Quitando Escoria Tubo Soldado
	Midiendo Tubo Metálico	
Trabajo Contributivo	Poniendo Máscara p/Soldar	Sosteniendo Tubo Metálico
	Acarreando Tubo Metálico	Buscando Herramienta
	Ajustando Máquina de Soldar	Conectando Cortadora de disco
Trabajo Improductivo	Hablando	Viendo Celular
	Viendo	Poniéndose Lentes
	Tomando Agua	Nada
	Poniéndose Guantes	

En la figura 46 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 47 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #14 para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 48 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, registradas mediante la metodología Crew Balance.

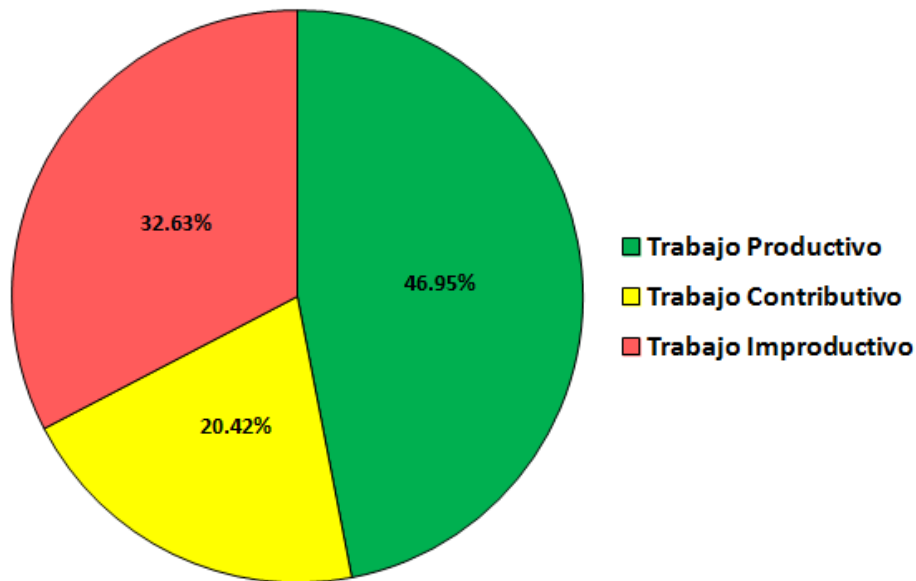


Figura 46. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #14

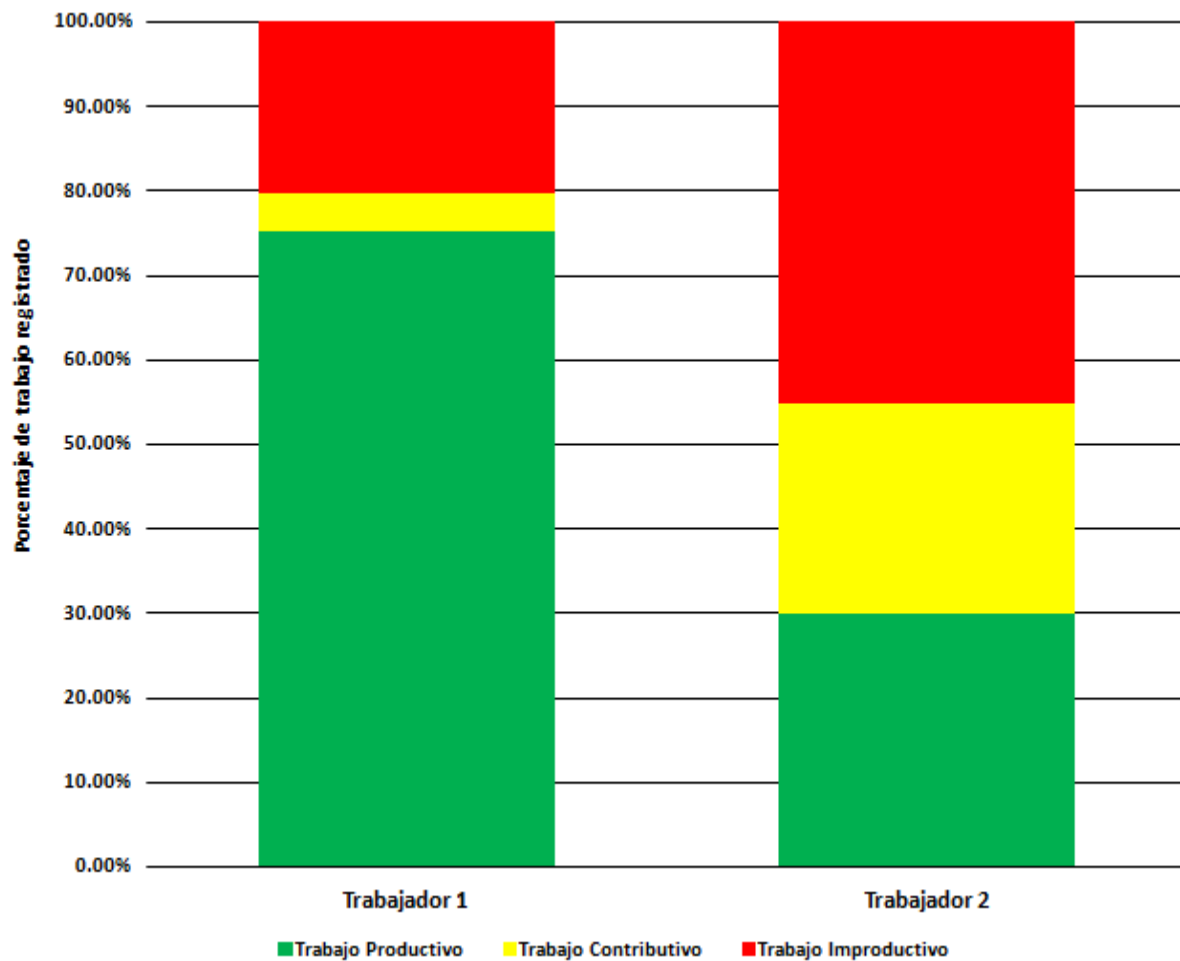


Figura 47. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #14

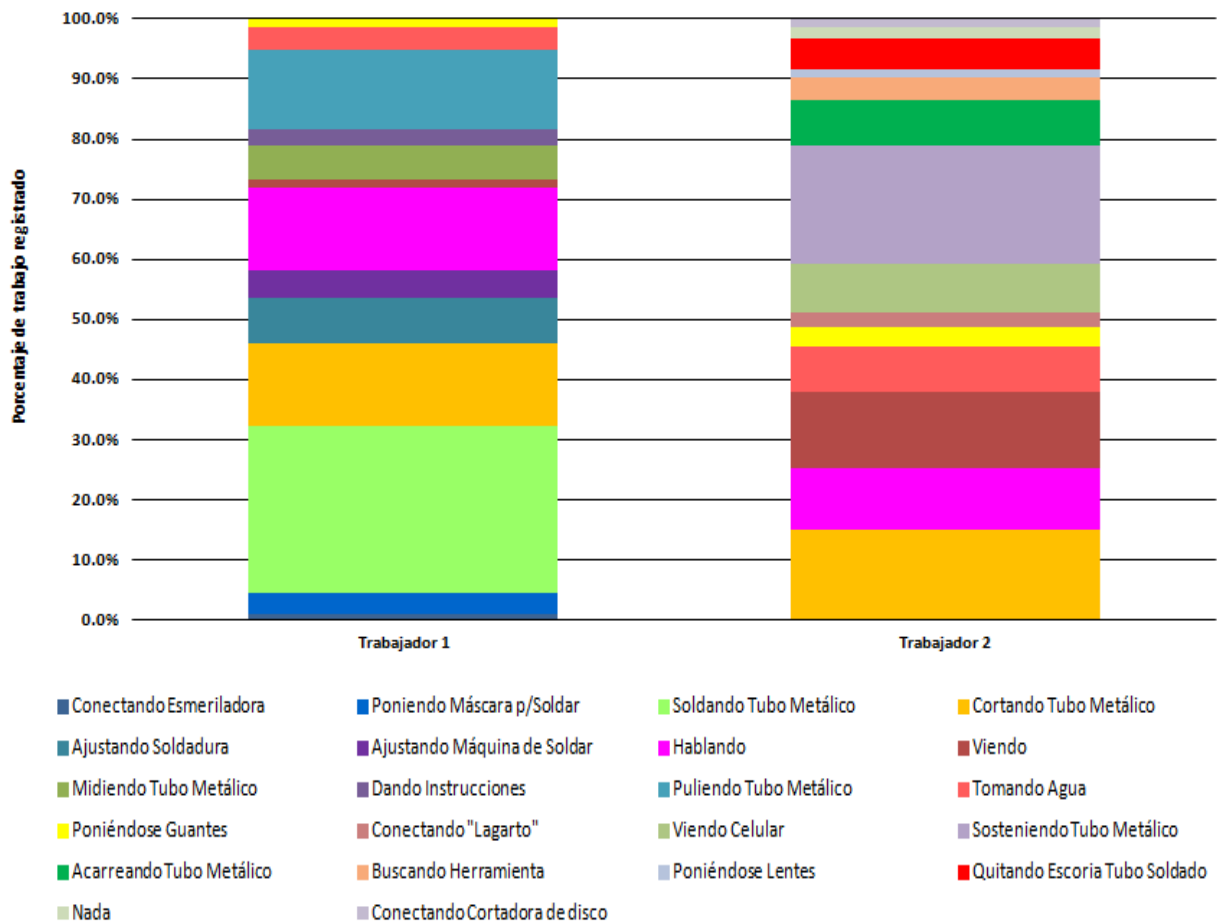


Figura 48. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 73 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, así como la cantidad de trabajo realizado y la

duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 73. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #14					
Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación y Soldadura de Barandas (m)	3.2000	6.4000	27.50	4.30	8.59

CUADRO 74. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL MUESTREO #14				
Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	79,8 %	2,55	Ø4.639,55
	Trabajo Contributivo	6,1 %	0,20	Ø356,89
	Trabajo Improductivo	14,1 %	0,45	Ø820,84
	TOTAL	100,0 %	3,2	Ø5.817,28
Trabajador 2	Trabajo Productivo	22,1 %	0,71	Ø1.284,80
	Trabajo Contributivo	25,2 %	0,80	Ø1.463,24
	Trabajo Improductivo	52,8 %	1,69	Ø3.069,24
	TOTAL	100,0 %	3,2	Ø5.404,59

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

Muestreo #15

En el cuadro 75 se indica la información y las condiciones generales de la medición de productividad, donde se incluye las condiciones meteorológicas, distancia de desplazamiento desde el plantel municipal y topografía del sitio, factores indicados en la metodología como relevantes para este trabajo.

Seguidamente, en el cuadro 76 en el cuadro 4 se muestra la clasificación de las tareas registradas para la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, según el tipo de trabajo que se logró observar, ya sea productivo, contributivo o improductivo.

CUADRO 75. INFORMACIÓN Y CONDICIONES GENERALES DEL MUESTREO #15			
Ubicación	Diagonal 14, Avenida 14, Barrio Luján, Catedral.	Fecha	21 setiembre 2018
Tiempo de Traslado	10 minutos	Distancia desde el Plantel Municipal	3.4 km
Encargado de Cuadrilla	Agustín Montero	Cantidad de trabajadores	3
Hora inicio	8:07: am	Hora final	11:14 am
Condiciones Meteorológicas	Nublado, 23°C	Topografía	Regular, plana
Cantidad de Observaciones	576	Frecuencia de Observaciones	1 minuto
Composición de la Cuadrilla	1 Operario Especializado, 2 Trabajador Manual	Equipo Utilizado	2 Palas, 1 Carretillo, 1 Nivel, 1 Llaneta, 1 Cuchara de Albañilería, 1 Codal de Madera, 1 Segueta, 2 Galones con Agua, 1 Escobilla Pequeña

CUADRO 76. CLASIFICACIÓN DE TAREAS REGISTRADAS EL MUESTREO #15 CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE ACCESO O DE CRUCE PEATONAL		
Tipo de Trabajo	Tarea	
Trabajo Productivo	Colocando Tabla Formaleta (*)	Acarreando Saco Concremix
	Colocando Tubo PVC (*)	Acarreando Carretillo c/Mezcla (*)
	Colocando Malla Electrosoldada	Cortando Tubo PVC (*)
	Dando Instrucciones	Acarreando Malla Electrosoldada (*)
	Acomodando Malla Electrosoldada	Apaleando Mezcla Seca
	Nivelando Baranda (*)	Cargando Carretillo c/Concremix
	Colocando Mezcla	Dosificando Agua (*)
	Acomodando Mezcla c/Cuchara	Mezclando Concreto
	Pasando Codal	Apaleando Mezcla
	Pasando Cuchara	Vaciando Mezcla c/Pala (*)
	Pasando Llaneta	Colocando Mezcla c/Pala
	Dando Acabado c/Escobilla	
Trabajo Contributivo	Cortando Bolsa Plástica	Esperando Carretillo Vacío
	Amarrando Bolsa Plástica	Buscando Herramienta
	Abriendo Saco Concremix	Sosteniendo Bolsa Plástica
	Acarreando Carretillo Vacío	Amarrando Cinta Protección
Trabajo Improductivo	Fumando	Limpiando Área Trabajo
	Hablando	Orinando
	Viendo	Ausente (con Permiso)
	Caminando	Sentado
	Comiendo	Lavando Pala
	Lavando Carretillo	

En la figura 49 se muestran los resultados del estudio de productividad de la cuadrilla para esta actividad, clasificando como el trabajo como productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 50 se desarrolla de forma porcentual el tiempo invertido de cada trabajador en el muestreo #15 para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal,

clasificando en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

En la figura 51 se muestran todas las tareas registradas para cada trabajador en la actividad construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, registradas mediante la metodología Crew Balance.

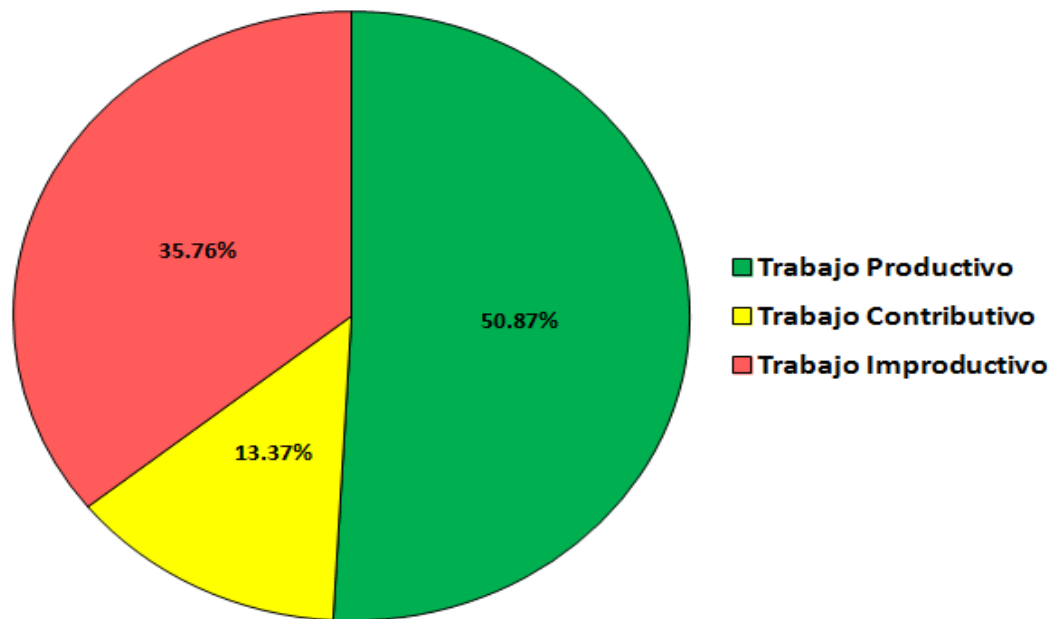


Figura 49. Resultado de Medición de Productividad de la Cuadrilla para el Muestreo #15

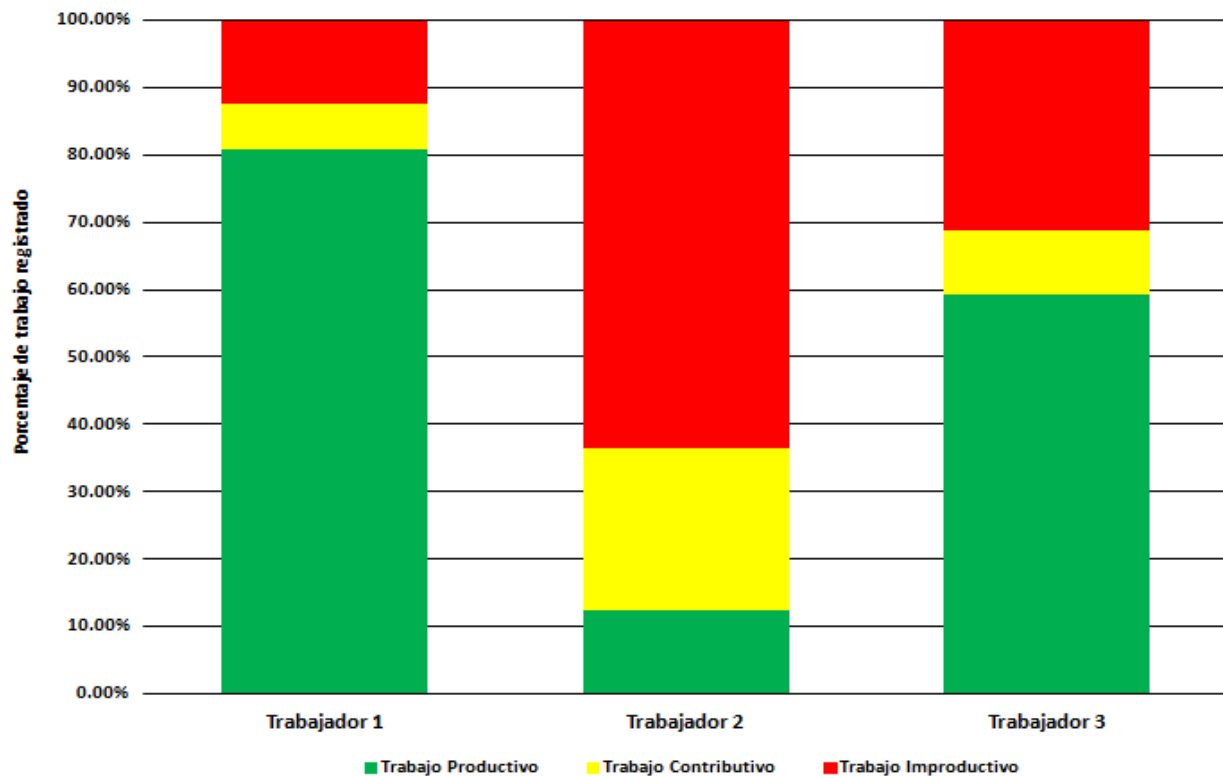


Figura 50. Distribución del tiempo invertido de cada trabajador de la cuadrilla para el Muestreo #15

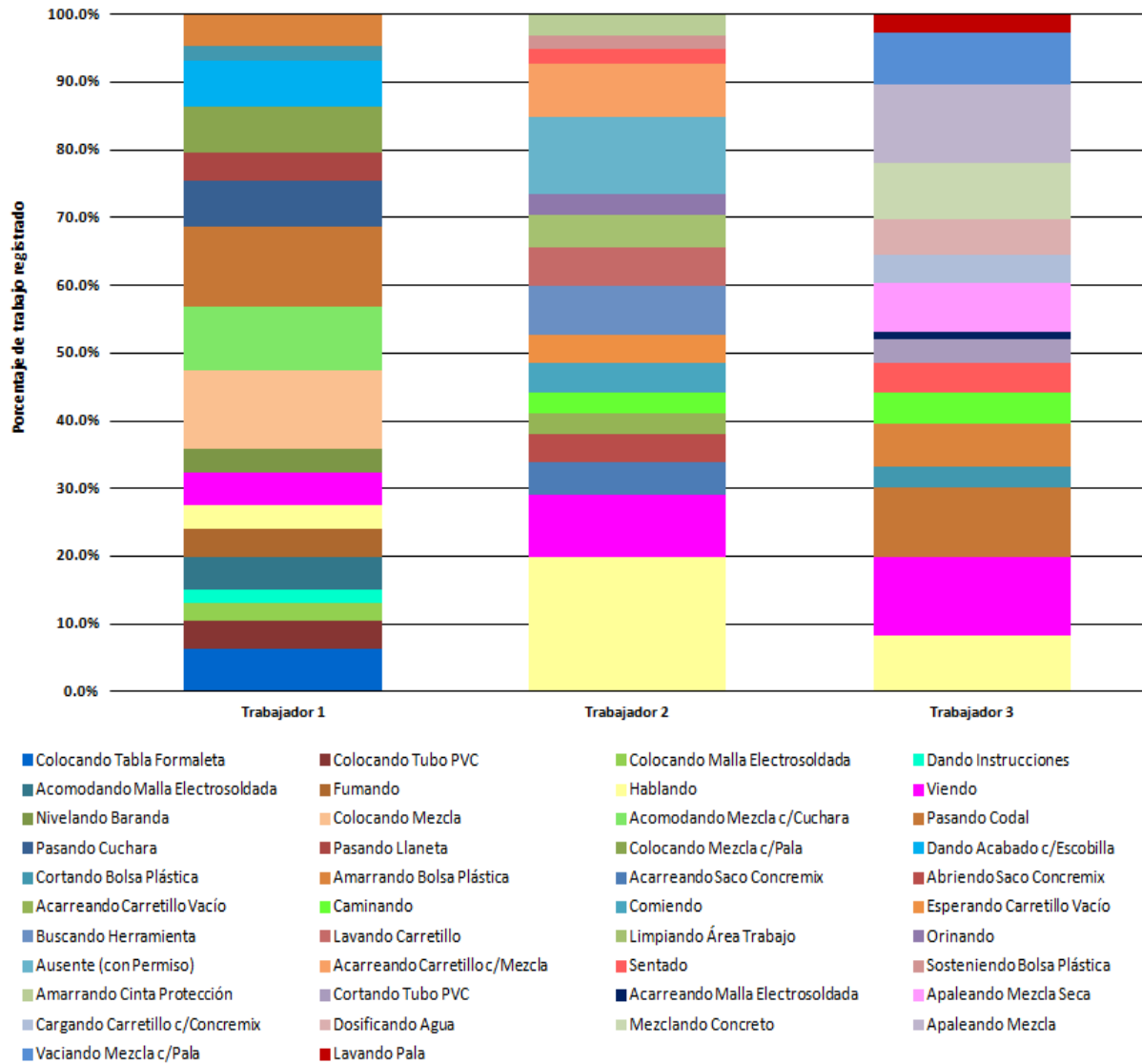


Figura 51. Gráfico de metodología Crew Balance para la Cuadrilla

En el cuadro 77 se aprecian las tareas registradas en este muestreo para la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal, así como la cantidad de trabajo realizado y la

duración de cada una de las tareas registradas y, además, los rendimientos calculados de cada tarea.

CUADRO 77. RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA TAREAS REGISTRADAS EN EL MUESTREO #15

Actividad	Duración (h)	Hora Hombre	Cantidad Trabajo Realizado (unidad)	Rendimiento (unidad/HH)	Rendimiento (unidad/h)
Colocación de Tubería PVC (m)	0.1333	0.1333	1.40	10.50	10.50
Colocación de Malla Electrosoldada (m ²)	0.2500	0.2500	1.26	5.04	5.04
Colocación de Encofrado (m ²)	0.2000	0.2000	0.81	4.05	4.05
Preparación de Concremix (m ³)	0.8000	0.8000	0.32	0.39	0.39
Colocación de Concremix (m ³)	0.4667	0.9333	0.32	0.34	0.68
Acabados del Concreto (m ²)	0.9500	0.9500	1.26	1.33	1.33

CUADRO 78. COSTO POR HORA PARA LA MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS

Trabajador	Tipo de Trabajo	%Tiempo	Duración (h)	Costo / hora
Trabajador 1	Trabajo Productivo	80,7 %	2,52	¢4.573,94
	Trabajo Contributivo	6,8 %	0,21	¢383,62
	Trabajo Improductivo	12,5 %	0,39	¢708,22
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.665,79
Trabajador 2	Trabajo Productivo	12,5 %	0,39	¢657,98
	Trabajo Contributivo	24,0 %	0,75	¢1.261,13
	Trabajo Improductivo	63,5 %	1,98	¢3.344,73
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.263,84
Trabajador 3	Trabajo Productivo	59,4 %	1,85	¢3.125,41
	Trabajo Contributivo	9,4 %	0,29	¢493,49
	Trabajo Improductivo	31,3 %	0,97	¢1.644,95
	TOTAL	100,0 %	3,12	¢5.263,84

En el cuadro anterior se indica el costo por hora calculado a partir de la medición de rendimientos de la cuadrilla, considerando la cantidad de

A continuación, se muestran los rendimientos de las tareas seleccionadas en la Cuadro 1, con su respectivo rendimiento promedio, desviación estándar y coeficiente de variación, esto para la construcción de rampas. Las actividades que no se lograron registrar

tiempo productivo, contributivo e improductivo de cada trabajador durante el muestreo.

rendimientos fueron las siguientes: Remoción de capa vegetal de suelo (CR-04), Remoción de escombros y desechos (CR-05) y Excavación para cimentación de muros (CR09), ya que en los proyectos que se efectuó la medición de rendimientos no se realizó dichas actividades.

CUADRO 79. RENDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE CONCRETO (CR-11)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
12	18/7/2018	Nublado	Hatillo	1	3	0,450	0,60	0,75

CUADRO 80. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE CONCRETO (CR-12)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
12	18/7/2018	Nublado	Hatillo	1	3	0,450	0,4167	1,08

CUADRO 81. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN Y CONFECCIÓN DE ENCOFRADO (CR-14)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m²)	Duración (h)	Rendimiento (m²/h)
15	21/9/2018	Nublado	Catedral	1	2	0,81	0,200	4,05

CUADRO 82. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA (CR-15)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m²)	Duración (h)	Rendimiento (m²/h)
15	21/9/2018	Nublado	Catedral	1	2	1,26	0,250	5,04

CUADRO 83. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE BLOCKS (CR-16)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (unidad)	Duración (h)	Rendimiento (und/h)
13	19/7/2018	Soleado	Hatillo	1	2	49,00	2,716	18,04

CUADRO 84. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC (CR-17)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m)	Duración (h)	Rendimiento (m/h)
15	21/9/2018	Nublado	Catedral	1	2	1,40	0,133	10,50

CUADRO 85. RENDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE MORTERO DE PEGA DE BLOCKS

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
13	19/7/2018	Soleado	Hatillo	1	2	0,60	0,566	1,06

CUADRO 86. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO (CR-18)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
12	18/7/2018	Nublado	Hatillo	1	3	0,768	0,80	0,96

CUADRO 87. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN Y SOLDADURA DE BARANDAS (CR-22)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m)	Duración (h)	Rendimiento (m/h)
14	14/9/2018	Nublado	Hatillo	1	1	27,50	3,20	1,06

CUADRO 88. RENDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE CONCREMIX

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
15	21/9/2018	Nublado	Catedral	1	2	0,32	0,80	0,39

CUADRO 89. RENDIMIENTO PARA COLOCACIÓN DE CONCREMIX

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m³)	Duración (h)	Rendimiento (m³/h)
15	21/9/2018	Nublado	Catedral	1	2	0,32	0,466	0,68

CUADRO 90. RENDIMIENTO PARA ACABADOS DEL CONCRETO (CR-24)

N° Muestreo	Fecha	Condición Meteorológica	Distrito	Operario Especializado	Trabajador Manual	Cantidad Trabajo (m ²)	Duración (h)	Rendimiento (m ² /h)
12	18/07/2018	Nublado	Hatillo	1	3	4,50	0,88	5,09
15	21/09/2018	Nublado	Catedral	1	2	1,26	0,95	1,33
Rendimiento Promedio (m²/h)								3,21
Desviación Estándar (m²/h)								2,66
Coefficiente de Variación								83,0 %

Seguidamente, se muestra el diagrama de Ishikawa (diagrama de causa y efecto) correspondiente a lo observado en los muestreos de medición de rendimientos para la construcción

de rampas de acceso o de cruce peatonal, considerando el mismo para todos los muestreos anteriores.

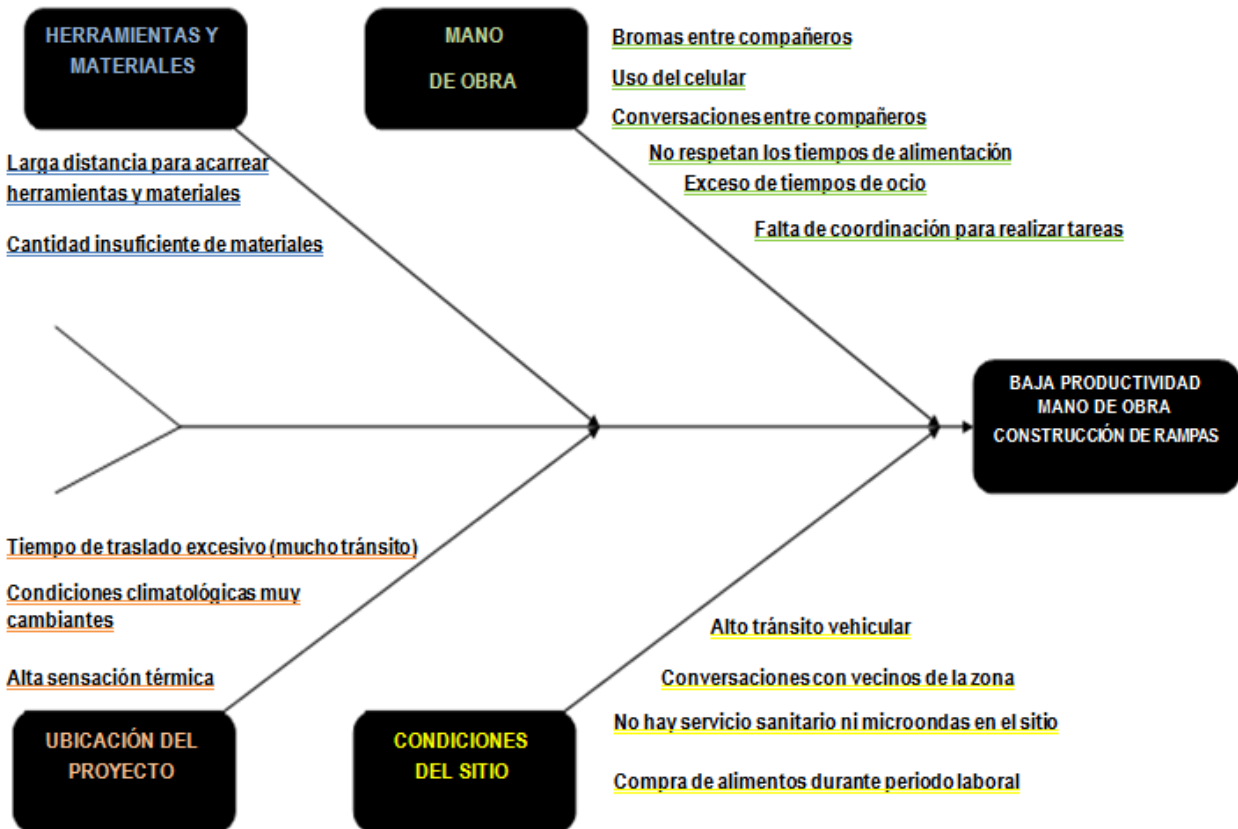


Figura 52. Diagrama de Ishikawa: Factores que afectan la productividad en la construcción de rampas

A continuación, se mencionan propuestas de mejora de rendimientos, considerando los factores que afectan el rendimiento de los

trabajadores de la cuadrillas de la Sección de Mejoramiento de Barrios:

CUADRO 91. PROPUESTAS DE MEJORA DE RENDIMIENTO DE CUADRILLA

Factor	Propuesta de Mejora
Distancia para acarrear materiales y herramientas	Buscar un sitio de custodia de materiales y herramientas más cercano al lugar donde se encuentran laborando los trabajadores. Además, antes de iniciar las labores del día, trasladar las herramientas y materiales necesarios para los trabajos que se tengan contemplados a hacer
Atraso en entrega de materiales	Exigir puntualidad a los encargados de realizar las entregas de materiales. Por otra parte, coordinar uno o dos días a la semana fijos en los que se realicen pedidos y entrega de materiales
Exceso de tiempos para ocio y alimentación	Programar una determinada cantidad de trabajo a terminar para la jornada laboral del día. También se deberían realizar visitas más frecuentes al proyecto para cerciorarse de la labor que realizan los trabajadores. Asimismo, llamar la atención de forma escrita, o de ser necesarios, crear multas a los trabajadores para que respeten los horarios de alimentación.
Falta de coordinación para realizar tareas	Antes de comenzar las labores del día, el encargado deberá asignar las tareas que cada trabajador realizará. Además, realizar revisiones para que los miembros de la cuadrilla se encuentren trabajando equitativamente
Cantidad de trabajadores y herramientas	En función de la cantidad de trabajadores, aumentar o disminuir la cantidad de herramientas para que todos los trabajadores laboren. Igualmente, optimizar la cantidad de trabajadores para evitar tiempos excesivos de trabajo improductivo.
Inseguridad debido al alto tránsito vehicular	Colocar conos o cintas de seguridad o bien, realizar cierres temporales de paso de vehículos mientras los trabajadores preparan y trasladan concreto por la calle.
Falta de motivación por falta de servicios esenciales	Alquilar un servicio sanitario portátil para que los trabajadores puedan hacer sus necesidades, asimismo, consultar con algún vecino cercano al proyecto la posibilidad de instalar un horno microondas para que los trabajadores calienten sus alimentos.
Problemas con la calidad de los materiales	Revisar en el almacén la calidad y el estado de los materiales desde que se realiza la compra para evitar problemas durante la jornada laboral.
Inseguridad en el sitio:	Coordinar la presencia de miembros de policía municipal para escoltar a los trabajadores durante su jornada laboral.
Problemas con el exceso de fatiga en labores de excavación	Utilizar backhoe y equipo mecánico para tareas que así lo requieran, para facilitar la labor de los trabajadores.

A continuación, se muestra la portada y el contenido de la guía de construcción e inspección, así como las hojas de inspección de obras menores, las hojas de verificación de

avance de proyecto y las bitácoras de trabajo diario, elaborados a partir de los resultados de las mediciones de productividad y lo observado en los muestreos realizados.



Guía de Construcción e Inspección de Obras Civiles Menores de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José



**Guía de Construcción e Inspección de
Obras Civiles Menores
de la Sección de Mejoramiento de Barrios
y Hábitat Comunitario
de la Municipalidad de San José**

Figura 53. Portada de Guía de Construcción e Inspección propuesta



Tabla de Contenido

Introducción.....	1
Normas y Códigos Aplicados.....	3
Acrónimos y Definiciones.....	4
Proceso de Inspección.....	7
Medidas de Seguridad	9
Gestión de Residuos.....	12
Calidad en la Construcción.....	14
Guía de Construcción de Obras Civiles Menores.....	15
1. Construcción de Aceras.....	15
2. Construcción de Rampas.....	36
3. Construcción de Cordón de Caño y Cunetas.....	61
Guía de Inspección de Obras Civiles Menores	77
4. Construcción de Aceras.....	77
5. Construcción de Rampas.....	83
6. Construcción de Cordón de Caño y Cunetas.....	90

Figura 54. Tabla de Contenido de la Guía de Construcción e Inspección propuesta

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ
HOJA DE VERIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE OBRAS CIVILES MENORES

N° Proyecto:		Inspector:		
Proyecto:		Encargado:		
Indique con una "X" el tipo de obra:				
<input type="checkbox"/> Construcción de acera		<input type="checkbox"/> Construcción de malla		<input type="checkbox"/> Otro:
<input type="checkbox"/> Construcción de rampa		<input type="checkbox"/> Construcción de pasamanos		
<input type="checkbox"/> Construcción de cuneta		<input type="checkbox"/> Pintura		
<input type="checkbox"/> Construcción de cordón de caño				
Indicaciones: Marque con un "✓" o con una "X" si el punto a inspeccionar cumple o no cumple con lo indicado en la Guía de Construcción e Inspección de Obras Civiles Menores. En caso de no darse alguna actividad en el proyecto, indique "N/A", es decir, no aplica.				
Tarea	A inspeccionar	Fecha	Aprobación	Comentarios y Observaciones
Señalización de Seguridad	Colocación de conos, cinta de precaución o rótulos			
Remoción de Vegetación	Remoción de árboles, arbustos y maleza del sitio			
Demolición de Estructuras Existentes	Demolición de las estructuras existentes en el sitio			
	Separación de residuos de concreto, pétreos, madera, metal, orgánico, entre otros			
Remoción de capa vegetal de suelo	Remoción de capa que contenga maleza y raíces			
	Espesor de capa vegetal removida según planos			
Remoción de Escombros y Desechos	Remoción de la totalidad de escombros y desechos de la zona a construir			
	Ubicación de escombros y desechos en sitios convenientes mientras se disponen a transportarlos			
	Solicitud de traslado de transporte de escombros y desechos realizada			
Nivelación del Terreno	Niveles y dimensiones según los planos			
	Porcentaje de pendientes según planos			

Figura 55. Contenido de Hoja de Verificación de Inspección de Obras Civiles Menores, página 1.


		SD MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE		VERIFICACION AVANCE DE PROYECTO (%)		Código: XX-XXX-XXXX-XXXX	
Fecha de Aprobación: XX/XX/20XX		Fecha que rige: XX/XX/20XX		Página: 1 de 1		Version: 1.0	
N° Proyecto:			Nombre del Proyecto:				
Tipo de Proyecto		Administrativo ()			Supervisor:		
		Cooperativo ()			Encargado:		
Fecha Actual:							
Indique con una "X" el tipo de obra:							
() Construcción de acea		() Construcción de malla			() Otro:		
() Construcción de rampa		() Construcción de pasamanos					
() Construcción de cuneta		() Construcción de muro					
() Construcción de cordón de caño		() Pintura					
Indique el avance del proyecto por actividad y observaciones:							
Actividad	Unidad	Avance Anterior	Avance Actual	Avance Total	Observaciones		
Excavación y Demolición	m ²						
Lastreo	m ²						
Enreglado / Formateado	m						
Chorrea de Concreto	m ²						
Repellado	m ²						
Colocación de Blocks	m						
Colocación de Postes	m						
Colocación de Malla	m						
Colocación de Pasamanos	m						
Pintura	m ²						
Otras							
PORCENTAJE TOTAL DE LA OBRA:							
Indique algún comentario o información relevante a saber:							
Indique cantidad de materiales usados:							
Indique cantidad de materiales disponibles en el proyecto:							
Firma del encargado		Firma del supervisor		V°B° Ingeniero		Recibido: Trámite y Registro	

Figura 56. Contenido de Hoja de Verificación de Avance de Proyecto



				MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE BITÁCORA DE TRABAJO DIARIO		Código: XX-XXX-XXXX-XXXX	
Fecha de Aprobación: XX/XX/20XX		Fecha que rige: XX/XX/20XX		Página: 1 de 1		Versión: 1.0	
Nombre del Proyecto:							
Encargado de Cuadrilla:						Fecha:	
Nombres del Personal en el Proyecto:		1)		5)			
		2)		6)			
		3)		7)			
		4)		8)			
Indique con una "X" el tipo de obra:							
<input type="checkbox"/> Construcción de acera		<input type="checkbox"/> Construcción de malla		<input type="checkbox"/> Otro:			
<input type="checkbox"/> Construcción de rampa		<input type="checkbox"/> Construcción de pasamanos					
<input type="checkbox"/> Construcción de cuneta		<input type="checkbox"/> Construcción de muro					
<input type="checkbox"/> Construcción de cordón de caño		<input type="checkbox"/> Pintura					
Indique el avance del proyecto por actividad y observaciones:							
Actividad	Cantidad	Largo	Ancho	Espesor	Observaciones		
Excavación y Demolición							
Zanjeado							
Lastreado							
Enreglado / Formateado							
Paños acera chorreados							
Blocks colocados							
Postes malla colocados							
Malla ciclón colocada							
Alambre de púas colocado							
Pasamanos colocados							
Pintura							
Columnas chorreadas							
Cimientos chorreados							
Pared de block							
Cajas de Registro							
Cordón de caño chorreado							
Piso cuneta chorreado							
Pared cuneta chorreada							
Paños rampa chorreados							
Indique cantidad de materiales disponibles y utilizados:							
Material	Utilizado	Disponible en Proyecto	Material	Utilizado	Disponible en Proyecto		
Cemento (sacos)			Tubo 1" 1/2" ho. (und)				
Arena (m³)			Malla ciclón (m)				
Piedra (m³)			Concremix (sacos)				
Lastre (m³)			Varilla #3 def. (und)				
Tabla 1"x12" (und)			Varilla #2 lisa (und)				
Regla 1"x3" (und)			Blocks (und)				
Clavo 2" 1/2" c.c. (kg)			Pintura (litro)				
Clavo acero 2" (und)			Alambre púas (rollo)				
Firma del Encargado		Firma del Supervisor		V°B° Ingeniero		Recibido: Trámite y Registro	

Figura 57. Contenido de Bitácora de Trabajo Diario

Análisis de resultados

Medición de rendimientos

La medición de productividad se efectuó realizando visitas a los proyectos y registrando las tareas que realizaban los trabajadores, considerando las herramientas de medición mencionadas en la sección del marco teórico. La programación de las visitas para la medición de los productividad se basó en consultas al Ing. Jose Fonseca Duarte y a los encargados de las cuadrillas sobre cuáles eran las tareas o labores que pretendían realizar en un determinado día, por lo que se programaba la visita al sitio para la toma de datos.

Una vez en el proyecto, se efectuaron las mediciones de rendimientos acudiendo a la utilización de formularios de toma de datos para cada una de las herramientas de medición de productividad: Work Sampling, Five Minute Rating y Crew Balance. La frecuencia de las observaciones se consideró dependiendo de la cantidad de trabajadores en el proyecto (que se muestra en los cuadros de información y condiciones generales de cada muestreo) así como de la cantidad de tiempo disponible para efectuar como mínimo 385 observaciones para cada toma de datos, y con ello obtener un grado de confianza en los datos del muestreo del 95 %.

Cabe mencionar que las cuadrillas de los trabajadores de la Sección de Mejoramiento de Barrios de la Municipalidad de San José están conformadas principalmente por 1 operario especializado, quien es la persona encargada de la cuadrilla y 3 trabajadores manuales. En el cuadro 1 se muestran los salarios de los trabajadores de las cuadrillas, esto con la finalidad de realizar un análisis de costo de tiempos improductivos, para dimensionar las pérdidas económicas debido a las tareas

improductivas registradas en la medición de rendimientos.

Es necesario destacar que algunas tareas que se muestran en los cuadros titulados "*Clasificación de tareas registradas en el muestreo*", específicamente aquellas que cuentan con un asterisco (*), se clasificaron como trabajo productivo en lugar de trabajo contributivo. La justificación es que, durante la observación realizada mientras los trabajadores hacían sus labores, para las actividades "construcción de aceras", "construcción de cordón de caño o cunetas" y "construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal", estas tareas aportaron directamente en la realización de la actividad, es decir, no fueron actividades de "apoyo" para que se efectuara el trabajo productivo, a pesar de que para otras actividades de otros proyectos que no corresponden a este trabajo de graduación lo sean, ya que se consideró como actividad propiamente la construcción de la obra civil correspondiente.

Ocasionalmente, dependiendo de la urgencia para finalizar un proyecto específico, el ingeniero ordenaba aumentar la cantidad de trabajadores de las cuadrillas, con la finalidad de acelerar el avance en los proyectos con un plazo de entrega determinado o proyectos prioritarios debido a su importancia. La condición anterior se analizará con la medición de rendimientos de las cuadrillas, que se muestra enseguida.

Construcción de aceras

En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo de tareas que se requieren para la actividad construcción de aceras. En dicha figura se aprecia la secuencia de las tareas que realizan los trabajadores de las cuadrillas en la construcción de dichos proyectos. Para la

medición de rendimientos para la construcción de aceras se realizaron un total de 7 muestreos.

Seguidamente, se analizan los factores que afectan la productividad, mencionados como tema de estudio para este trabajo.

Condiciones meteorológicas

En los 7 muestreos realizados, las condiciones meteorológicas que se dieron fueron variables. Se presentaron condiciones nubladas, en las cuales los trabajadores no se mostraban afectados por el estado del tiempo mientras realizaban su trabajo. Se dieron, además, condiciones meteorológicas soleadas, que hacía que los trabajadores se notaran fatigados, principalmente cuando los miembros de las cuadrillas realizaban labores de remoción de capa de suelo vegetal o de escombros, que requieren de un mayor esfuerzo físico para ser ejecutadas. En el cuadro 32, donde se indican los resultados de los rendimientos para la remoción de escombros y desechos, se puede apreciar que para el muestreo #1, cuya condición meteorológica fue nublada, el rendimiento fue mayor que en el muestreo #2, en la cual la condición meteorológica fue soleada; por lo que puede comprobarse que este factor puede llegar a afectar los rendimientos de las cuadrillas al realizar ciertas actividades.

Distancia desde el Plantel Municipal

Los muestreos de medición de rendimientos de tareas para la construcción de aceras se han realizado en los distritos de San Sebastián (Umará), Pavas (Rohrmoser) y Zapote (San Francisco de Dos Ríos). En los cuadros 3, 15 y 23 se indica la distancia desde el Plantel Municipal hasta el proyecto, las cuales son 4.3 km, 5.5 km y 5.3 km, respectivamente. Además, se indica en cada uno de los cuadros anteriores el tiempo que requirió el traslado desde el Plantel Municipal hasta el proyecto.

El tiempo de traslado hacia cada proyecto varió en todos los muestreos que se efectuaron. Los factores que propiciaron dicha variación fueron las rutas que elegían los choferes de los vehículos municipales para trasladar a las cuadrillas, ya que en cada unidad de transporte

municipal se trasladan al menos tres cuadrillas a distintos proyectos, eso sí, ubicados en el mismo distrito; sin embargo, en ocasiones algunas cuadrillas debían esperar a que fueran trasladadas de primera instancia las cuadrillas de proyectos con mayor prioridad, debido a la falta de vehículos disponibles. Por lo que se trasladaban en un segundo viaje, haciendo que el tiempo de traslado fuera aún mayor.

Un aspecto a tomar en consideración para verificar el grado de afectación de este factor es la cantidad de tránsito vehicular en horas pico de la mañana, ya que la hora de entrada de los trabajadores de las cuadrillas es a las 6:00 a.m., y la hora de traslado de las cuadrillas a los proyectos inicia aproximadamente a las 6:10 a.m., hora en que el tránsito de las principales vías de San José se encuentra con una circulación muy lenta. Esto aumenta la demora en los traslados de las cuadrillas de trabajadores, por lo que acorta la jornada productiva laboral de los mismos.

Topografía del sitio

En los muestreos de rendimientos de las cuadrillas la topografía en los proyectos fue regular, como se indica en los cuadros 3, 7, 11, 19, 23 y 27. En el único proyecto donde se registró una topografía irregular fue en la construcción de acera en San Francisco de Dos Ríos, Zapote (ver cuadro 15). Se consultó a los trabajadores si consideraban que la topografía del sitio afectaba de alguna forma el rendimiento en uso labor y estos argumentaron que no consideraban que este aspecto fuera relevante a la hora de realizar tareas, a excepción de un trabajador, quien posee una amputación en uno de sus brazos, por lo que al acarrear un carrito lleno de material en sentido calle hacia abajo le resultó incómodo, más no imposible de realizar.

Analizar la influencia que tiene este factor en los rendimientos de ejecución de tareas de las cuadrillas para la construcción de aceras en este caso puede resultar estadísticamente insuficiente, ya que se requieren más mediciones de rendimientos en los que en el sitio la topografía sea mayormente irregular para juzgar con mayor confianza sobre la posible afectación de este factor en los rendimientos de las cuadrillas.

Otros factores

En la figura 26 se aprecia un diagrama de causa y efecto de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de las cuadrillas en la construcción de aceras.

Dentro de los factores que se pueden mencionar se encuentra la falta de coordinación y organización en las cuadrillas para realizar tareas. En la figura 6 del muestreo #1 se puede apreciar que el trabajador 1 (el operario especializado de la cuadrilla) invierte una mayor cantidad de tiempo en trabajo productivo que el trabajador 4 (un trabajador manual); esto porque el trabajador 4 realizó labores que no generan avance significativo en la obra; por ejemplo, la ejecución de tareas como el lavado de herramientas y la limpieza del área de trabajo en un lapso muy amplio, como se aprecia en el cuadro 5, que de las 2.97 horas que tardó la medición, el porcentaje de tiempo improductivo fue un 76.7 %, lo equivalente 2.28 horas. Analizando el costo por hora para este caso, se tiene que de los ₡5010.50 que costó la hora de trabajo de este miembro de cuadrilla se perdieron ₡3844.26 en trabajo improductivo.

En todos los muestreos que se efectuaron en la medición de rendimientos para la construcción de aceras se apreció que los trabajadores dedican tiempo de la jornada laboral para conversar con personas vecinas de las zonas de los proyectos; además del uso del teléfono celular, realizan bromas entre ellos y detienen sus labores para comprar alimentos en negocios cercanos al proyecto, fuera de las horas de desayuno o almuerzo.

En el muestreo #4, realizado en la Urbanización Los Cerezos, en San Francisco de Dos Ríos, el factor que incidió en la afectación de la ejecución de actividades para los trabajadores y por ende en los rendimientos de las actividades ha sido la alta cantidad de tránsito vehicular en la zona. Debido a esto, los trabajadores se notaban temerosos al acarrear carretillos llenos de arena, piedra o concreto, ya que debían trasladarlos por la orilla de la calle y, a pesar de que en el sitio se colocaron conos para alertar a los conductores de que en el sitio se estaban realizando labores de construcción de obras menores, los mismos hacían caso omiso y transitaban con poca precaución por el lugar. A pesar de que en la figura 14 se indica una medición de rendimiento

de actividades aceptable, los trabajadores comunicaron la preocupación por la situación descrita anteriormente.

También, se logró apreciar que para algunos proyectos la cantidad de trabajadores en función resultó ser mayor que la cantidad necesaria, como se puede observar en la figura 9, donde la cantidad de tiempo improductivo de cada trabajador es muy elevada. Durante la medición de rendimientos en el muestreo #2 (la cantidad total de miembros de la cuadrilla eran 6 personas), las actividades que estaban efectuando los trabajadores eran únicamente la remoción de la capa vegetal de suelo y la remoción de escombros y desechos.

Mediante la aplicación de la herramienta de medición Crew Balance se registra que, mientras 3 trabajadores efectuaban labores productivas, los otros 3 trabajadores no estaban realizando labores productivas: se encontraban conversando entre ellos, viendo a sus compañeros trabajar o simplemente no hacían nada (ver figura 10). Si se comparan los datos del cuadro 32, donde se muestran los rendimientos para la remoción de escombros y desechos, se logra confirmar que el rendimiento en el muestreo #2 es menor que el rendimiento del muestreo #1, en el cual participaron solamente 4 miembros en la cuadrilla. Por tanto, haciendo referencia al análisis de los costos horarios del trabajo improductivo (ver cuadro 10), y considerando que el costo horario total para este muestreo fue de ₡13854.47; se obtiene que, los costos por trabajo improductivo para ese muestreo es de un total de ₡9602.93, lo cual refleja un porcentaje de trabajo improductivo del 69.51 %, que puede apreciarse en la figura 8.

En el muestreo #3 se dio la particularidad de que el porcentaje de trabajo contributivo (36.02 %) fue el mayor entre los 3 tipos de trabajos, como se indica en la figura 11. Esto sucedió debido a que los tiempos de espera para cargar carretillos con capa vegetal y los tiempos de acarreo de materiales fueron elevados puesto a que los trabajadores debían acarrear una distancia de aproximadamente 60 metros para depositar los escombros y desechos en el lugar donde se indicó que debían ser apilados para ser transportados fuera del proyecto.

La principal causa de este elevado porcentaje de trabajo contributivo resulta ser debido a un mal diseño de sitio, ya que el sitio para apilar los desechos y escombros podría

reubicarse para agilizar la labor de acarreo de estos materiales y así, minimizar los tiempos que requieren efectuar estos traslados de material.

El estado y la cantidad de equipo, maquinaria y herramientas, además de la planificación del uso de maquinaria y entrega de materiales resultó ser un factor que afectó la productividad de las cuadrillas en la construcción de aceras. Durante el muestreo #6 se dio un problema con uno de los equipos, precisamente una tanqueta con agua utilizada para la preparación del concreto (ver en el cuadro 23 el equipo utilizado para este muestreo). Debido a las condiciones del proyecto, se debía transportar desde el Plantel Municipal hacia el proyecto una tanqueta con agua perteneciente a la Sección de Parques de la Municipalidad de San José que la prestó a la Sección de Mejoramiento de Barrios, ya que en el lugar del proyecto no existía un medidor del AyA para disponer de agua al preparar el concreto.

Para el momento en que los trabajadores llegaron al lugar, la tanqueta no estaba autorizada para salir del Plantel Municipal, esto porque el permiso de salida del plantel debía tramitarlo la Sección de Parques, por lo que hubo un atraso en las labores de los trabajadores de aproximadamente una hora mientras se resolvía dicho inconveniente, debido a la falta de planificación en uso de equipo y maquinaria.

Una vez que arribó la tanqueta al proyecto, cuando se necesitó dosificar agua para la preparación del concreto, el caudal de salida del agua de la tanqueta no era el suficiente para que la labor de preparación del concreto fuera adecuada, por lo que hubo un nuevo atraso para los trabajadores de la cuadrilla. Para este muestreo, se tuvo que esperar a que se resolviera el problema con la salida de agua de la tanqueta, y así entonces iniciar con la labor de toma de datos.

Para el muestreo #7, se dio un problema con la cantidad de herramientas para los trabajadores, ya que la cantidad de miembros de la cuadrilla para este muestreo fueron 7 funcionarios municipales (ver cuadro 23 la cantidad de trabajadores y el equipo utilizado). En la figura 23 se aprecia que la cantidad de trabajo improductivo es de 43.94 %, producto de la cantidad de tiempo que los trabajadores destinaron en acciones como usar el teléfono móvil, esperar sentado o bien realizar otras actividades improductivas como barrer la acera

(ver actividades realizadas por los trabajadores en la figura 25), esto mientras se turnaban para utilizar las palas y los carretillos de los que se disponían en el lugar.

Debido a las condiciones del proyecto de los muestreos #6 y #7, ubicados en el Parque Canino Bellavista en Rohmoser, Pavas, los trabajadores no contaban con servicio sanitario, ni de un lugar adecuado para que calentaran sus alimentos, lo que provocó molestia entre los trabajadores alegando que esas condiciones no eran las óptimas para trabajar, por lo que se notaban indispuestos y desmotivados al momento de realizar las labores. La forma de resolver dicho inconveniente fue que en el lugar del proyecto permaneciese un vehículo municipal que permitiese trasladar a un trabajador hacia una plaza comercial ubicada a aproximadamente 1 km de distancia cada vez que alguno tuviera la necesidad de utilizar un servicio sanitario, lo que provocó pérdida en tiempo laboral por traslado (ver en figura 25 la actividad “ausente” debido al traslado para el uso del servicio sanitario).

Rendimientos de las actividades en la construcción de aceras

Siguiendo el orden propuesto en la Cuadro 1 de las tareas seleccionadas para la medición de rendimientos, tenemos la tarea o actividad de demolición de estructuras existentes. Para esta actividad no se lograron obtener rendimientos, debido a que en todos los muestreos realizados de los proyectos de construcción de la acera a los que se efectuó la medición de rendimientos, la construcción se realizó desde cero; es decir, en los lugares no existía una estructura en mal estado la cual fuese necesaria de ser demolida para rehacerla.

Para la actividad de remoción de capa vegetal de suelo se obtuvo un rendimiento promedio de 0.43 m³/h con una desviación estándar de 0.23 m³/h (54.2 % de coeficiente de variación), como se aprecia en el cuadro 31.

Los factores que propiciaron que se diera tal variación han sido que la cantidad de trabajadores de la cuadrilla registrada en el muestreo #2 era mucho mayor que la cantidad necesaria, es decir, habían muchos miembros en la cuadrilla para poca labor a efectuar; además de la larga distancia de acarreo que se mencionó anteriormente que debían realizar los

trabajadores para apilar el material removido, daba en el muestreo #3

En el cuadro 32 se indican los rendimientos obtenidos para la remoción de escombros y desechos, cuyo valor promedio es de 0.39 m³/h, que, comparado al rendimiento de la tarea anterior, es menor ya que esta requiere un mayor esfuerzo físico debido a que entre los escombros habían piedras, bloques de concreto y piezas de madera. La desviación estándar conseguida para esta actividad fue de un 0.06 m³/h, es decir, una variación de un 15.8 % entre muestreos, que se debió a la cantidad de trabajadores citados para el muestreo #2.

La actividad de confección y colocación de encofrado para la construcción de aceras se midió por cantidad de área de acera formaleteada. En el cuadro 33 se indican los rendimientos obtenidos para esta actividad. Se obtuvo un rendimiento promedio de 13.07 m²/h, y una desviación estándar de 7.29 m²/h, es decir, un 55.8 % de variación de los datos. Se aprecia que en los muestreos #6 y #7 la cantidad de trabajadores participaron fue mucho mayor que los demás muestreos. Se dio que en dicha toma de datos la cantidad de área formaleteada fue la mayor entre los demás muestreos; y ocurrió una particularidad, que fue que los trabajadores "formaleteaban" los paños de aceras iban terminando, es decir, una vez que terminaban de colocar concreto en un paño determinado, proseguía con la confección y colocación del encofrado, de ahí la duración amplia respecto de los demás muestreos.

En el cuadro 34 se aprecian los datos de los rendimientos para la colocación y compactación de material de relleno, dados en los muestreos #1, #4, #5, #6, y #7. El rendimiento promedio resultó ser de 1.70 m³/h, con una desviación estándar de 0.66 m³/h (38.6 % de coeficiente de variación).

Los datos mostrados en los muestreos #5, #6 y #7 son muy similares considerando que se dieron bajo escenarios distintos en cuanto a las condiciones meteorológicas, topografía del sitio y cantidad de trabajadores, por lo que puede suponerse como un dato confiable para su uso en la programación de futuros proyectos. Los valores obtenidos en los muestreos #1 y #4 son valores que se encuentran en los límites, considerando una distribución normal de datos.

El rendimiento que se obtuvo en el muestreo #1 se debió a la falta de coordinación

para realizar actividades, ya que esta labor la efectuaron 2 trabajadores a la vez, como se aprecia en la figura 7; por su parte, en el muestreo #4, la cantidad de trabajo realizado y la duración fue la menor entre todos los muestreos, por lo que el rendimiento que se alcanzó fue el mayor. En dicho muestreo hubo una mejor coordinación a la hora de desarrollar esta tarea (ver en figura 16 la distribución de las labores de la cuadrilla), en comparación con la forma de realizarla por parte de la cuadrilla del muestreo #1.

Para la actividad de preparación de concreto, se obtuvo un rendimiento promedio de 0.96 m³/h y una desviación estándar de 0.39 m³/h, como se muestra en el cuadro 35. Cabe destacar que la preparación del concreto es realizada de forma manual, es decir, no utilizan batidoras, a pensar que la Sección de Mejoramiento de Barrios cuenta con 3 batidoras en el Bodega Municipal. Los trabajadores de las cuadrillas alegan que la preparación del concreto mediante el uso de batidoras les resulta más complicado, ya que el volumen que se prepara en la batidora es limitado y para labores en las que se requiere un volumen mayor de concreto, es necesario realizar más de una tanda en las batidoras. Asimismo, consideran que la labor de alzar las cubetas con agregados y los sacos de cemento es una faena que requiere mucho esfuerzo y podría provocar lesiones.

Consultando a los ingenieros de la sección sobre la razón por la cual no utilizan las batidoras, informaron que se están realizando trabajos de acople tanto en los pick up como en las batidoras para poder trasladarlas a los proyectos.

En los muestreos #6 y #7, el rendimiento fue de 1.53 m³/h y 1.13 m³/h, respectivamente, valores mayores al promedio. Comparando estos resultados versus los registrados en los muestreos #1, #4 y #5, la razón por la cual el rendimiento es menor se debe a la cantidad de trabajadores realizando la preparación de concreto, que fue mucho mayor en los muestreos #6 y #7. Con ello, se justifica que para esta actividad es válido un aumento en la cantidad de trabajadores para obtener una mayor productividad en esta labor, sin embargo, resultaría interesante comparar los rendimientos para la preparación de concreto con batidora, para determinar una equivalencia con la cantidad de trabajadores que se necesitan para mejorar el

rendimiento de una batidora; estudio que podría realizarse en futuros trabajos.

En el cuadro 36 se indican los rendimientos para la colocación de concreto, donde se aprecia que el rendimiento promedio resultante fue de 1.68 m³/h, con una desviación estándar de 0.78 m³/h. Al igual que en la actividad anterior, en los muestreos #6 y #7 los rendimientos fueron mayores porque la cantidad de trabajadores para realizar dicha labor fue mayor, como se aprecia en las figuras 22 y 26 respectivamente, de la distribución de trabajos obtenida mediante la herramienta Crew Balance. Particularmente en el muestreo #5 el rendimiento conseguido fue mayor al del muestreo #6, esto debido a que, como se muestra en la figura 17, la cantidad de trabajo productivo fue aceptable (69.11 %), esto por una mejor coordinación a la hora de efectuar las tareas, como se presenta en la figura 19.

La actividad descrita como acabados del concreto consiste en pasar un codal, una cuchara de albañilería y una llaneta en la superficie de la acera, además de dar un acabado antideslizante pasando una escoba humedecida de forma perpendicular al largo de la acera; esta tarea es realizada en la mayoría de las cuadrillas sólo por los operarios especializados. Como se presenta en el cuadro 37, el rendimiento promedio alcanzado para esta actividad fue de 7.87 m²/h, con una desviación estándar de 4.07 m²/h. El motivo por el cual se dio dicha variación en los datos es debido a la cantidad de operarios especializados con los que contaban las cuadrillas.

Para los muestreos #1, #4 y #5, en los que participó un operario especializado, el rendimiento calculado en promedio es de 5.2 m²/h, mientras que para los muestreos #6 y #7 en los que habían dos operarios especializados, el rendimiento promedio fue de 11.88 m²/h, es decir, más del doble de rendimiento.

Esto permite afirmar que si se aumenta el doble la cantidad de operarios especializados, es muy probable que el rendimiento para las tareas de acabados del concreto se duplique. Resulta también importante comentar que para el muestreo #7 (14.29 m²/h) la duración fue menor y la cantidad de trabajo fue mayor respecto de los resultados del muestreo #6 (9.47 m²/h). La razón por la cual se pudo dar lo mencionado anteriormente tiene que ver con la condición atmosférica, ya que en el muestreo #7 se

encontró una condición nublada, la cual es más agradable para trabajar para los miembros de las cuadrillas que cuando la condición meteorológica es soleada.

Como se muestra en el cuadro 38, los muestreos en los cuales se efectuó la labor de desencofrado fueron en el #4, #5 y #7. El rendimiento promedio obtenido fue 36.91 m²/h, con una desviación estándar de 14.64 m²/h. Resulta interesante comentar que en el muestreo #7, en el que la cantidad de trabajadores fue la mayor, un total de 7, el rendimiento fue el menor (27.00 m²/h).

La labor de desencofrado para la construcción de aceras consiste en remover las reglas y tablas utilizadas para formaleta, la cual puede realizarse solamente por un trabajador. Verificando las figuras 16, 19 y 25, se logra apreciar que para el muestreo #4 esta labor la realizó un trabajador, al igual que en el muestreo #5, mientras que en el muestreo #7 esta tarea fue desarrollada por dos trabajadores, por lo que puede afirmarse que el rendimiento es mayor cuando esta labor es ejecutada por sólo un trabajador.

Construcción de cordón de caño o cunetas

El proceso de construcción de cordón de caño o cunetas se ilustra en la figura 27. La secuencia de actividades tanto para la construcción de cordón de caño como para la construcción de cunetas es similar, la diferencia radica en la forma de la formaleta; la cuneta requiere una formaleta más elaborada, la cual se describe más detalladamente en la Guía de Construcción de Obras Civiles Menores, mientras que para construir el cordón de caño se requiere la elaboración de moldes con la forma conocida como "pecho paloma", que de igual forma se detalla en la Guía de Construcción e Inspección.

Para este trabajo se tomaron rendimientos en proyectos donde se realizó la construcción específicamente de cunetas, en las cuales se efectuaron 4 muestreos. Cabe resaltar que la cantidad de muestreos fue de 4 debido a la dificultad de coordinar con los encargados de las

cuadrillas para conocer las actividades que iban a realizar durante las visitas, debido a que se dio que muchas cuadrillas eran enviadas a otros proyectos en los que eran prioritarios finalizar otras tareas que no estaban en el alcance de este trabajo, por ejemplo la construcción de malla de cerramiento perimetral, pintura en salones comunales y la construcción de muros de retención.

Enseguida, se analizarán los factores de condiciones meteorológicas, distancia desde el Plantel Municipal y la topografía del sitio.

Condiciones meteorológicas

Al igual que para los muestreos de las actividades de construcción de aceras, las condiciones meteorológicas fueron variables; para el muestreo #8 fue nublado y soleado para los muestreos #9, #10 y #11. Al apreciar las figuras 28, 31, 34 y 38 correspondientes al balance del trabajo de las cuadrillas, se parecía que el porcentaje de trabajo productivo fue de 67.14 %, 69.20 %, 44.40 % y 49.25 % respectivamente. Considerando los resultados de los muestreos #10 y #11, la condición soleada pudo haber influido en el bajo porcentaje de trabajo productivo para la realización de las actividades registradas.

Distancia desde el Plantel Municipal

La ubicación de los proyectos muestreados para la construcción de cunetas fueron los distritos de Pavas (Barrio Los Laureles), San Sebastián (Paso Ancho) y Hospital (Barrio Cristo Rey), cuya distancia desde el plantel municipal es de 8.0 km (ver cuadro 51), 4.2 km (ver cuadro 39 y 43) y 2.0 km (ver cuadro 47) respectivamente.

En cuanto al tiempo de traslado para los trabajadores de la cuadrilla del proyecto ubicado en Barrio Los Laureles, Pavas, se dio el mayor tiempo de traslado debido al congestionamiento generado por el volumen de vehículos que transitan normalmente por esa zona, además, los trabajos de construcción de ampliación de la vía hacia Pavas generaron más atrasos en el traslado de la cuadrilla a dicho distrito.

Por su parte, los trabajadores de la cuadrilla del proyecto ubicado en Barrio Cristo Rey, Hospital, no se vieron perjudicados por los

tiempos de traslados, fue el proyecto cuya distancia desde el Plantel Municipal fue menor, incluso a los trabajadores se les permitía que se trasladaran a pie desde el Plantel Municipal, por lo que los resultados obtenidos en los muestreos no afectan la productividad del trabajo ejecutado durante la jornada laboral diaria.

Topografía del sitio

Como se indica en los cuadros 39, 43, 47 y 51, en todos los muestreos realizados la topografía fue regular, es decir, no se presentaron pendientes ni irregularidades en el sitio, por lo que fue imposible considerar para estos muestreos que dicho factor fuera a provocar alguna afectación en los rendimientos de los trabajadores de las cuadrillas, debido a que no se dieron casos de proyectos donde la topografía fuera irregular.

Otros factores

Con la información obtenida de los muestreos se elaboró un diagrama de Ishikawa (causa-efecto) para obtener las posibles causas que inciden en la baja productividad de los trabajadores de la cuadrilla en la construcción de cordón de caño o cunetas, como se ilustra en la figura 41 de la sección de Resultados.

Muchos de los factores que se mencionaron en la sección anterior se repiten para las tareas de esta sección, dentro de ellas la falta de coordinación para realizar tareas, que se logró verificar en el muestreo #10, en el cual los 2 trabajadores que conformaban la cuadrilla en el momento de realizar el muestreo, se turnaban para realizar las actividades de remoción de capa vegetal de suelo y la remoción de escombros y desechos.

Mientras un trabajador realizaba la labor de cargar el carrito con material de desecho, el otro trabajador no realizaba ninguna tarea productiva, esto se puede confirmar en lo ilustrado en la figura 34, donde se muestra que el tiempo de trabajo improductivo fue de 39.80 %, y al revisar las figuras 35 y 36 se puede complementar que el peso de la realización de las tareas recayeron en el trabajador #1.

Al revisar el costo horario de la medición de rendimientos del cuadro 49 para el muestreo #10, se puede apreciar que la pérdida, debido al

trabajo improductivo entre los dos trabajadores llega a la suma de ₡3320.00 de un total de ₡8163.18 que costó el trabajo efectuado por los miembros de la cuadrilla en una medición de 2.42 horas.

Aparte de las conversaciones entre los trabajadores, bromas y el uso del teléfono celular, se dieron circunstancias particulares en los proyectos ubicados en Barrio Los Laureles y Barrio Cristo Rey. Primeramente, se logró apreciar que en Barrio Cristo Rey los trabajadores tenían problemas para sacar las herramientas del lugar de custodia, ya que cuando llegó la cuadrilla al sitio debían esperar a que los dueños de la casa donde se custodiaban las herramientas se despertaran; además, los trabajadores informaron que los vecinos no colaboraban para mover los vehículos del sitio donde se realizaban los labores, asimismo, recibían amenazas por el ruido que generaban al realizar trabajos de excavación y remoción de capa vegetal cuando utilizaban el rotamartillo.

Por su parte, en Barrio Los Laureles, los trabajadores tenían que lidiar con indigentes y personas alcoholizadas que se situaban cerca del sitio del proyecto, quienes insultaban e interrumpían los trabajos de los miembros de las cuadrillas. Otra problemática dada en este sitio fue la cantidad de basura que los habitantes del lugar botan en los lugares donde se está desarrollando el proyecto. Los trabajadores debían tomar tiempo de su jornada laboral para limpiar la basura del sitio antes de empezar a realizar las tareas propiamente del proyecto. El problema con la basura también generó desmotivación en los trabajadores debido a los fuertes olores desagradables que debían tolerar al realizar sus actividades. Cabe mencionar que el encargado de la cuadrilla y el ingeniero encargado redactaron un memorándum para mandar a limpiar el lugar del proyecto.

Las dos situaciones descritas anteriormente pueden generar desmotivación e inseguridad en los trabajadores, lo cual afectaría la productividad en las tareas realizadas por las cuadrillas.

Otro de los factores que generaron problemas para los trabajadores de las cuadrillas fue la mala calidad de la madera de formaleta, utilizada para la elaboración del encofrado de las cunetas en el proyecto ubicado en Paso Ancho, San Sebastián. Este problema generó atrasos a la hora de confeccionar el encofrado, ya que las

reglas se rompían al clavarles clavos o al intentar ser flexionadas para colocarlas como sostén o arriostres, lo cual generaba frustración en el encargado de la cuadrilla.

Los trabajadores de las cuadrillas del proyecto ubicado en Barrio Cristo Rey no contaban con un lugar para calentar sus alimentos ni un servicio sanitario, lo cual también influye en la baja productividad de la cuadrilla, como se muestra en la figura 34, ya que para ir a hacer sus necesidades los trabajadores debían desplazarse a una soda ubicada a 400 metros del sitio del proyecto, aparte de la desmotivación que esta situación genera en los trabajadores.

En los muestreos también se logró identificar que en el proyecto de la construcción de cuneta en Barrio Los Laureles en Pavas los miembros de las cuadrillas debían realizar un esfuerzo excesivo para remover la capa vegetal (ve en cuadro 50 las actividades realizadas por la cuadrilla), ya que la misma contaba con material rocoso. A la hora de utilizar el pico y la pala para remover la capa de suelo, se apreciaba que las herramientas rebotaban a la hora de intentar excavar debido a la dureza del subsuelo. Los miembros de las cuadrillas se notaban molestos debido a la situación descrita anteriormente. La recomendación daba por el encargado de la cuadrilla fue utilizar un back hoe para desarrollar las tareas ya mencionadas.

Rendimientos de las actividades en la construcción de cordón de caño o cunetas

Primeramente, se analizarán los resultados de los rendimientos para la remoción de la capa vegetal de suelo, que se muestra en el cuadro 55. El rendimiento promedio que se obtuvo fue de 0.74 m³/h y una desviación estándar de 0.75 m³/h. Este dato de rendimiento no es recomendable para la programación de futuros proyectos, ya que la desviación estándar obtenida es de más del 100 %, lo cual indica que no es un rendimiento confiable. Considerando el resultado de rendimiento del muestreo #10, se aprecia un rendimiento muy bajo, de apenas 0.21 m³/h, debido a la falta de coordinación para realizar las tareas por parte de las cuadrillas. Lo recomendable sería realizar una mayor cantidad de muestreos para poder obtener datos más confiables.

Al igual que en la actividad anterior, el coeficiente de variación obtenido fue mayor al 100 % (103.0 %) según se muestra en el cuadro 55, esto para la tarea de remoción de escombros y desechos. Dicho coeficiente de variación tiene la misma justificación que los resultados anteriores, por lo que no debe considerarse como un dato confiable.

Para las tareas de confección de encofrado y colocación de encofrado los rendimientos promedio obtenidos fueron de 5.54 m/h para ambos casos, según se aprecia en los cuadros 57 y 58. Estas tareas se dieron solamente en el muestreo #8, por lo que lo recomendable sería obtener una mayor cantidad de datos para aumentar la confiabilidad de los rendimientos obtenidos. Sin embargo, si se aprecia la figura 28, se tiene que el porcentaje de trabajo productivo es de 67.14 %, que es de los mejores valores de trabajo productivo, por lo que los resultados de rendimientos obtenidos son aceptables, más no se recomiendan para ser tomados para realizar programación de proyectos futuros.

En el cuadro 59 se muestran los resultados de los rendimientos para la preparación de concreto, donde se obtuvo un promedio de 0.47 m³/h, con una desviación estándar de 0.37 m³/h (coeficiente de variación del 79.6 %); Para el muestreo #8 la cantidad de trabajadores fue mayor (4 trabajadores en total) y, según se muestra en la figura 29, el balance del tiempo productivo de cada trabajador fue muy regular, es decir, se aprecia una mejor organización en cuanto a la coordinación de tareas por parte de los miembros de la cuadrilla (ver figura 30). Al revisar el balance de tiempo productivo para cada trabajador en el muestreo #9, se puede apreciar que la cantidad de trabajadores que efectuaron la preparación del concreto fue de 2 miembros de la cuadrilla, según se ilustra en la figura 33. Además, en la figura 32 se muestra que uno de los trabajadores realizó más trabajo improductivo que los otros dos trabajadores.

Similarmente para la actividad de colocación de concreto, dicha actividad se registró en los muestreos #8 y #9, cuyo rendimiento promedio registrado fue de 0.63 m³/h, con una desviación estándar de 0.49 m³/h. Se puede inferir que las causas de tal desviación estándar se debieron a las mismas razones que

se mencionaron para la actividad de preparación de concreto.

En el cuadro 61 se indica el rendimiento promedio para la actividad de acabados del concreto cuyo valor obtenido es de 3.96 m/h, con una desviación estándar de 0,61 m/h y un coeficiente de variación del 15.4 %. Para esta actividad se tiene un coeficiente de variación menor respecto a los mencionados en las actividades anteriores, esto debido a que en ambos muestreos (#8 y #9) la realización de esta tarea fue responsabilidad del mismo operario especializado. Se recomienda que se realicen más mediciones de rendimientos con diferentes cuadrillas, esto para tener una mayor confianza en los datos para utilizarse en la programación de futuros proyectos, ya que sólo se estaría considerando que dicha actividad la realice siempre el mismo operario especializado para tener aproximadamente el promedio de rendimiento reportado.

Por último, para la actividad de desencofrado, se obtuvo solamente un muestreo (#9), donde se registró un rendimiento promedio de 13.33 m/h, sin embargo, no se recomienda que sea utilizado como referencia para programar proyectos, ya que deberían efectuarse una mayor cantidad de muestreos para conseguir un rendimiento promedio confiable.

Construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal

Los muestreos realizados para la construcción de rampas realizados para este trabajo fueron 4. La cantidad de muestreos realizados se vio afectada debido a la huelga de trabajadores del sector público, ya que algunos trabajadores municipales que conforman las cuadrillas no laboraron desde el viernes 7 de setiembre, entre ellos miembros de cuadrillas que debían realizar la construcción de rampas; además, la cantidad de proyectos de este tipo que ejecutó la Sección de Mejoramiento de Barrios en el periodo de ejecución de este

trabajo fue solamente las registradas en este informe.

En las figuras 42 y 43 se ilustra el diagrama de flujo de actividades requeridas para la construcción de rampas de acceso y rampas de cruce peatonal respectivamente.

La diferencia entre las rampas de acceso y las rampas de cruce peatonal radican en que las rampas de acceso son mucho más elaboradas, ya que requieren de la construcción de muros y columnas, además de que son más largas y con una mayor pendiente, por otro lado, las rampas de cruce peatonal se construyen en las esquinas autorizadas por la Ley de Tránsito para cruzar calles, y son mucho más cortas que las rampas de acceso.

Es importante, además, resaltar que para la construcción de rampas de cruce peatonal la Sección de Mejoramiento de Barrios utiliza concremix y no concreto, ya que la preparación de concremix requiere menos trabajo e indicaron que resulta ser más barato, ya que los volúmenes de material no son tan grandes en comparación al desarrollo de rampas de acceso.

A continuación se desarrollan las consideraciones de los factores de estudio considerados para este trabajo. Cabe destacar que en los muestreos realizados no se logró más de un muestreo de la misma actividad excepto para la labor de acabados del concreto, debido a las razones descritas anteriormente (Huelga de Trabajadores del sector público y cantidad de proyectos de construcción de rampas)

Condiciones meteorológicas

En los 4 muestreos que se desarrollaron, en tres de ellos la condición meteorológica fue nublada (muestreos #12, #14 y #15) y en el muestreo #13 se dio una condición soleada. Resulta importante destacar que en el muestreo #15, al final de la toma de datos llovió ligeramente, por lo que los trabajadores dejaron de realizar sus respectivas labores y debieron cubrir con un plástico el concreto colocado en la rampa. Para el muestreo #13, la cantidad de trabajo improductivo fue mayor comparado con los muestreos #12 y #14, en los que la condición meteorológica fue nublada. Como se indica en el cuadro 68, en el muestreo #13 se tuvieron que realizar labores de colocación de bloques de concreto para la construcción del muro de la rampa, actividad que resulta ser desgastante y que requiere mucho

esfuerzo físico, que, en combinación con una condición soleada, puede resultar como una posible causa de un porcentaje elevado de trabajos improductivos, debido al cansancio o fatiga de los miembros de la cuadrilla.

Distancia desde el Plantel Municipal

Los 4 muestreos para la construcción de rampas se dieron en los distritos de Hatillo y Catedral, ubicados a 3.3 km y 3.4 km, respectivamente, como se indica en los cuadros 63 y 75. A pesar de que las distancias son muy similares, el tiempo de traslado en función a la cantidad de tránsito vehicular al momento de movilizar las cuadrillas hacia el proyecto, además de la ruta que eligiera el chofer para llegar al destino, tal como se mencionó tanto para la construcción de aceras y cordón de caño o cunetas.

Topografía del sitio

Al igual que en los muestreos registrados para la construcción de cordón de caño o cunetas, no se registró una topografía distinta a la regular en los proyectos de construcción de rampas, por lo que no puede darse un criterio sobre la posible afectación de este factor en el desarrollo de la construcción del tipo de obra en cuestión, por lo que sería interesante en considerar la realización de proyectos ubicados en sitios que presenten topografía más irregular para poder estudiar la afectación de este factor.

Otros factores

En la figura 52 se ilustra el diagrama de causa - efecto donde se exponen las posibles causas de la baja productividad para la construcción de rampas, las cuales se desarrollan enseguida.

La falta de coordinación para realizar las tareas, el uso del teléfono celular, así como las bromas y conversaciones entre los miembros de la cuadrilla durante del desarrollo de las actividades del proyecto se dieron al realizar los muestreos efectuados. En el muestreo #15 se puede apreciar la falta de coordinación para realizar tareas; en la figura 50 se aprecia que el porcentaje de trabajo productivo de los trabajadores #1 y #3 superan al menos el 50 %,

mientras que el trabajador #2 realizó apenas menos de un 20 % de trabajo productivo. Lo que sucedió durante ese muestreo es que el trabajador #2 se encargaba principalmente de labores de limpieza del sitio de trabajo y limpieza de herramientas. El trabajador #1 fue el encargado de la cuadrilla, y fue quien realizó la mayor cantidad de trabajo productivo con el apoyo del trabajador #3. Al revisar la figura 51, se puede verificar las actividades realizadas para cada trabajador, siendo las realizadas por el trabajador #3 las más improductivas (viendo a sus compañeros trabajar, caminando, sentado, entre otras).

En cuanto a las condiciones del sitio, en el muestreo #15 también se dio que los trabajadores no contaban con servicio sanitario ni un lugar para calentar sus alimentos, por lo que se les asignó un vehículo municipal para que permaneciera en el proyecto para que trasladara a los miembros de las cuadrillas cada vez que así lo requiriesen. Además, el tránsito de vehículos en ese lugar (Barrio Luján) es muy alta, por lo que los trabajadores requirieron colocar conos de seguridad para alertar a los conductores de la presencia de trabajadores en el lugar. La manera de afectar los rendimientos de los trabajadores se basa en que, según comentaron los miembros de las cuadrillas, debían estar alertas ante el paso de vehículos por la zona.

En los muestreos #14 y #15, al término de la toma de datos, las condiciones meteorológicas cambiaron drásticamente, pasando de estar nublado a lluvioso, lo que provocó que los miembros de las cuadrillas debieran suspender sus labores, por lo que el volumen de trabajo diario para dichas cuadrillas se vio afectado por dicha situación.

En cuanto a los materiales utilizados para los proyectos, durante el muestreo #15 los trabajadores tuvieron que detener sus labores ya que la cantidad de sacos de concremix que llevaron al proyecto no les alcanzó para terminar la rampa de cruce peatonal, por lo que tuvieron que mandar al vehículo municipal para que trasladara un carretillo de concreto desde un proyecto no municipal para que pudieran terminar sus labores.

En el muestreo #13, los trabajadores de las cuadrillas debieron acarrear los bloques de concreto desde una distancia de aproximadamente 100 metros (desde el lugar de custodia de materiales) antes de iniciar con sus

labores, esto para evitar estar trasladando los bloques una vez iniciada la labor de colocación de los mismos. Esto generó un atraso significativo a la hora de empezar las labores correspondientes a ese día. Lo ideal habría sido que los bloques fueran situados propiamente en el lugar donde era requerida su colocación.

Rendimientos de las actividades en la construcción de rampas de acceso o de cruce peatonal

En los muestreos realizados para la medición de rendimientos de construcción de rampas, no se lograron obtener datos para las tareas de remoción de capa vegetal de suelo, remoción de escombros y excavación para cimientos de muros. Para las dos primeras mencionadas anteriormente, se obtuvieron registros en los muestreos efectuados tanto para la construcción de aceras como en la construcción de cordón de caño o cunetas, por lo que para efectos de programación de actividades es válido utilizar esos rendimientos, sin embargo, se recomienda tomar datos de dichas actividades precisamente para la construcción de rampas y compararlos con los rendimientos obtenidos en los dos tipo de proyectos anteriores, para verificar la validez del uso de dichos rendimientos.

Para las demás tareas mencionadas en la Cuadro 1, para la construcción de rampas solamente se logró realizar una medición de rendimientos, excepto en la actividad de acabados del concreto, que se realizó en el muestreo #15 (ver cuadro 90).

Las actividades realizadas en el muestreo #12 fueron la colocación y compactación de material de relleno (cuadro 86), preparación de concreto (cuadro 79), colocación de concreto (cuadro 80) y acabados del concreto (cuadro 90). Los rendimientos de esas tareas ya fueron mencionados en los proyectos de construcción de aceras y de cordón de caño, por lo que resultaría interesante comparar los rendimientos de estas actividades con los de esta sección.

El rendimiento promedio para la colocación y compactación de material de relleno es de 0.96 m³/h, el cual es menor al mencionado en el cuadro 34 de los rendimientos de construcción de aceras, el cual resultó ser de 1.70 m³/h. Si se toma en cuenta que el rendimiento es menor al de la construcción de

aceras y que es un dato único, se recomienda que es un dato no recomendable para su uso.

Para la actividad de preparación de concreto el rendimiento obtenido fue de 0.75 m³/h, como se indica en el cuadro 79. Al compararlo con los rendimientos de construcción de cordón de caño (0.47 m³/h) y construcción de aceras (0.96 m³/h) Se obtiene que el rendimiento en análisis es aproximadamente el promedio entre los rendimientos mencionados anteriormente, por lo que el dato es considerado como aceptable, más no se recomienda para el uso de programación de futuros proyectos.

En el cuadro 80 se muestra el rendimiento para la colocación de concreto, cuyo valor fue de 1.08 m³/h, que comparado con los obtenidos en la construcción de aceras (1.68 m³/h) y en la construcción de cordón de caño (0.63 m³/h). Al igual que en la actividad anterior, es aproximadamente el promedio de los rendimientos obtenidos en la construcción de aceras y cordón de caño.

En el muestreo #13 se registraron los rendimientos de las actividades de colocación de block (18.04 unidad/h) que se puede ver en el cuadro 82 y la preparación del mortero de pega de bloques (1.06 m³/h) que se presenta en el cuadro 85. Ambas actividades resultan importantes para conocer la duración de una determinada cuadrilla para programar con los rendimientos registrados, sin embargo, al ser datos únicos, estadísticamente no son representativos y confiables para su uso, por lo que se recomienda realizar más mediciones de rendimientos para dichas actividades.

En el muestreo #14 se registró la colocación y soldadura de barandas de la rampa, en el cual se reporta un rendimiento de 1.06 m/h. Para este rendimiento no se cuentan con más muestreos, por lo que no se considera un dato confiable ya que se requieren más datos para hacer el cálculo de un promedio y una desviación estándar para determinar el nivel de confianza de dicho rendimiento, por lo que se recomienda realizar más muestreos para efectuar esta actividad, al igual que para las actividades del muestreo #15, que se registró un solo rendimiento para la colocación de tubería PVC, cuyo rendimiento fue de 10.50 m/h, la colocación de malla electrosoldada, con un rendimiento de 5.04 m²/h, además de la preparación de concremix, cuyo rendimiento fue de 0.39 m³/h y la

colocación de concremix, donde el rendimiento obtenido fue de 0.68 m³/h.

Si se comparan los datos de preparación de concreto y preparación de concremix, se tiene que el rendimiento para la preparación de concremix es mucho menor que el menor rendimiento de preparación de concreto, posiblemente debido a la cantidad de trabajadores y a la falta de coordinación para realizar actividades entre los trabajadores de la cuadrilla del muestreo #15. De igual forma, si se compara la colocación de concremix versus el rendimiento de la colocación de concreto reportado para los tres tipos de proyecto, se tiene que es similar al menor rendimiento de colocación de concreto, dado en la construcción de cordón de caño.

Con lo anterior se puede interpretar que los trabajadores de las cuadrillas son más productivos para preparar y colocar concreto que concremix, considerando que la cantidad de datos para la preparación y colocación de concremix es menor.

Considerando el rendimiento para la colocación y confección de encofrado (4.05 m²/h), este no se puede comparar con los rendimientos obtenidos para la construcción de aceras y cordón de caño, ya que constructivamente la forma del encofrado para las rampas es distinta a la confección y colocación de aceras y cordón de caño. Se recomienda registrar más datos para generar confianza en el rendimiento que se considera para esta actividad.

Por último, la única tarea para la construcción de aceras que registró más de un muestreo fue la de acabados del concreto (ver cuadro 90), donde se obtuvo un rendimiento promedio 3.21 m²/h y una desviación estándar de 2.66 m²/h (83 % de coeficiente de variación). En este caso, el rendimiento registrado en el muestreo #15 es el menor del promedio, debido a que esta labor la realizó únicamente el operario especializado, y como era la última actividad de esa jornada de trabajo, el operario efectuaba dicha tarea con mucha lentitud, por lo que esto afectó el resultado de dicho dato.

En síntesis, considerando los resultados del estudio de rendimientos y productividad obtenidos en los 15 muestreos realizados, los rendimientos **NO SE CONSIDERAN CONFIABLES**, debido a que los valores calculados de desviación estándar y coeficiente

de variación son muy altos, incluso algunos superando el 100%, esto debido a la poca cantidad de muestreos realizados debido a la Huelga Nacional de Trabajadores y a la variabilidad de ritmo de trabajo entre las cuadrillas municipales

Propuestas de mejora de rendimiento de cuadrillas

A partir de los muestreos realizados y las anotaciones realizadas en las visitas a los proyectos, se realizó el cuadro 91, que contiene propuestas para mejorar el rendimiento de las cuadrillas, según los factores que se citaron en la sección anterior, a partir de las observaciones y apuntes realizados durante los muestreos.

Guía de construcción e inspección

Este documento fue elaborado con la finalidad de servir de guía en el proceso de inspección y construcción de obras civiles menores, entre ellas la construcción de aceras, cordón de caño o cunetas y rampas de acceso o de cruce peatonal; en el cual, se describen consideraciones técnicas y de seguridad que se deben inspeccionar para garantizar que la construcción de las obras indicadas se desarrolle de manera correcta, de acuerdo con normas y especificaciones pertinentes al proyecto a desarrollar, además de garantizar la seguridad de los trabajadores encargados de realizar un determinado proyecto.

Además, se incluye en la guía una sección donde se citan las normas, códigos y reglamentos aplicables para la construcción e inspección de obras civiles menores, también una sección de acrónimos y definiciones relacionadas a la construcción e inspección de obras civiles menores. Se tiene, además, un apartado referente al proceso de inspección, equipo personal de seguridad, además de la importancia del manejo de desechos y la calidad en la construcción. Este documento se muestra como apéndice de este proyecto, debido a la extensión del mismo.

Hojas de verificación de inspección

Las hojas de inspección de obras civiles menores pretenden ser una herramienta que ayuden a los inspectores en la labor de inspección del proceso constructivo, manejo de desechos, seguridad y control de la calidad de las tareas y actividades que se llevan a cabo en la construcción de aceras, cordón de caño y rampas.

En la “Guía de Inspección de Obras Civiles Menores” se describen qué puntos son necesarios a inspeccionar, los cuales coinciden con el contenido de las hojas de inspección de obras civiles menores, lo cual permite una utilización más sencilla para el proceso de inspección, ya que la estructura de las hojas de verificación y la guía de inspección es secuencial a las tareas y actividades requeridas para la construcción de aceras, cordón de caño, cunetas y rampas, además de tener una manera sencilla y ordenada para recopilar la información del proceso de inspección. Les permitirá también llevar un control más detallado del flujo de las tareas y actividades necesarias para la construcción de las obras civiles menores. Las hojas de verificación incluyen espacios para realizar comentarios y observaciones en los cuales se podrá explicar el motivo de la aprobación o desaprobación de una determinada tarea durante la labor de inspección.

Estas hojas de inspección se muestran en los apéndices del proyecto.

Hojas de verificación de avance

Las hojas de verificación de avance de obra serán importantes para recopilar y registrar el avance del proyecto por actividad, en la cual se detallan los tipos de obra que se ejecutan en la Sección de Mejoramiento de Barrios y las actividades que requieren ejecutarse. En estas hojas se podrán registrar el avance actual en la obra y compararlo con el avance que se registró anteriormente, con la finalidad de llevar un mejor control en los avances de la obra. Se incluye además una sección en la cual se podrá anotar la cantidad de materiales utilizados y los materiales disponibles, con el objetivo de compararlo con lo registrado por los encargados de las cuadrillas en las bitácoras de trabajo diario.

Cabe destacar que en las hojas de verificación se incluyeron actividades como colocación de blocks, colocación de postes para

mallas, colocación de malla, colocación de pasamanos y pintura, que, a pesar de no pertenecer al alcance de este trabajo, se añadieron a petición de la Sección de Mejoramiento de Barrios, ya que estas actividades también son ejecutadas en los proyectos que realiza la Sección.

Estas hojas de verificación de avance se muestran también en los apéndices del proyecto.

Bitácora de trabajo diario

Las bitácoras de trabajo diario se realizaron enfocadas para facilitarles a los encargados de las cuadrillas la manera de registrar las actividades que realizan diariamente. Estas se consideran importantes para controlar el avance de obra ejecutada, de manera que la información registrada sea clara y concisa; además, por su contenido, permitirá inspeccionar cuáles trabajadores se encuentran en el proyecto, la cantidad de materiales utilizados hasta un determinado momento y los materiales disponibles para realizar las actividades restantes para el desarrollo del proyecto.

Al igual que en las hojas de verificación de avance, se incluyeron en la bitácora de trabajo diario actividades como colocación de blocks, colocación de postes para malla, colocación de malla, colocación de pasamanos, pintura y otras, que, a pesar de no pertenecer al alcance de este trabajo, se añadieron a petición de la Sección de Mejoramiento de Barrios, ya que estas actividades también son ejecutadas en los proyectos que realiza la Sección.

Estas hojas de bitácora de trabajo diario se muestran en los apéndices del proyecto.

Conclusiones

- Como se aprecia en los cuadros de información y condiciones generales de todos los muestreos realizados, la hora de inicio de las labores es distinta debido al tiempo de traslado, la cantidad de tránsito durante las horas de la mañana y la ruta de traslado de las cuadrillas a los distintos proyectos, lo cual afecta el tiempo de labor diaria de las cuadrillas.
- No se logró determinar si la topografía en el sitio es un factor relevante que afecte los rendimientos de las cuadrillas, ya que en la mayor cantidad de los proyectos donde se realizó muestreos de productividad la topografía era plana, sin pendientes o irregularidades que permitiesen evaluar dicho factor.
- La falta de coordinación y organización al momento de realizar actividades, registrado en el muestreo #1 afecta el rendimiento de la cuadrillas, ya que la realización de actividades productivas recaen en pocos miembros de la cuadrilla.
- Se logró comprobar mediante la observación de los trabajadores durante los muestreos que los miembros de las cuadrillas irrespetan los tiempos establecidos para desayuno y almuerzo.
- El tránsito de vehículos en el sitio de construcción del proyecto, como se apreció en el muestreo #4, genera en los trabajadores de las cuadrillas temor y alerta, por lo que afecta la productividad de las cuadrillas.
- El diseño de sitio de algunos proyectos afectó el rendimiento de las cuadrillas, debido a que los trabajadores invertían tiempo excesivo en labores de acarreo y traslado de materiales y herramientas, según se apreció en el muestreo #3.
- Durante los muestreos #6 y #7 se logró comprobar que el control del estado de los equipos, herramientas y maquinarias no es adecuado, ya que se presentaron problemas con los mismos, los cuales generaron afectación en los rendimientos de las cuadrillas de trabajadores municipales
- Los rendimientos de las actividades muestreadas para la construcción de aceras con sus respectivas desviaciones estándar son los siguientes:
 - Remoción de capa vegetal de suelo: rendimiento promedio 0.43 m³/h, desviación estándar 0.23 m³/h.
 - Remoción de escombros y desechos: rendimiento promedio 0.39 m³/h, desviación estándar 0.06 m³/h.
 - Confección y colocación de encofrado: rendimiento promedio 13.07 m²/h, desviación estándar 7.29 m²/h.
 - Colocación y compactación de material de relleno: rendimiento promedio 1.70 m³/h, desviación estándar 0.66 m³/h.
 - Preparación de concreto: rendimiento promedio 0.96 m³/h, desviación estándar 0.39 m³/h.
 - Colocación de concreto: rendimiento promedio 1.68 m³/h, desviación estándar 0.78 m³/h.

- Acabados del concreto: rendimiento promedio 7.87 m²/h, desviación estándar 4.07 m²/h.
- Desencofrado: rendimiento promedio 36.91 m²/h, desviación estándar 14.64 m²/h.
- Los rendimientos de las actividades muestreadas para la construcción de cordón de caño o cunetas con sus respectivas desviaciones estándar son los siguientes:
 - Remoción de capa vegetal de suelo: rendimiento promedio 0.74 m³/h, desviación estándar 0.75 m³/h.
 - Remoción de escombros y desechos: rendimiento promedio 0.67 m³/h, desviación estándar 0.70 m³/h.
 - Confección y colocación de encofrado: rendimiento 5.54 m/h, no se obtuvo desviación estándar por ser un rendimiento único.
 - No se logró obtener rendimientos para la actividad de colocación y compactación de material de relleno, ya que en todos los proyectos en los que se realizaron muestreos dicha actividad ya se había efectuado.
 - Preparación de concreto: rendimiento promedio 0.47 m³/h, desviación estándar 0.37 m³/h.
 - Colocación de concreto: rendimiento promedio 0.63 m³/h, desviación estándar 0.49 m³/h.
 - Acabados del concreto: rendimiento promedio 3.96 m²/h, desviación estándar 0.61 m²/h.
 - Desencofrado: rendimiento promedio 13.33 m/h, no se obtuvo desviación estándar por ser un rendimiento único.
- Los rendimientos de las actividades muestreadas para la construcción de rampas de acceso y rampas de cruce peatonal. Estos rendimiento son datos únicos, es decir, no se lograron efectuar más de un muestreo, excepto para la actividad acabados del concreto.
 - Colocación y compactación de material de relleno: rendimiento 0.96 m³/h.
 - Preparación de concreto: rendimiento 0.75 m³/h.
 - Colocación de concreto: rendimiento 1.06 m³/h.
 - Colocación de blocks: rendimiento 18.04 unidad/h.
 - Preparación de mortero de pega de blocks: rendimiento 1.06 m³/h.
 - Colocación y soldadura de barandas: rendimiento 1.06 m/h.
 - Colocación de tubería PVC: rendimiento 10.50 m/h.
 - Colocación de malla electrosoldada: rendimiento 5.04 m²/h.
 - Colocación y confección de encofrado: rendimiento 4.05 m²/h.
 - Preparación de concremix: rendimiento 0.39 m³/h.
 - Colocación de concremix: rendimiento 0.68 m³/h.
 - Acabados del concreto: rendimiento promedio 3.21 m²/h, desviación estándar 2.66 m²/h.
- Considerando los resultados del estudio de rendimientos y productividad obtenidos en los 15 muestreos realizados, los rendimientos NO SE CONSIDERAN CONFIABLES, debido a que los valores calculados de desviación estándar y coeficiente de variación son muy altos, incluso algunos superando el 100%, esto debido a la poca cantidad de muestreos realizados debido a la Huelga Nacional de Trabajadores y a la variabilidad de ritmo de trabajo entre las cuadrillas municipales
- Se realizó una guía de construcción e inspección de obras civiles menores mediante lo observado en los muestreos de rendimiento y el criterio de los ingenieros de la Sección de Mejoramiento

de Barrios de la Municipalidad de San José.

- Se elaboraron hojas de verificación de inspección y avance de obra para los supervisores de proyectos y bitácoras de trabajo diario para los encargados de las cuadrillas, con la finalidad de realizar un control cruzado entre ambos registro de actividades realizadas diariamente en los proyectos.

Recomendaciones

- Fijar rutas para el traslado de las cuadrillas, o bien, utilizar aplicaciones como Waze para identificar qué rutas son las óptimas para el tránsito hasta los sitios de los proyectos.
- Se requiere realizar una mayor cantidad de muestreos de rendimientos en proyectos en los que la topografía del sitio es irregular para poder saber cuánto influye este factor en los rendimientos de las tareas que se requieran realizar.
- Se recomienda el cierre temporal o permanente de vías cercanas al sitio de construcción, para proteger a los trabajadores de las cuadrillas de posibles accidentes debido al tránsito.
- Para cuadrillas conformadas por más de cuatro trabajadores, se requiere que la cantidad de herramientas sea la óptima en función a las tareas que se requieren ejecutar, así como una mejor organización a la hora de efectuar las actividades, esto para mejorar los rendimientos en las actividades a realizar.
- Mejorar el diseño de sitio de algunos proyectos, de manera que los materiales y herramientas se ubiquen lo más cerca posible al sitio de realización del proyecto, con el fin de eliminar tiempos de acarreos y traslados innecesarios.
- Verificar el estado de las herramientas, equipo y maquinaria, así como los materiales a utilizar por las cuadrillas de trabajadores, de manera que no afecte los rendimientos en la realización de actividades.
- Alquilar servicios sanitarios portátiles y disponer de electrodomésticos para que los trabajadores puedan calentar sus alimentos.
- Se recomienda realizar una mayor cantidad de muestreos para todas las actividades de construcción de aceras, cordón de caño o cuneta y rampas, con el fin de obtener valores de rendimientos estadísticamente más confiables, principalmente aquellas en las que se calcularon un solo valor de rendimiento.
- Realizar la recolección de datos de rendimientos utilizando otras metodologías, por ejemplo, el uso de grabaciones de video, esto para no interferir en la labor de los trabajadores y que la recolección de datos en campo sea más discreta, esto para obtener mejores resultados de rendimiento y productividad.
- Se recomienda la aplicación de las hojas de verificación de inspección, avance de obra y bitácora de trabajo diario para mejorar el control de obra en la construcción de obras civiles menores.

Apéndices

Enseguida, se enumeran los materiales que utilizados para la culminación de este trabajo:

1. Apéndice N°1: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #1.
2. Apéndice N°2: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #2.
3. Apéndice N°3: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #3.
4. Apéndice N°4: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #4.
5. Apéndice N°5: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #5.
6. Apéndice N°6: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #6.
7. Apéndice N°7: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #7.
8. Apéndice N°8: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #8.
9. Apéndice N°9: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #9.
10. Apéndice N°10: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #10.
11. Apéndice N°11: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #11.
12. Apéndice N°12: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #12.
13. Apéndice N°13: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #13.
14. Apéndice N°14: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #14.
15. Apéndice N°15: Hoja de Excel para el Cálculo de Rendimientos del Muestreo #15.
16. Apéndice N°16: Guía de Construcción e Inspección e Obras Civiles Menores de la Sección de Mejoramiento de Barrios y Hábitat Comunitario de la Municipalidad de San José.
17. Apéndice N°17: Hoja de Verificación de Inspección de Obras Civiles Menores.
18. Apéndice N°18: Hoja de Verificación de Avance de Proyecto.
19. Apéndice N°19: Bitácora de Trabajo Diario.

Referencias bibliográficas

- Chang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: guía práctica para lograr resultados positivos* (Vol. 2). Ediciones Gránica SA.
- Urías de la Vega, L.A. (2005). *Rendimientos en la Construcción: Edificación*. México: Editorial UniSon.
- Crosby, P. B. (1980). *Quality is free: The art of making quality certain*. Signet.
- De Solminihac, H. (2011). *Procesos y técnicas de construcción*. Quinta Edición. Ediciones UC. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Henríquez, J. (2008) “*Estudio de rendimientos de mano de obra en la construcción de edificaciones en la ciudad de Maracaibo*”. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de Zulia, Venezuela.
- Martínez, D. I. A. R., & COLL, A. A. C. E. Inspección, dirección y supervisión de obras civiles control de obras de concreto.
- Montero, C. (2012). “*Estimación de tiempos en la ejecución de actividades de mantenimiento y obras menores en Recope, Moín*”. Proyecto Final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ing. en Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. Costa Rica.
- Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Alfaomega Grupo Editor, S.A de C. V. Ediciones Universidad Católica de Chile. Segunda Edición.