



Optimización del consumo de ACPM en volquetas doble troque y de las horas de trabajo de retroexcavadoras en el proceso de excavación.

Erick Daniel Jiménez Villadiego

Informe de práctica para optar al título de ingeniero civil

Asesor interno

Derly Estefanny Gómez García

M.Sc en Ingeniería Hidráulica y Saneamiento

Asesor externo

José José Herrera Núñez, Esp.

Universidad de Antioquia

Facultad De Ingeniería, Escuela Ambiental

Pregrado

Medellín

2023

Cita

(Jiménez Villadiego, 2023)

Referencia

Jiménez Villadiego, 2023. Optimización del consumo de ACPM en volquetas doble troque y de las horas de trabajo de retroexcavadoras en el proceso de excavación (pregrado). Universidad De Antioquia Medellín.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A padres, que siempre creyeron en mí en todo momento y estuvieron para mí en los momentos difíciles de toda mi carrera. A mi abuela, hermanos y mi tío Leopoldo que me dieron su apoyo incondicional porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

Agradecimientos

Agradecerles a los profesores y amigos que me acompañaron en este largo camino que fue mi carrera. A la universidad de Antioquia por abrir sus puertas de principio a fin en todo este paso.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos	12
2 Marco teórico	13
3 Metodología	15
3.1 Identificar las características físicas y de tránsito del lugar de desarrollo del proyecto además de la definición de propiedades del suelo.	16
3.2 Identificar las variables que nos determinan el consumo de las volquetas doble troque y el rendimiento de la retroexcavadora en el proceso de excavación.	19
3.3 Optimizar las variables que se presentan debido al proceso de excavación y disposición del material excavado.	21
4 Resultados	22
5 Conclusiones	25

Lista de tablas

Tabla 1	Calculo de rendimientos	22
Tabla 2	Cuadro comparativo de rendimientos de consumo de ACPM.....	23
Tabla 3	Cuadro comparativo de horas máquinas	24

Lista de figuras

- Ilustración 1 Caño de Bazurto y ciénaga las Quintas **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 2 Ruta 1 mercado de Bazurto – Parque Ambiental Los Cocos ...**¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 3 Ruta 2 Complejo De Raquetas – Parque Ambiental Los Cocos ...**¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 4 Estructura flotante “Bongo” **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 5 Draga excavadora..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 6 Draga “Niña Naty” **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 7 Distancia recorrida por las volquetas **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 8 Calculo de rendimientos..... **¡Error! Marcador no definido.**

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
ACPM	Aceite de combustible para motores.
M3	Metros cúbicos
EDS	Estaciones de servicio

Resumen

La empresa CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA es una empresa especializada en dragados y movimientos de tierra con una experiencia de 14 años. Para garantizar el mejor desempeño de sus equipos en las áreas de excavación, dragado y transporte de material, es necesario mantener un control de los rendimientos en el consumo de ACPM de sus volquetas y el control de horas de trabajo de las diferentes maquinarias pesadas que poseen. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue la identificación de variables que intervienen en un proceso de dragado, para así optimizar el consumo de ACPM de las volquetas doble troque en el proceso de cargue y descargue de material, además de las horas de trabajo realizadas por la maquinaria pesada. Para este trabajo se tuvo como punto de estudio el proyecto de dragado realizado por la empresa CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA en conjunto con CARDIQUE, en los cuerpos de agua caño de Bazurto y ciénaga las Quintas de la ciudad de Cartagena con el fin de mejorar su navegabilidad y estado de salubridad de ambos cuerpos de agua. Con la información recolectada en este proyecto sobre los rendimientos y las horas maquinas registradas se realizó un análisis a través de 2 cuadros comparativos con los valores obtenidos anteriormente por la empresa en distintas obras.

Para finalizar es importante recalcar que con este proyecto se llegaron a los resultados deseados ya que se alcanzaron los rendimientos requeridos y el aumento de trabajo de la maquinaria haciendo así más eficiente la operación. Por otra parte, la temática tratada en este proyecto sobre dragado está muy levemente desarrollada en el ámbito local ya que se encontró muy poca información bibliográfica sobre la misma.

Abstract

CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA is a company specialized in dredging and earthmoving with 14 years of experience. To guarantee the best performance of its equipment in the areas of excavation, dredging and transportation of material, it is necessary to keep control of the performance of its dump trucks in the consumption of ACPM and the performance of the different heavy machinery it owns. The objective of this work was the identification of variables that intervene in a dredging process, in order to optimize the consumption of ACPM of the double dump trucks in the process of loading and unloading of material, in addition to the hours of work performed by the heavy machinery. For this work, the dredging project carried out by the company Construcciones Civiles De La Costa together with CARDIQUE, in the water bodies of Bazurto channel and Las Quintas swamp in the city of Cartagena will be used as a study point in order to improve their navigability and the state of salubrity of both water bodies. The information collected in this project was compared with that previously obtained by the company, through 2 comparative tables on the consumption of ACPM of the dump trucks and the working hours of the machines for further analysis.

Finally, it is important to emphasize that with this project the desired results were achieved since the required performance and the increase in machinery work were reached, thus making the operation much more efficient. On the other hand, the subject treated in this project on dredging is very slightly developed in the local area since very little information was found on it.

Introducción

Una obra de dragado se define como el conjunto de operaciones necesarias para la extracción, el transporte y el vertido de materiales situados bajo el agua, ya sea en el medio marino, fluvial o lacustre. Estas tres etapas son fundamentales en toda obra de dragado y deben analizarse con detenimiento para optimizar la operación (Ortego Valencia, L. 2003). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue optimizar todo este conjunto de variables anteriormente enunciadas, en la obra de dragado ejecutada en el mangle de Bazurto ubicado en la ciudad de Cartagena.

Por otro lado, Bazurto es una de las zonas más importantes en la ciudad de Cartagena ya que es el centro de acopio y distribución de alimentos más grande de la ciudad, por lo cual mantener la salubridad y navegabilidad del mangle es indispensable. Debido a esto la empresa CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA en consorcio con la entidad CARDIQUE realizó un dragado aproximado de 130.000 m³ de material orgánico en descomposición. Para esto se implementaron unas retroexcavadoras Caterpillar de referencia 320DL, una mini retroexcavadora, una draga y un bongo, en el cual estuvo ubicada una de las máquinas para el retiro del material, que a su vez fue reubicada en el punto de acopio donde posteriormente se realizó el cargado a las volquetas doble troque que lo llevaron al botadero final previamente identificado. Todas estas técnicas de dragado fueron evidenciadas en el texto “técnicas de dragado en ingeniería marítima” el cual se puede encontrar en la bibliografía de este proyecto.

Finalmente, con el fin de obtener una reducción de costos en la realización de operaciones y mayores rendimientos de maquinarias a implementar se realizó una base de datos en Excel recopilando toda la información de consumo de ACPM por parte de las volquetas y las horas maquinas registradas por la maquinaria a lo largo de este proyecto. Asimismo, la base de datos contiene un cuadro comparativo de los rendimientos obtenidos en obras anteriores de la empresa CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA a través del sistema de georreferenciación DETEKTOR.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar el consumo de ACPM de las volquetas doble troque y el rendimiento de las horas de trabajo de las retroexcavadoras, para identificar las variables que intervienen en el proceso de excavación y disposición del material excavado. Para obtener el menor consumo de ACPM con el mayor rendimiento de las volquetas como la maquinaria.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar las características físicas y de tránsito del lugar de desarrollo del proyecto además de la definición de propiedades del suelo.
- Identificar las variables que nos determinan el consumo de las volquetas doble troque y el rendimiento de la retroexcavadora en el proceso de excavación.
- Optimizar las variables que se presentan debido al proceso de excavación y disposición del material excavado.

2 Marco teórico

Para la correcta comprensión de este trabajo es necesario el esclarecimiento de los siguientes conceptos.

- **Movimiento de tierra**

El movimiento de tierra es el conjunto de trabajos a desarrollar en un terreno para dejarlo apto para la construcción o proyecto a desarrollar, en el movimiento de tierra está involucrado el desmonte, descapote, excavación, terraplén y nivelado según la cota cero del diseño establecida en los planos de excavación o cimentación. Todos los proyectos de obras civiles encierran movimientos de tierra en gran y pequeña escala, si estas actividades no se planifican se tienen pérdidas económicas (tiempos muertos, desgaste de maquinaria, excesos de combustible y daños futuros en las obras construidas) Para dar inicio a realizar el control de calidad en movimientos de tierra es necesario conocer detalladamente las etapas que encierran esta actividad y de esta manera identificar los procesos, la gestión documental a diseñar, la lista de chequeos, y la medición de los objetivos (Serrano, L. C. 2021).

- **Dragado**

La sedimentación afecta la capacidad hidráulica para la navegabilidad en los ríos. Para hacer frente a este fenómeno es necesario realizar remociones del material de fondo, con el fin de mantener o aumentar la profundidad de los canales de acceso, navegación y áreas de atraque, de este modo garantizar el paso seguro de embarcaciones (De Jesús Doria García, R.2019).

- **Batimetría**

Para poder calcular de forma precisa los volúmenes disponibles y delimitar las zonas tanto de dragado como de vertido, es imprescindible tener un buen conocimiento del fondo marino. Esta información no suele estar disponible, por lo que resulta necesario realizar una campaña batimétrica que debe contener la siguiente información:

- Profundidad del fondo en varios puntos de medida convenientemente espaciados.
- Posición planimétrica de estos puntos.
- Medidas de las variaciones del nivel medio del mar.

Se debe incluir también la definición de todo tipo de obstáculos que puedan representar un peligro para la operación, como emisarios o canalizaciones, cableados, o salientes de escolleras (Ortego Valencia, L. 2003).

- **Dragado mecánico**

Draga de retroexcavación La cuchara de la retroexcavadora muestra su cara cóncava hacia atrás, por lo que durante la excavación el cucharón se acerca a la pontona. La cuchara penetra de arriba hacia abajo en la capa de material a dragar. El esquema de trabajo es muy similar al de las dragas de pala frontales, excavando coronas circulares. Pero estos equipos pueden trabajar en avance, como las dragas de pala frontales, o en retroceso, produciendo en este caso menores derrames y mejor calidad del fondo dragado. Gracias a la posibilidad trabajar en ambos sentidos, se mejora el rendimiento del dragado de materiales compactos o rocas quebrantadas. Las dragas retroexcavadoras de cables son muy útiles en el dragado de arcillas cohesivas, ya que permiten instalar unos empujadores en la parte inferior del brazo articulado de excavación, que facilitan el vaciado del caso (Ortego Valencia, L. 2003).

- **Nivel de agua**

Nivel de agua Se denomina nivel del agua en una corriente o en un cuerpo de agua, a la elevación o altura de la superficie del agua en un punto, el cual está relacionado topográficamente a un punto de referencia identificado con una cota arbitraria o al nivel medio del mar (IDEAM, 2007).

- **Rendimiento**

Según la real academia de la lengua española (RAE) el rendimiento es la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados, para dicho caso se usará la ecuación de medición de rendimiento presentada en la Ecuación 1 (Rae.es.2022).

$$Re = \frac{km}{Gls} \quad [1]$$

Donde:

- Re es el rendimiento.
- Km son los kilómetros recorridos por las volquetas.
- Gls son los galones suministrados

- **Coefficiente de expansibilidad**

Se puede considerar el suelo como un material granular, compuesto por granos sólidos, el cual contempla también en su composición agua y aire en los espacios vacíos. Es un material muy utilizado para fines ingenieriles, como agregado de cualquier mezcal o como cimiento y/o soporte de pequeñas y enormes estructuras; de ahí su relevancia y gran importancia. Este material granular (el suelo), no es homogéneo, es decir, se pueden presentar diversos tipos, dependiendo del tamaño de los granos, la presencia de humedad, consistencia, textura, entre otras características, condiciones que hacen variar su comportamiento y funcionalidad ante cualquier evento en que se puedan utilizar (Fontalvo, R. J. G. 2018). Por todo esto es importante recalcar que en los procesos de excavación hay una propiedad inherente del suelo que es su coeficiente de expansibilidad pues cuando este es removido tiende a expandirse por su condición natural.

- **Sistemas de georreferenciación**

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son una de las recientes innovaciones tecnológicas que han surgido para facilitar la gestión de territorios y el medio ambiente, facilitando la búsqueda o localización de diferentes objetos, a través de los mapas digitales, utilizados por algunos usuarios para la localización de lugares generales, muy pocas ocasiones para el monitoreo y desarrollo y evolución de los emprendimientos. En este trabajo se implementará el uso de un sistema de georreferenciación llamado DETEKTOR el cual nos brindara la información de la velocidad, horas de trabajo entre otras funciones tanto de las volquetas como de la maquinaria pesada. (Ulpo Hernández, H. O., Reyes Quijije, A. F., Ovalle Correa, B. H., & Ramos Mosquera B. 2020).

3 Metodología

Para la correcta interpretación de la metodología se dividió 3 secciones, las cuales corresponden a los objetivos que se fueron alcanzando con el transcurrir de la obra. En la sección 3.1 se evidencian la características físicas y estudios preliminares del proyecto. En la sección 3.2 se determinan todas

las variables que se tuvieron en cuenta para la optimización del proyecto y la puesta en marcha de la obra. Por último, en la sección 3.3 se evidencia la digitalización final de todos los datos obtenidos acerca de los rendimientos del consumo de ACPM de las volquetas y las horas maquinas registradas por la maquinaria.

3.1 Identificar las características físicas y de tránsito del lugar de desarrollo del proyecto además de la definición de propiedades del suelo.

Con el fin de hacer un análisis de la zona en la cual se encuentra el proyecto, se hizo un sondeo de zonas aledañas al mismo para indagar sobre posibles factores que pudieran afectar el normal desarrollo de las actividades. El trabajo se desarrolló en la ciénaga de las Quintas y el caño de Bazurto, dos de los cuerpos de agua que componen el sistema lagunar de Cartagena de Indias. Entre los lugares localizados alrededor del caño de Bazurto, se encuentran el Complejo de Raquetas, el Centro Cultural y Mega Biblioteca Digital del Pie de la Popa y los barrios Manga, Pie de la Popa y Pie del Cerro. Mientras que, los barrios Chino, El Prado, La Quinta, Martínez 65 Martelo y La plaza de mercado (mercado de Bazurto) se ubican en torno a la ciénaga. En estos barrios, se encuentran cuencas hidrográficas que drenan hacia los cuerpos de agua estudiados (EPA & Universidad de Cartagena, 2015). Todo lo anterior lo podemos ver referido en la ilustración 1 sobre la zona de interés del proyecto.



Ilustración 1 Caño de Bazarro y ciénaga las Quintas

Obtenida de. Análisis de los niveles de agua del caño de Bazarro y de la ciénaga de las Quintas en Cartagena de Indias.

Fuente: Propia

En este punto se buscó hacer un análisis de tránsito para elegir la ruta con menor tráfico vehicular y más corta en distancia con el fin de realizar la operación de forma óptima. Para este trabajo se utilizaron 4 volquetas doble troque en horario nocturno debido a que se evidencio que la mayor afluencia de carros es entre las horas de las 5:00 A.M. a las 6:00 P.M. es importante recalcar que la zona de intervención está cerca de la plaza de abastecimiento de alimentos más importante de la ciudad por lo cual los tiempos de cargue del material dragado fueron muy variables.

Las volquetas tuvieron 2 puntos específicos de cargue de material las cuales llamaremos ruta 1 y ruta 2 (Ilustraciones 2 y 3), el primer punto de cargue de material fue mercado de Bazarro con una distancia total de 24,8 km hasta el punto de disposición final. Luego el complejo de raquetas de Cartagena fue el segundo punto de cargue de material con una distancia de 26,4 km hasta el punto de disposición final del material. El punto de disposición final del material para ambas rutas fue el Parque Ambiental Los Cocos (botadero los cocos).

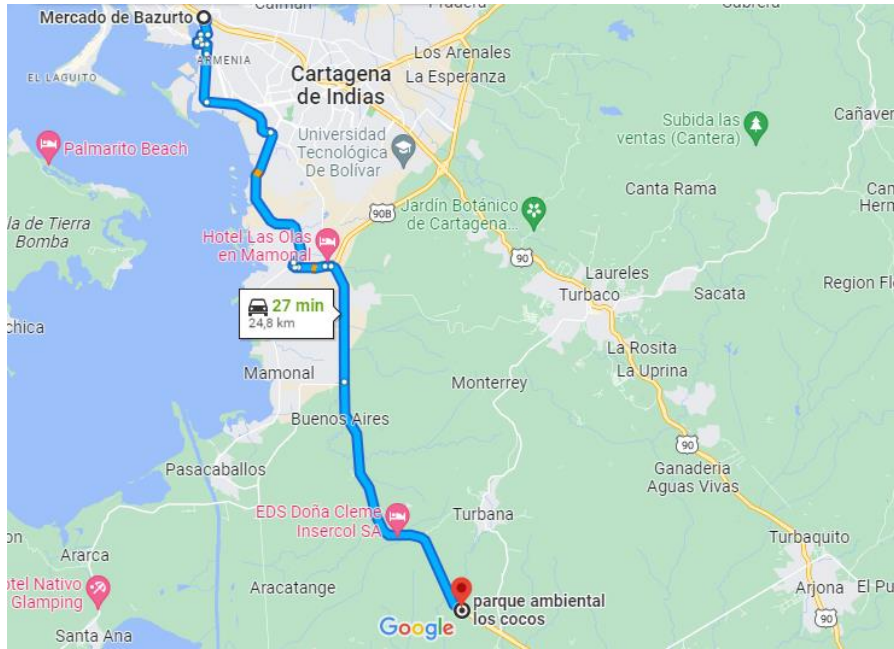


Ilustración 2 Ruta 1 mercado de Bazurto – Parque Ambiental Los Cocos.

Fuente: Google Maps.

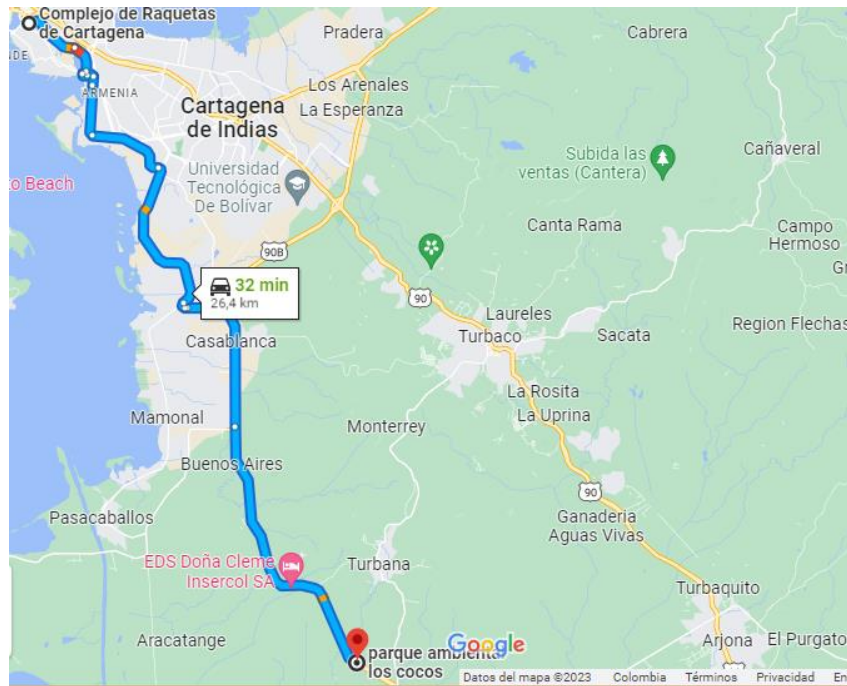


Ilustración 3 Ruta 2 Complejo De Raquetas – Parque Ambiental Los Cocos.

Fuente: Google Maps.

Previo a la intervención por parte de la maquinaria pesada en el lugar de desarrollo del proyecto se realizó el estudio de suelo y análisis topográfico de la zona a intervenir suministrado por la empresa contratista CARDIQUE en donde se obtuvo la batimetría del caño de Bazurto y ciénagas las Quintas; con esto se determinó que la cantidad de material a extraer del cuerpo de agua era de un total de 130.000 m³.

3.2 Identificar las variables que nos determinan el consumo de las volquetas doble troque y el rendimiento de la retroexcavadora en el proceso de excavación.

Con los planos topográficos, estudio de suelo, batimetría del lugar y estudio de tránsito entre las rutas de carga y lugar de disposición final del material se identificaron las variables a tratar con las que se logró la optimización del proyecto. Se procedió a realizar la intervención por parte de la maquinaria y las volquetas al lugar de interés. Con el estudio de suelo se determinó que el material a trabajar era una arcilla y material orgánico en descomposición, por lo cual era necesario evitar el uso de maquinarias pesada en el sitio de intervención debido al alto riesgo de hundimiento de las mismas. Para solventar esto fue necesario el uso de una plataforma flotante como lo podemos evidenciar en la ilustración 4, en dicha plataforma estuvo situada una retroexcavadora de referencia 320DL de brazo largo para extraer el material en cuestión, como se puede ver en la ilustración 5. La draga “Niña Naty” también fue requerida para sacar el material de forma hidráulica.



Ilustración 4 Estructura flotante “Bongo”.

Fuente: propia.



Ilustración 5 Draga excavadora.

Fuente: propia.

Para el cargue de las volquetas fue necesario una mini retroexcavadora debido al tipo de suelo en el cual se estaba ejecutando la obra. Con esta máquina se dispuso el material ubicado en las piscinas creadas por las dragas y del material recolectado por la máquina que estaba sobre la estructura flotante. La mini retroexcavadora fue necesaria para realizar los diques o montículos de tierra donde posterior desembocaría el material líquido extraído por la draga “Niña Naty” en la Ilustración 6, de esta forma se realizaron las llamadas piscinas de material. Para el retiro de este material fue necesario dejarlo secar o deshidratar entre 3 y 4 semanas, luego de esto el material ya estaba en óptimas condiciones para poder ser transportado al botadero.



Ilustración 6 Draga “Niña Naty”.

Fuente: Propia.

Luego de todo el proceso de extracción, transporte y disposición final del material dragado se procedió a calcular los rendimientos en el consumo de ACPM de las 4 volquetas doble troque que se utilizaron en el proyecto.

3.3 Optimizar las variables que se presentan debido al proceso de excavación y disposición del material excavado.

Para finalizar este proyecto se procedió a cuantificar los datos obtenidos día a día sobre los rendimientos de consumo de ACPM de las volquetas y las horas maquinas registradas a lo largo de todo el periodo. Para el cálculo del rendimiento fue necesario llevar un control estricto de los galones de ACPM suministrados por parte de la EDS haciendo seguimiento diario, a través de un reporte realizado por correo electrónico y facturación.

Para la medición de los kilómetros recorridos por las diferentes volquetas se revisó diariamente en la página web del GPS Detektor como lo podemos ver en la ilustración 7, de esta manera se obtuvieron los kilómetros recorridos durante la operación de cargue y descargue de material. Para el control de los galones de ACPM el consorcio eligió como empresa suministradora de combustible la estación de servicio Distri EDS, la cual fue la única autorizada para el suministro y quien por medio del envío diario de los registros de combustible permitía llevar el control real sobre lo suministrado.

Usuario: CONSTRUCIVILES | Manual de Mapas PDF | Manual GPS Portatil | Para Monitoreo 2088900 Soporte y Monitoreo Opción 2 o 018000935225 Quejas y Reclamos 2088900 Opción: 6

Estadístico Libre Libre Libre Libre

DETEKTOR GPS
INFORME ESTADISTICO
Fecha informe: 2023-04-11 17:52:11

NOTA: Los valores generados en este informe estadístico son aproximados y están sujetos a variaciones de acuerdo con la cantidad y disponibilidad completa de la información que se genera usando las señales de GPS, que en algunas ocasiones pueden ser inexactas o faltar

Placas - ALIAS	Opcion / Dias	Agosto		
		27	28	Total
TVB946	Distancia Recorrida (Km)	236,00	6,10	242,10
TVB947	Distancia Recorrida (Km)	108,10	0	108,10
TVB950	Distancia Recorrida (Km)	230,20	0,70	230,90
TVC042	Distancia Recorrida (Km)	221,10	4,50	225,60

Ilustración 7 Distancia recorrida por las volquetas.

Obtenida de la plataforma Detektor.

Fuente: propia.

Luego se digitalizó la información suministrada por Detektor y la EDS. Se procedió a determinar por medio de la Ecuación 1 los rendimientos diarios de cada volqueta en Excel, obteniendo con esto una tabla diaria como la que se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1 Cálculo de rendimientos.

Placas	Distancia Km	Galones	Rendimiento
TVB946	240,9	30	8,0
TVB947	108,1	30	3,6
TVB950	234,4	35	6,7
TVC042	237,3	35	6,8

Los rendimientos finales obtenidos no debían ser menores a 5,5 km/gl debido a que éste fue el rendimiento óptimo requerido por la empresa. Así mismo luego de tener el rendimiento diario con el transcurrir del tiempo se obtenía el rendimiento semanal, y así hasta obtener el rendimiento mensual con el cual se realizó el cuadro comparativo con respecto a obras anteriores de dragado realizado por la empresa donde también se obtuvieron rendimientos del consumo de ACPM de las volquetas.

4 Resultados

Para el correcto entendimiento de los resultados estos se dividieron en 2 secciones, la primera donde se muestra la optimización del consumo de ACPM por parte de las volquetas, ya que muestran los rendimientos finales acumulados por cada una de ellas. En la segunda sección se muestran las “horas máquinas” obtenidas a lo largo de este proyecto y se comparan con horas de trabajo anteriores en una misma cantidad de días de desarrollo del proyecto.

4.1 optimización del consumo de ACPM de las volquetas

Con la terminación a conformidad de la obra de dragado realizada en el caño de Bazurto y Ciénaga las quintas, se realizó un cuadro comparativo con todos los datos de los rendimientos del consumo de ACPM diarios de las volquetas obtenidos en los 5 meses de desarrollo del proyecto. Asimismo, los datos de rendimientos de estas en obras anteriores previamente suministrados por

LA EMPRESA CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA, que se obtuvieron antes del comienzo de actividades del presente proyecto.

Tabla 2 Cuadro comparativo de rendimientos de consumo de ACPM.

CUADRO COMPARATIVO DE RENDIMIENTOS			
RENDIMIENTO OBTENIDO EN PRACTICAS			
Placas	suma de km	suma de GL	rendimiento acumulado
TVB946	9575,91	1710	5,6
TVB947	10369,85	1705	6,1
TVB950	9272,33	1422	6,5
TVC042	6923,3	1265	5,5
REDIMIENTOS SUMINISTRADOS POR EMPRESA C.C.C			
Placas	Suma de Km	Suma de GL	Rendimiento
TVB946	12357,08	2065	6,0
TVB950	12817,84	2230	5,7
TVB947	10810,02	2080	5,2
TVC042	13748,1	2356	5,8

Como podemos observar de la Tabla 2 en este trabajo se obtuvo un rendimiento adecuado ya que el mínimo rendimiento en cuanto a consumo de ACPM fue de 5,5 km/gl y el mínimo exigido en este trabajo fue de 5,5 km/gl. Además, se obtuvieron rendimientos muy buenos como el establecido por la volqueta TVB950 que fue de 6,5 km/gl. También se logra evidenciar que los rendimientos obtenidos no varían mucho de las suministrados por LA EMPRESA CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA COSTA.

4.2 Optimización de trabajo de la maquinaria pesada.

Para el cuadro comparativo de las horas maquinas trabajada por la retroexcavadora 320DL y la mini retroexcavadora fue necesario llevar no solo el control diario a través de la plataforma Detektor, sino también por el horómetro que posee la máquina para así llevar un seguimiento más preciso y adecuado del mismo. Con toda esta información y los anexos que se encuentran en Excel se procedió a realizar el respectivo cuadro comparativo.

Tabla 3 Cuadro comparativo de horas máquinas.

HORAS MAQUINA 9 MAYO AL 1 DE JUNIO		
RETRO 320DL	Horas trabajadas	66
MINIRETRO	Horas trabajadas	42
HORAS MAQUINA 9 DE SEPTIEMBRE AL 10 DE OCTUBRE		
RETRO 320DL	Horas trabajadas	80
MINIRETRO	Horas trabajadas	56
HORAS MAQUINA 15 DE OCTUBRE AL 24 DE OCTUBRE		
RETRO 320DL	Horas trabajadas	39
MINIRETRO	Horas trabajadas	26

Con la tabla 3 del cuadro comparativo podemos precisar que, con la reubicación de la maquinaria y la mejor disposición del material, se obtuvo un mayor número de horas de trabajo por parte de las mismas. Es importantes mencionar que, no hay reporte de horas maquinas luego del 24 de octubre debido a que el dragado se continuo únicamente de forma hidráulica con la draga ya anteriormente mencionada.

5 Conclusiones

Como punto de partida es importante mencionar que se obtuvieron los rendimientos esperados tanto en consumo de ACPM como en las horas máquinas registradas por la maquinaria pesada. Sin embargo, no se tuvieron en cuenta variables externas a este estudio como lo son las condiciones climatológicas, debido a que cuando se presentaron fuertes precipitaciones la producción tanto de horas maquinas como del rendimiento de las volquetas disminuyó de forma considerable haciendo así que los rendimientos finales obtenidos se dispersaran un poco de la realidad. Todo esto se debe en principio a la baja estabilidad del terreno tanto a la hora de cargar las volquetas como en el botadero donde se descargaba el material, también la baja velocidad de circulación afectaba de forma directa los rendimientos.

Para lograr unos correctos rendimientos del consumo de ACPM de las volquetas fue necesario trabajar con estas al límite de su capacidad, corriendo el riesgo de que sufrieran una avería en la bomba de combustible, producto del bajo nivel de ACPM con el que terminaban luego de una jornada de trabajo.

Con la realización de este trabajo podemos evidenciar que la implementación de un dragado mixto para la limpieza de cuerpos de agua es de alta eficiencia en cuanto a tiempo de entrega de la obra, ya que mientras el material sacado por la draga se secaba o deshidratava para estar en condiciones óptimas de transporte, la retroexcavadora en el bongo podía ir sacando material y con esto optimizando los tiempos de las actividades.

Por último, debido a la poca bibliografía encontrada respecto a la temática de dragados y técnicas del mismo, se puede decir que es un tema poco estudiado en el ámbito de la ingeniería.

Referencias

1. Serrano, L. C. (2021). Control de calidad en movimientos de tierra para cimentaciones. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/41467>.
2. De Jesús Doria García, R. (2019). Metodología para la programación de dragados a partir del régimen hidrológico. Universidad Del Norte.
3. (S/f). Rae.es. Recuperado el 11 de octubre de 2022, de <https://www.rae.es/desen/rendimiento>
4. (S/f-b). Rae.es. Recuperado el 11 de octubre de 2022, de <https://www.rae.es/dpd/optimizar>
5. Ulpo HernándezH. O., Reyes QuijijeA. F., Ovalle CorreaB. H., & Ramos MosqueraB. (2020). ANALYSIS OF THE GEORREFERENCING SYSTEMS FOR ENTREPRENEURSHIPS. Universidad Ciencia Y Tecnología, 24(99), 24-31. Obtenido de <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/292>
6. Fontalvo, R. J. G. (2018). Determinación del factor de expansión y compactación de suelos en barranquilla y su área metropolitana [Universidad De La Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/287/1052981740.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. EPA. (2015). Diseño del sistema inteligente de monitoreo de la calidad ambiental del distrito de cartagena. Cartagena de Indias. Recuperado a partir de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/ftp-uploads/dt-tomo-0-generalidades.pdf>
8. IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua.
9. Ortego Valencia, L. (2003). Técnicas de dragado en Ingeniería marítima.