



Apoyo a la interventoría y análisis de rendimientos en la construcción del proyecto “Villa del Carmen” supervisado por el municipio de El Carmen de Viboral, Antioquia.

Daniel Mauricio Álvarez Alzate

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Modalidad de Práctica
Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesor
Diana Patricia Moreno Palacio, Doctor (PhD)

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2025

Cita

(Álvarez Alzate, 2025)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Álvarez Alzate D. M. (2025). *Apoyo a la interventoría y análisis de rendimientos en la construcción del proyecto “Villa del Carmen” supervisado por el municipio de El Carmen de Viboral, Antioquia*. [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación de Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Después de haber llegado a esta instancia quisiera dedicar este logro a:

Mi madre Laura Teresa Alzate Montoya por ser esa persona que siempre ha estado ahí para apoyarme en mi camino, en cada uno de mis proyectos y enseñarme que con amor todo se puede lograr, gracias por enseñarme el verdadero significado de amor, a mi familia quienes han sido mis referentes de esfuerzo, dedicación y disciplina.

A ellos por ser mi mayor motivación y apoyo en este camino de ser profesional.

Agradecimientos

En primer lugar agradecerle a Dios por guiarme y bendecirme con cada una de las oportunidades que se me han presentado en el camino, a mi madre por darme ese apoyo y amor incondicional y estar siempre ahí incluso en esos momentos difíciles; a mi familia también agradezco de todo corazón por ese apoyo, esas palabras de aliento y motivación en todo momento, gracias por inspirarme; Agradezco infinitamente a la universidad por todo lo que me ha enseñado hasta hoy y poner en mi camino esos profesores que no se limitaron en transmitir conocimiento sino también dejar en mi mucha motivación y pasión por esta bella profesión de la ingeniería. Gracias a todos y cada una de las personas o empresas que hicieron parte de este proceso, gracias por el conocimiento compartido, las enseñanzas que me dejaron y la oportunidad de adquirir un poco de experiencia antes de mi título académico.

Para todos de todo corazón, gracias

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
1. Introducción	9
2. Objetivos	10
3. Marco teórico	11
4. Metodología	14
5. Diagnóstico y recopilación de información	16
6. Seguimiento y registro de las actividades.	21
7. Análisis y evaluación de resultados	32
8. Conclusiones	36
Referencias	38
Anexos.....	39

Lista de tablas

Tabla 1. Formato de registro de rendimientos de las actividades de construcción.	29
Tabla 2. Ejemplo 1. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.....	30
Tabla 3. Ejemplo 2. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.....	30
Tabla 4. Ejemplo 3. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.....	31
Tabla 5. Ejemplo 4. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.....	31
Tabla 6. Consolidado rendimientos de maquinaria en actividades de movimiento de tierras.	32
Tabla 7. Rendimientos promedio de las actividades.	33

Lista de figuras

Figura 1. Localización del proyecto en un contexto municipal.	16
Figura 2. Etapa 1 del proyecto finalizada “Villa del Carmen”, evento entrega a la administración.	17
Figura 3. Área para la construcción de la segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	22
Figuras 4 y 5. Inicio de actividades adecuación de terreno segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	22
Figura 6. Excavaciones segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	23
Figuras 7 y 8. Fin de excavaciones segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	23
Figura 9. Actividad de extensión de material limo segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	24
Figura 10. Instalación de plástico para protección de limo segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	24
Figuras 11 y 12. Compactación de material limo segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	25
Figura 13. Instalación geotextil y reemplazo en base granular segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.	26
Figuras 14 y 15. Extensión y compactación primera capa base granular del proyecto “Villa del Carmen”.	27
Figuras 16 y 17. Fin primera capa base granular y colocación de plástico para protección de lluvias “Villa del Carmen”.	28

Resumen

El presente trabajo contiene la relación de las actividades realizadas en el apoyo en la interventoría técnica y al análisis de los rendimientos en las actividades de construcción de la segunda etapa del proyecto de vivienda (VIS) “Villa del Carmen”, ubicado en la zona norte del Municipio de El Carmen de Viboral, Antioquia.

Como practicante de ingeniería civil, el autor realizó actividades de apoyo a la interventoría técnica del proyecto con el objetivo de que la obra cumpliera con las especificaciones técnicas y normativas. De igual manera se realizó un análisis de rendimientos, mediante un seguimiento al progreso de la construcción, en el transcurso de la etapa inicial del proyecto.

Durante la ejecución de este trabajo se buscó identificar factores que pudieran afectar los rendimientos, realizando un seguimiento a las actividades de adecuación del terreno siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico. Por otra parte, se buscó realizar un seguimiento a la construcción de los elementos estructurales del edificio los cuales, durante el período de pasantía, no se iniciaron debido a circunstancias externas al autor y a la administración municipal.

Adicionalmente como auxiliar de interventoría, se hizo un seguimiento normativo al proyecto, abarcando las especificaciones para el estudio geotécnico, adecuación del terreno, control de materiales para el reemplazo y cumplimiento de la normativa en la conformación de la rasante.

Palabras clave: interventoría, análisis de rendimientos, maquinaria pesada.

Abstract

The present work includes a report on the activities carried out in support of technical supervision and analysis of performance in the construction activities of the second stage of the housing project “Villa del Carmen” located in the northern area of the municipality of El Carmen de Viboral, Antioquia.

As a civil engineering trainee, the author carried out activities to support the technical supervision of the project to ensure that the work complied with the technical and regulatory specifications. Likewise, a performance analysis was carried out, by monitoring the progress of the construction, during the initial stage of the construction of the project.

During the execution of this project, efforts were made to identify factors that could impact productivity by closely monitoring the land preparation activities in accordance with the recommendations of the geotechnical study. Additionally, the project aimed to oversee the construction of the building's structural elements, which, during the internship period, were not initiated due to circumstances beyond the control of the author and the municipal administration.

Additionally, as a technical supervision assistant, regulatory compliance of the project was monitored, covering specifications for the geotechnical study, suitability of the land, control of materials for replacements and compliance with regulations for ground level formation.

Keywords: supervision, performance analysis, heavy construction equipment.

1. Introducción

El proyecto de vivienda de interés social denominado “Villa del Carmen” está ubicado en El Carmen de Viboral (Antioquia), el cual está integrado por 2 torres de 12 niveles cada una, para un total de 180 viviendas, cada una con un área privada de 56,50 m², este proyecto es supervisado por la secretaria de infraestructura física del Municipio, el cual aportó el lote, con avalúo comercial de \$722.501.610, ubicado donde era la antigua planta de sacrificio, la empresa encargada de la construcción es “MOCAGON” del municipio de Envigado y “ROCCAA S.A.S” es la empresa que está encargada de la interventoría técnica, administrativa, financiera y legal.

Durante los cuatro meses de acompañamiento en el proyecto, se apoyó la interventoría técnica de la fase inicial de la segunda etapa, la cual contempla la construcción de una edificación de doce (12) niveles, para un total de noventa y seis (96) apartamentos, mediante un control del cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas conforme al “*Manual de Especificaciones Técnicas*” elaborado por la administración municipal.

También se realizó un seguimiento a los rendimientos y avances de las actividades de construcción, mediante la observación y registro del desempeño de la maquinaria utilizada en la adecuación del terreno y la conformación de la rasante, siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico respecto a las excavaciones, llenos o reemplazos de materiales. También, en este trabajo, se identificaron aquellos factores que impactaron negativamente los rendimientos de las actividades, por ende, la ruta crítica del proyecto. Este análisis se realizó con la información recolectada mediante la observación directa en campo y el registro de cada una de las actividades del avance de obra.

Por último, los resultados de este trabajo académico pretenden servir de ayuda para los constructores en la planeación y formulación de los proyectos y la toma de decisiones en la ejecución de las obras.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Apoyar la interventoría técnica mediante un control del cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas y el análisis de los rendimientos en las actividades de construcción de la segunda etapa del proyecto de vivienda “Villa del Carmen” en el Municipio de El Carmen de Viboral.

2.2 Objetivos específicos

- Efectuar un seguimiento técnico y normativo del proyecto.
- Realizar un acompañamiento en el proceso constructivo de la fase inicial del proyecto.
- Elaborar un formato para registro y seguimiento a los rendimientos de las actividades constructivas durante la etapa inicial del proyecto.
- Determinar los rendimientos logrados en el proyecto.
- Identificar aquellos factores que afectan negativamente la productividad de las actividades desarrolladas.

3. Marco teórico

En este capítulo se explican los conceptos fundamentales relacionados con los proyectos de construcción de viviendas en ingeniería civil, con especial énfasis en la planificación y el control de actividades. Para facilitar la comprensión del tema, se presenta a continuación una serie de términos clave junto con una breve explicación sobre la importancia de los rendimientos de la maquinaria en una obra, que serán de gran utilidad para entender la terminología específica utilizada en este trabajo.

La **supervisión** consiste en el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico que, sobre el cumplimiento del objeto del contrato, es ejercida por la misma entidad estatal cuando no requieren conocimientos especializados. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

La **interventoría** consiste en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

Una **actividad** es una serie de acciones, desplazamientos y esperas, ejecutadas en forma continua y metódica, por una cuadrilla de uno o varios obreros, con el fin de producir, adecuar o ensamblar materiales, con la ayuda de herramientas o equipos, para adelantar un proceso constructivo. (Cano & Duque, 2000).

La **duración** de una actividad es el lapso de tiempo transcurrido entre la iniciación de una actividad y su terminación. (Cano & Duque, 2000).

El **rendimiento** de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora; Las unidades de trabajo o de obra más comúnmente empleadas en un movimiento de tierra son el m³ o la tonelada (t), pero en otras actividades de la

construcción se usan otras más adecuadas, como el metro lineal en la construcción de zanjas o de pilotes o el m² en las pantallas de hormigón. La unidad de tiempo más empleada es la hora, aunque a veces la producción se expresa por día. (Tiktin, 1997)

El **rendimiento de mano de obra** se define como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre) (Botero, 2002).

El **consumo de mano de obra** es la cantidad de recurso humano en hH, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH /um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra (Botero, 2002)

La **eficiencia** son las característica del método o procedimiento para ejecutar una actividad, que lo hace óptimo por el mínimo consumo de los recursos, tiempo y costo, o por el máximo rendimiento de estos. La ejecución de una actividad puede hacerse utilizando diferentes métodos eficaces, con distintos grados de eficiencia, pero solo uno de ellos será el más eficiente respecto a alguno de los recursos (Cano & Duque, 2000).

Los **factores de afectación** son el conjunto de condiciones y/o circunstancias que de alguna manera pueden afectar la normal ejecución de una actividad (Cano & Duque, 2000).

Se denomina **movimiento de tierras** al conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras públicas, minería o industria.

Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son:

- Excavación

- Cargue
- Acarreo
- Extendido
- Compactación

Los materiales se encuentran en la naturaleza en formaciones de muy diverso tipo, que se denominan **bancos**, en **perfil** cuando están en la traza de una carreta y en **préstamos** fuera de ella. Le excavación consiste en extraer o separar del banco porciones de su material. Cada terreno presenta distinta dificultad y por ello en cada caso se precisan medios diferentes para afrontar con éxito su excavación (Tiktin, 1997).

Las obras realizadas con tierras han de ser apisonadas enérgicamente para conseguir un comportamiento mecánico acorde con el uso al que están destinadas. Este proceso se conoce genéricamente como **compactación** (Tiktin, 1997).

Los **rendimientos de maquinaria pesada** en los movimientos de tierras son una base sólida que aporta información valiosa para los procesos de planeación, estimación de costos y control, y así mismo mejora los presupuestos y cotizaciones, ajustará de mejor forma los cronogramas de actividades ligadas a los movimientos de tierra. La tabla de rendimientos de maquinaria pesada tomado en obra es una opción con la que se cuenta a nivel local para estimar de forma precisa, puntual y objetiva los rendimientos de un equipo pesado al momento de realizar el movimiento de tierras (Bello Lozano & Álvarez Barrios, 2015).

4. Metodología

A continuación, se describen las diferentes fases de ejecución de la propuesta de práctica.

3.1 Diagnóstico inicial y recopilación de información

El objetivo de esta fase fue identificar las condiciones actuales del proyecto para establecer un plan de trabajo. Además, buscó recopilar información técnica relevante como especificaciones normativas y una revisión del estudio geotécnico.

- Levantamiento de información técnica del proyecto, incluyendo estudios previos (estudio geotécnico y planos estructurales) y las especificaciones normativas.
- Reconocimiento de las condiciones actuales de la obra, estado de las actividades y recursos disponibles (maquinaria, materiales y personal).

3.2 Seguimiento y registro de las actividades constructivas

Se realiza la supervisión y registro de las actividades de construcción mediante observación directa en campo con el fin de consolidar la información, definiendo cantidades, tiempos de ejecución y observación de factores que afectaron estos rendimientos.

- Seguimiento a la adecuación del terreno, excavaciones, reemplazo de materiales y conformación de la rasante.
- Registro del desempeño de la maquinaria y sus tiempos de trabajo en obra.

3.3 Análisis de rendimientos y evaluación de factores críticos

Se identifican y analizan los factores que afectan los rendimientos de las actividades constructivas con el fin de evaluar su impacto en los tiempos de ejecución del proyecto.

- Monitoreo continuo de los avances de la obra mediante visitas de campo y registro diario de las actividades.
- Identificación de factores críticos que impactaron los tiempos de ejecución de las actividades.

3.4 Elaboración de reportes finales y trabajo académico

Se consolida la información recopilada y los análisis realizados para producir los documentos finales que reflejen el desarrollo y los resultados de la práctica académica.

- Recopilar toda la información obtenida durante las fases previas, incluyendo análisis de rendimientos, informes de seguimiento y observaciones sobre los avances de obra.
- Organización de la información recopilada para facilitar su análisis.
- Redacción del trabajo académico según las pautas establecidas para la presentación de los resultados y aprendizajes obtenidos durante el tiempo de pasantía.

5. Diagnóstico y recopilación de información

En esta sección se presentan los resultados del proceso de levantamiento de información inicial, descripción del proyecto y algunos datos técnicos relevantes para el desarrollo de la segunda etapa del proyecto de vivienda.

El proyecto se encuentra ubicado en el Municipio de El Carmen de Viboral en el oriente antioqueño, en la zona norte del Municipio donde funcionaba la antigua planta de sacrificio. El proyecto se encuentra dividido en dos etapas, la etapa uno integrado por 12 niveles de apartamentos, 7 unidades de vivienda por piso, para un total de 84, esta torre además cuenta con las 2 unidades de ascensores del proyecto, la cual está terminada en su totalidad y fue entregada al municipio el día 21 de Septiembre de 2024. La etapa dos del proyecto está conformada por 12 niveles, 8 apartamentos por nivel para un total de 96 viviendas, así mismo del urbanismo final del proyecto.

Figura 1. Localización del proyecto en un contexto municipal.



Nota. Fuente: Informe de estudio de suelos "Villa del Carmen" (Suelo ambiente y obras S.A.S)

Figura 2. *Etapa 1 del proyecto finalizada “Villa del Carmen”, evento entrega a la administración.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

El siguiente apartado detalla la recopilación de información relacionada con las actividades de apoyo técnico en la interventoría, y las recomendaciones realizadas por el estudio geotécnico para la adecuación del terreno y la cimentación adecuada para el edificio de la etapa 2 del proyecto.

En primer lugar, se presenta la descripción de algunas actividades definidas por la administración municipal en el “*Manual de Especificaciones Técnicas*”. Estas tareas fueron llevadas a cabo con el apoyo del autor, quien participó activamente en el seguimiento y acompañamiento en el desarrollo de la obra, como practicante de ingeniería civil.

1. Se solicita al constructor suministrar al Municipio y/o los sujetos que se vinculen a las unidades inmobiliarias del PROYECTO con la debida anticipación, las muestras que se requieran y las pruebas o ensayos que se estimen pertinentes, pruebas de suelos, SPT

- (Standard penetration Test), pruebas de cilindros, protocolos de calidad de materiales utilizados con sus fichas técnicas, ensayos de densidad de los llenos en material de préstamo y llenos en base granular.
2. El urbanismo debe cumplir con la norma sismo resistente NSR-10 y la Circular 7200-2- 87809 del 11 de septiembre de 2013 del Viceministerio de Vivienda referente a los requerimientos mínimos exigidos en materia de red contra incendios, específicamente para edificaciones residenciales R2, establecidos por medio de los Decretos Reglamentarios de la Ley 400 de 1997.
 3. Siguiendo el capítulo 1.5. CONSTRUCCION DE TORRES. Del “Manual de Especificaciones Técnicas” las actividades necesarias para llevar a cabo la construcción de las torres son las siguientes:
 - a. Señalización
 - b. Cerramiento
 - c. Adecuación
 - d. Demolición de estructuras existentes
 - e. Disposición final de materiales
 - f. Localización y replanteo
 4. El proyecto de vivienda debe construirse cumpliendo con las licencias de construcción y urbanización, debidamente expedidas por la Secretaria de Planeación y Desarrollo Territorial del Municipio de El Carmen de Viboral, o la autoridad municipal competente, según sea el caso, y será responsabilidad del proponente seleccionado el cumplimiento del contenido de la misma. Igualmente será su responsabilidad obtener la prórroga de las licencias a que haya lugar.
 5. Las viviendas se construirán en un lote ubicado en suelo urbano, y apto para el desarrollo del proyecto, acorde con el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) (Acuerdo 012 de 2017) y La Norma Urbanística Vigente.
 6. Las viviendas deben contar con todos los estudios y diseños, tales como: Diseños arquitectónicos, estructurales, hidráulicos, sanitarios, eléctricos y de telecomunicaciones, urbanismo, conforme a la normatividad vigente en la materia y

contar con las respectivas licencias urbanísticas. En todo caso, los mencionados estudios y diseños deberán ser acordes con las características propias del municipio, las normas urbanísticas respectivas y el PBOT (Acuerdo 012 de 2017).

7. El diseño estructural y los materiales utilizados, deben cumplir con las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 (Ley 400 de 1997, Decretos 926 de 2010, 2525 de 2010, 092 de 2011 y 340 de 2012), y con los Reglamentos Técnicos para Barras Corrugadas Sismo resistentes (Decreto 1513 de 2012).
8. Las obras deben ejecutarse al amparo de una licencia vigente, considerando que realizar obras sin licencia, constituye una infracción urbanística sancionable en los términos de los artículos 1 y 2 de la Ley 810 de 2003.
9. Las excavaciones deben ser cuidadosamente planificadas, evitando la sobre-excavación y deslizamientos que impliquen sobrecostos y deterioro de las condiciones naturales del suelo. Es obligación del CONSTRUCTOR seguir y cumplir las recomendaciones descritas por el Estudio de Suelos y Diseños Estructurales, así como reportar a la interventoría y/o supervisión cualquier cambio sustancial observado durante las excavaciones. Las actividades necesarias para la estabilización de los taludes, manejo de aguas y en general todas aquellas obras complementarias necesarias para el cumplimiento de las excavaciones descritas, son responsabilidad del CONSTRUCTOR, aunque no estén mencionadas en las normas expresamente.

Por último, se presenta el levantamiento de información obtenido a partir del estudio geotécnico realizado por la empresa Suelo Ambiente y Obras S.A.S. para el proyecto de vivienda de interés social “Villa del Carmen”, donde se detalla la alternativa de cimentación propuesta y designada para la ejecución de la obra, junto con las recomendaciones para el reemplazo de material.

Según la alternativa 1, presentada por el estudio, en la página 35, corresponde a una cimentación superficial, que consiste en realizar la trasmisión de las cargas de la estructura, (lo que corresponde a un total de 160 toneladas), al suelo, mediante la construcción de una losa de cimentación que se deberá apoyar sobre un reemplazo de material de base granular compactada, con un espesor mínimo de 0.50 m, instalando sobre el terreno un geotextil que cumpla con las

características técnicas de la referencia T2100 de PAVCO, utilizado para la separación. Así mismo esta losa deberá apoyarse sobre un material identificado como depósito aluvial fino, a una profundidad de desplante mínima de 1.00m por debajo del nivel actual del terreno, según las características del suelo. Ver anexo 9.2

6. Seguimiento y registro de las actividades.

Esta sección presenta una parte de lo requerido en el capítulo 02 del "Manual de Especificaciones Técnicas" el cual aborda las actividades relacionadas con excavaciones y llenos en la construcción de las torres del proyecto. En este apartado se incluyen las actividades desarrolladas, por el autor, durante el acompañamiento como practicante en la obra, siguiendo las recomendaciones del estudio de suelos y su participación en el proyecto,. Además, se incorporan registros fotográficos de dichas actividades, a partir de los cuales se calcularon los rendimientos que fueron utilizados para el análisis posterior.

CAPITULO 02: EXCAVACIONES Y LLENOS

- Provisionales.
- Localización y replanteo.
- Excavación estructural para fundaciones, incluye cargue y botada. .
- Llenos en material granular.
- Llenos en material de préstamo.

Figura 3. Área para la construcción de la segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figuras 4 y 5. Inicio de actividades adecuación de terreno segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Excavaciones segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figuras 7 y 8. Fin de excavaciones segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Actividad de extensión de material limo segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Instalación de plástico para protección de limo segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figuras 11 y 12. Compactación de material limo segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 13. *Instalación geotextil y reemplazo en base granular segunda etapa del proyecto “Villa del Carmen”.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figuras 14 y 15. *Extensión y compactación primera capa base granular del proyecto “Villa del Carmen”.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figuras 16 y 17. *Fin primera capa base granular y colocación de plástico para protección de lluvias “Villa del Carmen”.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

Con el propósito de satisfacer la necesidad de recopilar información para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo académico, se diseñó un formato de registro. Esta herramienta técnica destinada a la recolección de datos, permite asegurar la recolección de información para el análisis posterior, este formato que se presenta a continuación es una herramienta que registra información importante al ejecutar o completar una tarea, el uso del mismo fue fundamental para garantizar el análisis de los rendimientos de las actividades.

Tabla 1. Formato de registro de rendimientos de las actividades de construcción.

FORMATO DE REGISTRO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DE VIVIENDA VILLA DEL CARMEN Elaborado por Daniel Mauricio Álvarez Alzate								
FECHA:			LUGAR:			OBRA: VILLA DEL CARMEN		
ACTIVIDAD:			AYUDANTE:			UNIDAD DE MEDIDA:		
CUADRILLA OFICIAL:			AYUDANTE:			EMPRESA:		
HORA INICIO	HORA FINAL	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS TOTAL	CANT. EJECUTADA	HERRAMIENTA/ EQUIPO	RENDIMIENTO (m3/h)	OBSERVACION

Nota. Fuente: elaboración propia.

En este formato se registraron diariamente las actividades realizadas en obra, incluyendo detalles como la respectiva unidad de medida, hora de inicio, hora de finalización, horómetro inicial, horómetro final de cada máquina, la cantidad de trabajo ejecutado, la descripción de la máquina o equipo utilizado, también si la actividad fue apoyada por una cuadrilla o un ayudante y un espacio para dejar las observaciones. Estas últimas estaban relacionadas con factores relevantes de antes, durante o después de la actividad. Por ejemplo, antes del inicio, podían incluir aspectos como la falta de suministro de materiales necesarios para el avance; durante la ejecución, se enfocaban en factores como las condiciones climáticas o situaciones imprevistas que pudieran afectar los rendimientos y parar de realizar la actividad. El formato fue diseñado en Excel y programado para calcular automáticamente las horas totales trabajadas, así como el rendimiento de cada maquinaria expresado en (m3/h). A continuación se presentan cuatro ejemplos de registros de las actividades correspondientes a los días miércoles 23 de Octubre, Viernes 25 de Octubre, Miércoles 20 de Noviembre y el día Viernes 22 de Noviembre de 2024.

Tabla 2. Ejemplo 1. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.

FORMATO DE REGISTRO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DE VIVIENDA VILLA DEL CARMEN Elaborado por Daniel Mauricio Álvarez Alzate								
FECHA: 23 DE OCTUBRE DE 2024			LUGAR: EL CARMEN DE VIBORAL, ANTI			OBRA: VILLA DEL CARMEN		
ACTIVIDAD: MOVIMIENTO DE ESCOMBROS						UNIDAD DE MEDIDA: m3		
CUADRILLA OFICIAL: N/A			AYUDANTE: N/A			EMPRESA: MOGACON		
HORA INICIO	HORA FINAL	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS TOTAL	CANT. EJECUTADA	HERRAMIENTA/EQUIPO	RENDIMIENTO (m3/h)	OBSERVACION
8:30	12:30	6456,1	6460,1	4	62,9	Oruga 140	15,7	Día soleado, sin novedad

Nota. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Ejemplo 2. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.

FORMATO DE REGISTRO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DE VIVIENDA VILLA DEL CARMEN Elaborado por Daniel Mauricio Álvarez Alzate								
FECHA: 25 DE OCTUBRE DE 2024			LUGAR: EL CARMEN DE VIBORAL, ANTI			OBRA: VILLA DEL CARMEN		
ACTIVIDAD: MOVIMIENTO DE TIERRA Y CARGUE MATERIAL						UNIDAD DE MEDIDA: m3		
CUADRILLA OFICIAL: N/A			AYUDANTE: N/A			EMPRESA: MOGACON		
HORA INICIO	HORA FINAL	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS TOTAL	CANT. EJECUTADA	HERRAMIENTA/EQUIPO	RENDIMIENTO (m3/h)	OBSERVACION
8:30	17:18	6464,8	6473,5	8,7	477,92	Oruga 140	54,9	Día soleado, sin novedad

Nota. Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Ejemplo 3. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.

FORMATO DE REGISTRO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DE VIVIENDA VILLA DEL CARMEN Elaborado por Daniel Mauricio Álvarez Alzate								
FECHA: 20 DE NOVIEMBRE DE 2024			LUGAR: EL CARMEN DE VIBO			OBRA: VILLA DEL CARMEN		
ACTIVIDAD: EXTENSION Y COMPACTACION LIMO					UNIDAD DE MEDIDA: m3			
CUADRILLA OFICIAL: N/A			AYUDANTE: N/A			EMPRESA: MOGACON		
HORA INICIO	HORA FINAL	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS TOTAL	CANT. EJECUTA	HERRAMIENTA/EQUIPO	RENDIMIENTO (m3/h)	OBSERVACION
9:00	15:54	6551	6557,9	6,9	43,5	Oruga 140	6,3	Día soleado, sin novedad
14:30	16:54	5598,7	5601,1	2,4	34,5	Vibrocompactador	14,4	Buen clima, si novedad. Fin de actividad

Nota. Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Ejemplo 4. Registro de rendimientos de las actividades de construcción.

FORMATO DE REGISTRO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO DE VIVIENDA VILLA DEL CARMEN Elaborado por Daniel Mauricio Álvarez Alzate								
FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2024			LUGAR: EL CARMEN DE VIBO			OBRA: VILLA DEL CARMEN		
ACTIVIDAD: EXTENSION Y COMPACTACION BASE GRANULAR					UNIDAD DE MEDIDA: m3			
CUADRILLA OFICIAL: N/A			AYUDANTE: N/A			EMPRESA: MOGACON		
HORA INICIO	HORA FINAL	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS TOTAL	CANT. EJECUTA	HERRAMIENTA/EQUIPO	RENDIMIENTO (m3/h)	OBSERVACION
9:00	16:00	6558,9	6565,9	7	214,62	Oruga 140	30,7	Día soleado, sin novedad
14:00	16:18	5601,1	5604,4	3,3	214,62	Vibrocompactador	65,0	Sin novedad, fin primera capa base.

Nota. Fuente: elaboración propia.

7. Análisis y evaluación de resultados

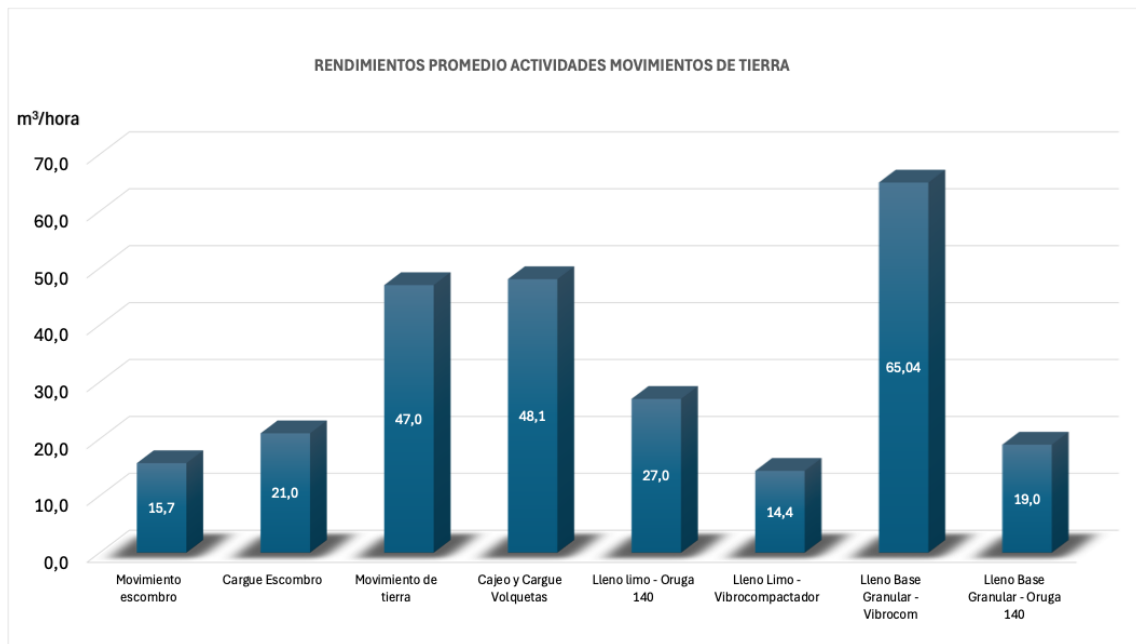
En este capítulo se presenta la **Tabla 6**, que corresponde al consolidado del registro de todas las actividades de movimientos de tierra realizadas. Este consolidado fue elaborado a partir de los formatos desarrollados por el autor, tal como se ejemplificó previamente en las **Tablas 2, 3, 4 y 5**, durante el registro y seguimiento que se hizo en el proyecto. Además se presenta en este capítulo el análisis de las actividades previas en cuanto al apoyo técnico a la interventoría de obra y la evaluación de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Tabla 6. Consolidado rendimientos de maquinaria en actividades de movimiento de tierras.

FECHA	CANTIDAD (m ³)	HORAS	ACTIVIDAD	EQUIPO	RENDIMIENTO	
miércoles, 23 de octubre de 2024	62,9	4	Movimiento Escombro	Oruga 140	15,73	m ³ /hora
jueves, 24 de octubre de 2024	73,2	2,5	Cargue Escombro	Oruga 140	29,28	m ³ /hora
viernes, 25 de octubre de 2024	477,92	8,7	Movimiento Tierra	Oruga 140	54,93	m ³ /hora
sábado, 26 de octubre de 2024	281,4	6,5	Movimiento Tierra	Oruga 140	43,29	m ³ /hora
lunes, 28 de octubre de 2024	291,26	6,8	Movimiento Tierra	Oruga 140	42,83	m ³ /hora
martes, 5 de noviembre de 2024	27,6	2,2	Movimiento Tierra	Oruga 140	12,55	m ³ /hora
martes, 5 de noviembre de 2024	9,6		Cargue Escombro	Oruga 140	4,36	m ³ /hora
miércoles, 6 de noviembre de 2024	81,7	1,7	Cajeo y Cargue volquetas	Oruga 140	48,06	m ³ /hora
miércoles, 6 de noviembre de 2024	267,9	6,9	Extension de Limo	Oruga 140	38,83	m ³ /hora
jueves, 7 de noviembre de 2024	176,9	5,4	Lleno Limo	Oruga 140	32,76	m ³ /hora
jueves, 7 de noviembre de 2024		2,4	Lleno Limo	Pajarita JCB	73,71	m ³ /hora
martes, 12 de noviembre de 2024	65,8	5,2	Cargue Escombro	Oruga 140	12,65	m ³ /hora
miércoles, 13 de noviembre de 2024	80,36	1,8	Lleno Limo	Oruga 140	44,64	m ³ /hora
jueves, 14 de noviembre de 2024	125,72	2,4	Acopio material limo - Cargue Volquet	Oruga 140	52,38	m ³ /hora
lunes, 18 de noviembre de 2024	85,5	6,8	Lleno Limo	Oruga 140	12,57	m ³ /hora
martes, 19 de noviembre de 2024	27,6	4,4	Lleno Limo - Cargue Volquetas	Oruga 140	6,27	m ³ /hora
miércoles, 20 de noviembre de 2024	43,5	6,9	Lleno Limo	Oruga 140	6,30	m ³ /hora
miércoles, 20 de noviembre de 2024	34,5	2,4	Lleno Limo	Vibrocompact	14,38	m ³ /hora
jueves, 21 de noviembre de 2024	(9981 Kg)	1	Descargue Acero	Oruga 140	9981,00	
viernes, 22 de noviembre de 2024	214,62	3,3	Lleno Base Granular	Vibrocompact	65,04	m ³ /hora
viernes, 22 de noviembre de 2024	214,62	7	Lleno Base Granular	Oruga 140	30,66	m ³ /hora
sábado, 23 de noviembre de 2024	37,2	5,1	Lleno Base Granular	Oruga 140	7,29	m ³ /hora

Nota. Fuente: elaboración propia.

Se presentan en la siguiente tabla los rendimientos promedio de las actividades realizadas en la obra. Estos valores muestran la eficiencia promedio de la maquinaria empleada en actividades específicas del proyecto. Además, sirven como una referencia valiosa para planificar y optimizar los procesos constructivos, favoreciendo el cumplimiento de los plazos establecidos y la correcta ejecución del proyecto.

Tabla 7. Rendimientos promedio de las actividades.

Nota. Fuente: elaboración propia.

Se presenta a continuación el análisis de los resultados obtenidos de las actividades previas de apoyo a la interventoría y de igual forma el análisis para los rendimientos promedios de las actividades realizadas en obra durante el acompañamiento del autor, en el proyecto “Villa del Carmen”

- Para las actividades de movimiento de escombros y cargue de escombros, se tienen rendimientos relativamente bajos, esto podría ser a causa de la densidad del material, los escombros que salieron del proyecto fueron irregulares y pesados, resultado de la demolición de las estructuras existentes. Sin embargo, no se tuvo suficiente información registrada para estas dos actividades por lo tanto es información con poca confiabilidad.
- El rendimiento más bajo fue el presentado por el vibrocompactador en la actividad del lleno con limo esto podría deberse a que se utilizó un equipo que no era el ideal para el área de la huella del edificio lo que corresponde a casi 600m², o por la falta de experiencia del operario y realizó un excesivo proceso de compactación. Sin embargo también es una información de poca confiabilidad ya que se tiene un único registro de ejecución de las actividades.

-
- Se evidencia que los rendimientos promedio obtenidos para las actividades de movimiento de tierra y cajeo, y cargue de volquetas están bien relacionados, lo que indica que estas actividades están bien coordinadas. Esto es lo ideal para que haya un proceso fluido, también para evitar la acumulación de material en el área de movimiento de tierras y para que no haya tiempos muertos para las volquetas esperando a ser cargadas. Por la tanto, esta información es confiable e indica que las actividades están siendo ejecutadas de manera eficiente y lo que es consecuente con la literatura.

 - Se observa que el rendimiento para el lleno base granular, actividad realizada por un vibrocompactador, es notablemente alto reflejando una operación eficiente probablemente atribuida a la maquinaria pesada utilizada para la actividad, lo que sugiere condiciones favorables como el suministro constante de material y la experiencia del operario. Sin embargo, este rendimiento se basó en un único registro lo que limita la confiabilidad de los datos. Además, no se pudo garantizar el grado de compactación ya que, durante el acompañamiento del autor en el proyecto, no se realizaron pruebas de control de calidad, como los ensayos de Proctor o Densidad de Campo. Estas pruebas quedaron pendientes para su realización tras el reinicio de actividades, luego del paro programado por el constructor por la temporada de fin de año.

 - Los rendimientos de los llenos en limo y base granular presentan una diferencia notable considerando las propiedades y las condiciones de operación. El rendimiento del lleno de limo, el cual correspondía a la extensión del limo, podría deberse a que es un material más fácil de extender siempre que no presente alto contenido de humedad que dificulte su manejo. Por otro lado, el rendimiento del lleno en base granular es más bajo, lo cual es lo esperado ya que este tipo de material requiere mayor atención en su compactación, debido a la necesidad de alcanzar una densidad específica que garantice la estabilidad de la estructura.

❖ Evaluación de resultados

- Se dio cumplimiento en lo estipulado en el apartado correspondiente del “Manual de especificaciones técnicas”, específicamente en lo relacionado con la realización de ensayo de suelos. El SPT (Standar Penetration Test) es un requisito fundamental para garantizar la seguridad y calidad del diseño del proyecto llevado a cabo según la normativa. También este ensayo permitió evaluar las condiciones del suelo y obtener los datos necesarios para la toma de decisiones técnicas dentro del proyecto. Ver el resultado del ensayo SPT en los anexos.
- En cuanto al apartado relacionado con los requerimientos mínimos exigidos en materia de RCI (red contra incendios) se dio cumplimiento con la instalación de la red en la etapa 1.
- En relación al apoyo técnico brindado por el autor a la interventoría, se dio seguimiento y cumplimiento con las licencias de construcción y urbanización expedidas por la Secretaria de Planeación y Desarrollo Territorial del Municipio. Igualmente, se dio cumplimiento con los diseños requeridos y se tuvo acceso a la información de los diseños tanto arquitectónicos como estructurales.
- Según lo presentado en la tabla 6, "*Consolidado de rendimientos de maquinaria en actividades de movimiento de tierra*", se observa que para el día martes 5 de noviembre es complicado calcular el rendimiento de las actividades de movimiento de tierra y carga de escombro. Esto se debe a que, aunque se tienen las cantidades específicas para cada actividad, el total de tiempo registrado para ambas es de 2.2 horas, lo que dificulta determinar cuánto tiempo se dedicó a cada actividad en particular. Por esta razón, los rendimientos correspondientes a este día no se incluyeron en el cálculo de los rendimientos promedio finales. De manera similar, para el día jueves 7 de Noviembre, resulta complicado calcular el rendimiento de la Oruga 140 y la Pajarita JCB, ya que aunque se tiene la cantidad total de limo extendido para conformar el lleno del limo, no es posible determinar cuánto material movió cada máquina. Por ello, esta información también se descartó para la creación de la base de datos.

8. Conclusiones

- La revisión del estudio de suelos se llevó a cabo con el propósito de ampliar el conocimiento profesional, permitiendo una comprensión más profunda de los procedimientos y recomendaciones emitidas para la ejecución del proyecto. Además, esta revisión busco garantizar la coherencia entre las conclusiones reportadas en el estudio geotécnico y la correcta ejecución en la etapa de construcción.
- Durante el período de acompañamiento en la obra, en cuanto al apoyo técnico a las actividades descritas en el capítulo 5, “Seguimiento y registro de las actividades”, se puede garantizar que todos los ítems requeridos por la administración fueron ejecutados, conforme a las especificaciones técnicas y normativas establecidas.
- El principal factor que afectó los rendimientos de las actividades fue el meteorológico. Las condiciones climáticas adversas generaron retrasos significativos por varias razones. En primer lugar, en diversas ocasiones fue necesario suspender las actividades para evitar que el material de reemplazo absorbiera agua y aumentara su contenido de humedad, lo que habría dificultado los procesos posteriores. Además, estas condiciones transformaban el terreno en una zona pantanosa, comprometiendo la estabilidad y seguridad de la maquinaria.
- Las lluvias intensas durante la noche perjudicaron la disponibilidad de material en las canteras, lo que afectó directamente tanto la continuidad como el inicio oportuno de las actividades planificadas. Este fue el segundo factor con mayor impacto en los rendimientos de la mano de obra, ya que la falta de material de reemplazo dificultó el avance de las tareas programadas. La escasez de recursos disponibles para cumplir con los requerimientos operativos retrasó los procesos y aumentó la ineficiencia en las labores diarias.
- La recolección de información en la interventoría de obra es un proceso estratégico y fundamental para evaluar el avance de las actividades como la calidad del proyecto. Además, es indispensable el uso de formatos donde se pueda almacenar los datos e información del proyecto para tener un apoyo al seguimiento técnico de las actividades realizadas en obra y los imprevistos que se puedan presentar en obra.

-
- Este trabajo dio como resultado la creación de una base de datos de rendimientos asociada a cada actividad específica y a las herramientas o equipos utilizados para su ejecución. La información utilizada para este trabajo fue recopilada directamente en el campo, utilizando datos reales y obteniendo resultados representativos para cada tipo de actividad. Sin embargo, se destaca la importancia de considerar las condiciones particulares de cada obra, ya que estas influyen significativamente en los rendimientos de las actividades y juegan un papel fundamental. Además, se subraya que esta base de datos debe ser utilizada de manera cuidadosa, y con cautela, analizando las variables que afectan cada obra, como las características del terreno, las condiciones climáticas, el tipo de maquinaria empleada y la experiencia de los ingenieros para garantizar que su aplicación sea adecuada y precisa. Este trabajo enriquece la literatura actual sobre rendimientos de maquinaria en las actividades de movimientos de tierra, ofreciendo una breve fuente contextualizada, y enriqueciendo los valores de las tablas estándar proporcionados por los manuales de los fabricantes.

Referencias

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Bogotá, Colombia.
- Bello Lozano, A y Álvarez Barrios, J. (2015). Estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central. Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/1545>
- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Universidad EAFIT No. 128*, 1-14.
- Cano, A., & Duque, G. (2000). *Rendimientos y consumos de mano de obra: Trabajo elaborado por SENA y CAMACOL*. Recuperado de HYPERLINK "https://www.academia.edu/28454664" \t "_new" <https://www.academia.edu/28454664> .
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Manual de supervisión e interventoría* (v. 2). HYPERLINK "https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/M-A-CTR-02-Manual-de-supervision-e-interventoria_V2.pdf" \t "_new" https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/M-A-CTR-02-Manual-de-supervision-e-interventoria_V2.pdf
- Tiktin Ferreiro, Juan (1997). *Movimiento de tierras*. Procedimientos generales de construcción . E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones, Madrid, España. ISBN 84-7493-204- 1.
- Velandia Castillo, J. (2022). *Estudio de rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de cimentación en la construcción de vivienda unifamiliar en el municipio de Tame, departamento de Arauca*. Universidad Nacional de Colombia.

Suelo ambiente y obras s.a.s		CONSORCIO VIS VILLA DEL CARMEN 2021				Perforación P-1 (cont.)		Ingeniero: S.N.R.		INFORME												
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS EDIFICIOS DE 12 NIVELES EN EL MUNICIPIO DE EL CARMEN DE VIBORAL, ANTIOQUIA.						Localización:		Revisó: C.M.N.L.		TV12-M04-A22												
						Fecha: Abril 2022		Equipo: Taladro Mecanico														
						Cota:																
EXPLORACIÓN DE CAMPO						ENSAYOS DE LABORATORIO																
Profundidad (m)	Muestra	Muestreador	Código/Obra/Estación	R200 %	Nivel Fractura	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Curva de Estación ENSAYO DE PENETRACION ESTÁNDAR (Profundidad vs. Número de golpes)	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL CON LA PROFUNDIDAD	W	γ _d	Q _u	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación U.S.C.	GRANULOMETRÍA						
									%	kg/m ³	kg/cm ²	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
24.00						CONTINUA ROCA FRESCA Fin de la perforación: 25.00 m																
24.45	27	NO		32.00																		
25.00																						
25.45																						
26.00																						
26.45																						
27.00																						
27.45																						
28.00																						
28.45																						
29.00																						
29.45																						
30.00																						
30.45																						
31.00																						
31.45																						
32.00																						

9.2 Sistema de fundación. Alternativa 1. Estudio de suelos.

CONSORCIO VIS VILLAS DEL CARMEN 2021	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS EDIFICACIONES DE 12 NIVELES EN EL MUNICIPIO DEL CARMEN DE VIBORAL, ANTIOQUIA
<p>5.3 SISTEMA DE FUNDACIÓN</p> <p>Considerando las características de resistencia de perfil de suelo encontrado, las condiciones topográficas de la zona y el material hallado superficialmente, se evaluaron dos alternativas de fundación mediante cimentaciones profundas y superficiales, buscando identificar la más viable técnicamente.</p> <p>5.3.1 Alternativa 1: Cimentaciones superficiales - Losa de fundación</p> <p>Dicho planteamiento, consiste en la transmisión de cargas de la estructura al suelo mediante la construcción de una losa de cimentación, la cual se deberá apoyar sobre un reemplazo en material de base granular compactada, con un espesor mínimo de 0.50 m, instalando sobre el terreno un geotextil tipo tejido que cumpla con las características técnicas de la referencia T-2100 de Pavco para fines de separación.</p> <p>De acuerdo con las características de los suelos del sitio, la losa se deberá apoyar sobre el material identificado como depósito de aluvial fino a una profundidad de desplante mínima de 1.00m por debajo del nivel actual del terreno. Esto se realizó usando las siguientes expresiones, a las cuales se les adicionaron los factores que le aplicaren.</p>	