



Optimización y seguimiento de agua subterránea en los proyectos de construcción con pilas profundas y niveles freáticos altos.

Diego Alexis Pino Zapata

Informe final del semestre de industria para optar por el título de Ingeniero Civil

Asesor

Álvaro de Jesús Restrepo Gil, Ingeniero Civil.

Especialista en Estructuras

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería civil

Medellín

2023

Cita

(Pino Zapata, 2023)

Referencia

Pino Zapata, D. A. (2023). *Optimización y seguimiento de agua subterránea en los proyectos de construcción con pilas profundas y niveles freáticos altos*. [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César 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

Este trabajo se lo dedico a todas las personas que aportaron conocimiento, amor y apoyo en cada paso que di hasta este momento, en especial a mi madre Miryam, a mi pareja Melisa y a mis tías Alba y Claudia, a mi madre que estuvo a mi lado en todo este proceso y quien me alentó a hacer bien las cosas a pesar de las dificultades, a mi pareja quien fue mi bastón y que llego a mi vida y me enseñó que el amor y el apoyo son incondicionales para hacerme más fuerte y a mis tías que con su apoyo hicieron posible todo lo que he logrado.

Agradecimientos

Agradezco a mis compañeros de INTERVE S.A.S. Quienes me ayudaron en mi primer contacto con la vida laboral y brindaron su conocimiento para que yo creciera en la vida profesional, también hago mención al proyecto WAKE 2.0 del cual fui participe y aprendí muchísimo para continuar mi camino, a la empresa CONVEL que fue la empresa constructora en el proyecto y las personas que allí laboraban ya que pude ampliar muchos conceptos, al profesor Álvaro Restrepo, que me guió en la realización de este trabajo, a mis compañeros de carrera y profesores, que me hicieron crecer constantemente, a mi pareja Melisa, quien estuvo en los momentos más difíciles en todo el proceso y me apoyo en cada paso que dí sin esperar nada a cambio, y a mis familiares, que siempre tuvieron fe en mi proceso para verme formado como un profesional.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	15
3.1. Evaluación de la necesidad de tanques, pozos, desarenadores, además de análisis de las actividades en las que podrían utilizarse.	15
3.2. Revisión de información, asignación de cuadrillas de bombeo y definición de lugares estratégicos de recolección de agua.	15
3.3. Preparación de la información, y constante análisis de procesos posteriores en el proyecto.	16
3.4. Procesamiento de la información.	17
3.5. Acompañamiento en campo de todos los pozos de recolección y desarenadores.	17
4 Resultados	18
5 Conclusiones	25
Referencias	27

Lista de figuras

Figura 1	Ubicación espacial de la obra	19
Figura 2	Pila anillada con presencia de agua subterránea	19
Figura 3	Desarenador, lavadero de llantas del proyecto	21
Figura 4	Caja de limpieza de lodos con filtro de agua	22
Figura 5	Proceso de lavado de llantas	22
Figura 6	Utilización de agua extraída de las pilas en proceso de curado de cilindros	23
Figura 7	Desagüe reacondicionado para ser usado en la obra	24

Siglas, acrónimos y abreviaturas

INT	Interventoría
cm	Centímetros
m	Metros
BSA	Bomba sumergible de agua
NF	Nivel freático

Resumen

Actualmente, las construcciones generan gran cantidad de desperdicios, poca utilización y conciencia de recursos altamente aprovechables, por lo que se malgastan muchísimos bienes que pueden tener un mejor uso. Es importante el crecimiento de proyectos en construcción que se han presentado en el país, por lo que deben implementarse técnicas que mejoren la disposición final de los desechos generados por el sector de la construcción.

Es bien sabido que uno de los recursos más importantes y menos aprovechados es el agua, la cual se contamina o en muchos casos no se reutiliza y se deja perder de manera desmesurada por la poca conciencia de su uso y desconocimiento del manejo de ésta. La importancia de generar en buena manera la optimización del control y el seguimiento de agua subterránea en los proyectos de construcción con pilas profundas y niveles freáticos altos, es el objetivo de esta propuesta. La realización de este trabajo pretende implementar alternativas de funcionamiento y ejecución en actividades de las obras que permitan reutilizar recursos como el agua que se obtienen del proyecto mismo.

Palabras clave: Proyectos de construcción, Suelos, Agua subterránea, Bombas sumergibles, Sistemas de bombeo, procesos constructivos, Nivel freático.

Abstract

Currently, construction generates a large amount of waste, little use and awareness of highly usable resources, so many goods that could have a better use are wasted. The growth of construction projects in the country is important, so techniques should be implemented to improve the final disposal of waste generated by the construction sector.

It is well known that one of the most important and least exploited resources is water, which is polluted or in many cases is not reused and is wasted in an excessive manner due to the lack of awareness of its use and ignorance of its management. The importance of generating a good way to optimize the control and monitoring of groundwater in construction projects with deep piles and high water tables, is the objective of this proposal. The realization of this work intends to implement alternatives of operation and execution in activities of the works that allow the reuse of resources such as water obtained from the project itself.

Keywords: Construction projects, Soils, Groundwater, Submersible pumps, Pumping systems, construction processes, Water table.

Introducción

Actualmente Colombia atraviesa un importante crecimiento en proyectos de construcción, por lo que se hace necesario llevar un correcto control y seguimiento de cada una de las actividades constructivas, tanto por parte de los constructores como de la interventoría para verificar la correcta ejecución de los procesos y el manejo de recursos en la obra.

Es bien sabido que según crece la sociedad, los proyectos de construcción se hacen más grandes e importantes, por lo que requieren un buen manejo de cada aspecto constructivo; cada proceso debe ser intervenido y revisado correctamente, ya que de esto dependerá la entrega de buenos resultados al dueño del proyecto y posteriormente a las personas que vayan a adquirir inmuebles o servicios.

Se debe tener amplio conocimiento del espacio a intervenir, el cual hace que sea necesario tener planos claros y manejar alternativas de ejecución. Por consiguiente, uno de los procesos más importantes en las obras es, la excavación y las actividades relacionadas con esta, tales como, mano de obra especializada, niveles freáticos altos y gran cantidad de agua subterránea, entre otros aspectos. Lo realmente importante es como se está manejando todo el tema del agua encontrada en los suelos y viendo la cantidad de excavaciones debido al crecimiento vertical en las ciudades, se hace necesario construcciones con muy buenas especificaciones en cuanto a cimentaciones se refiere. Así pues, el proyecto WAKE 2.0 ubicado cerca al parque principal del poblado, tuvo que realizarse a través de excavaciones de pilas profundas entre 12 a 25 m. Estas excavaciones representaron una gran cantidad de bombeo de agua debido a las condiciones naturales del suelo del lugar, ya que las pilas a medida que se iban excavando se llenaban de la misma, bien sea por las lluvias presentadas o por la presencia de agua subterránea en el mismo suelo.

Debido a lo dicho anteriormente, se pensó, que se ayudaría a realizar un manejo adecuado reutilizando el agua y minimizando el desperdicio por su mal uso a través de algo sencillo pero muy importante como lo es la utilización de bombas sumergibles para la extracción de agua, y además el correcto manejo de esta a través de pozos con desarenadores. El planteamiento de la metodología es sencillo, pero tiene como objetivo incentivar el análisis, la disposición de espacios y el buen manejo del agua en los proyectos, además las buenas prácticas ingenieriles buscando mejorar el sostenimiento de un recurso vital como lo es el agua.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Analizar la Importancia de la utilización de obras de tratamiento de agua subterránea obtenidas desde la realización de las cimentaciones en los proyectos de construcción, buscando que ayuden en diferentes actividades de la misma obra para así optimizar este recurso.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar con ayuda de los estudios de suelos, los niveles freáticos para planificar la extracción del agua y correcto manejo de la misma en la obra, para así tratar de implementar su uso en diferentes proyectos.
- Proponer alternativas y sitios en el proyecto que permitan realizar obras para tratar el agua extraída y así poder utilizarla de mejor manera.
- Probar diseños sencillos que no requieran de utilización de muchos recursos y ver su efectividad para así incentivar el aprovechamiento del agua en los proyectos de construcción.

2 Marco teórico

Se sabe muy bien que en la actualidad los proyectos tienen estándares de calidad muy altos debido al cumplimiento de las normas y a la exigencia de buenas prácticas ingenieriles, es por esto que se hace necesario la supervisión técnica e interventoría de obras que consiste en el “seguimiento y control que sobre el cumplimiento del contrato de obra realice una persona natural o jurídica” Manual de interventoría obra pública, 2016).

Como supervisor técnico e interventor se debía tratar de que la obra estuviera lo más organizada posible y que cada aspecto fuera analizado antes de su ejecución para mirar posibles soluciones a inconvenientes, esto también fue base para intentar crear soluciones que permitieran ahorrar recursos de alguna manera, como por ejemplo lo es el agua y la necesidad de proteger este recurso.

La industria de la construcción es, sin duda, protagonista en el desarrollo de las sociedades, ya que es responsable directa de la creación de infraestructura en vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, en las que se gesta la cultura y el crecimiento económico de la humanidad. (Acevedo et al., 2012).

Lo dicho anteriormente lleva a pensar en la importancia de analizar diversos factores de las construcciones y obras civiles, por lo que es importante mencionar:

a pesar de su importancia para el crecimiento, la práctica constructiva es, además, uno de los principales actores en el proceso de modificación del planeta y de contaminación, pues es un gran consumidor de recursos y generador de desechos. El 40% de las materias primas en el mundo, que equivalen a 3000 millones de toneladas por año que son destinadas para la construcción. Esto mismo sucede con el 17% del agua potable. (WorldGBC, 2008).

Finalmente, y tal como lo explica Acevedo et al. (2012), el sector de la construcción es necesario y principal desarrollador de la economía a nivel mundial, además de ser uno de los factores necesarios de progreso actual en las sociedades, razón por la cual no puede pasarse por alto o suprimir los recursos que se requieren en el desarrollo de las construcciones y la elevada generación de residuos que esto genera, por lo que a fin de cuentas se traduce en cómo ser optimizados en pro de la conservación del medio ambiente. Dicho esto, se da pie a la necesidad de innovar en la manera en que el ser humano construye, de tal manera que se creen dinámicas y

procesos, que permitan la continuación de la práctica constructiva, pero con un enfoque que considere su papel en la preservación del ambiente.

A continuación, es importante mencionar algunos conceptos teóricos que ayudaran al entendimiento de este trabajo:

Nivel Freático:

Como lo afirma Angelone et al. (2006). “el agua presente en los suelos puede provenir de distintas fuentes: AGUA DE SEDIMENTACIÓN: Es aquella incluida en suelos sedimentarios al depositarse sus partículas. AGUA DE INFILTRACIÓN: Es la proveniente de lluvias, corriente de agua o hielos, lagos y mares”.

Se define como nivel freático al lugar geométrico de puntos del suelo en los que la presión de agua es igual a la atmosférica. Corresponde además al lugar geométrico de los niveles que alcanza la superficie del agua en los pozos de observación en comunicación libre con los huecos del suelo. Por debajo del nivel freático las presiones neutras son positivas. Para condiciones estáticas del agua, en un cierto suelo, el nivel freático sería una superficie horizontal, pero si existe la posibilidad de que el agua fluya dentro del suelo, ya no hay razón para que el nivel freático siga siendo horizontal, de hecho, naturalmente no lo es: el nivel freático en un punto varía con respecto a las variaciones de precipitación, presión atmosférica y con las mareas. (Angelone et al., 2006, p. 3).

Movimiento de agua en el suelo:

Se hace importante saber que en el suelo se presenta constante movimiento de agua y que además este funciona como si fueran micro canales que mantienen el flujo, dicho esto Angelone et al. (2006) explica que:

los poros-canales en una masa de suelo son tan delgados, sinuosos e irregulares en su sección transversal y complejos en su intersección y subdivisión que el análisis de flujo a través de todos los poros individuales no sería posible. Sin embargo, en aquellos problemas de ingeniería que involucran la absorción a través del suelo, el flujo que ocurre en cada poro no es de interés. Por el contrario, el flujo que se desea conocer es el flujo combinado a

través de todos los poros de un elemento cuyo volumen sea suficientemente grande para dar una representación típica de toda la masa de suelo que se trate.

Lo anterior se menciona con la idea de presentar la presencia de agua en los suelos y lo importante de saber cómo es la dinámica dentro de estos. Además, se resalta que en los proyectos de construcción se debe tener un estudio de suelos específico del lugar donde se piense realizar el proyecto, en este se podrá encontrar información importante tanto para el diseño como para la ejecución de la obra. El objetivo es utilizarlo con la información que contenga la localización del nivel freático y los tipos de suelos para poder determinar la extracción del agua a través de las excavaciones a medida que se van avanzando. Dicho esto, se resalta lo importante de tener estos factores en cuenta, ya que los pozos de excavación comienzan a llenarse de agua según se encuentre el nivel freático; esto hace de las excavaciones un punto importante de riqueza debido al agua encontrada y muchas veces mal utilizada. En principio el agua tendrá fácil extracción, pero según avance la excavación y sea más profunda, se hace más ágil la extracción con ayuda de bombas de agua o sistemas de bombeo.

Bomba de agua sumergible:

En consecuencia, a todo lo dicho y viendo la necesidad de extraer el agua que se reúna en las pilas, se necesitara una máquina que ayude a sacar el agua de las pilas o pozos por lo que según (AIGUAPRES, 2019) menciona que:

La bomba de agua sumergible se introduce dentro del líquido, generalmente agua, empujándolo hacia la superficie. El motor de las bombas sumergibles transforma la energía cinética en energía centrífuga y por último en energía de presión, lo que eleva el agua hacia afuera del pozo.

También cabe mencionar que debido a que este tipo de bombas pueden sumergirse a gran profundidad y tienen una instalación muy sencilla, pueden usarse para drenar estanques o bombear agua de pozos situados a gran profundidad, lo que ayudaría por ejemplo a la extracción de agua en pilas. Ahora, y dicho lo anterior, desde la planificación de la obra se hace muy importante definir lugares específicos que puedan ser utilizados como desarenadores que traten el agua obtenida y pueda ser utilizada en el proyecto, la idea es que estos desarenadores o tanques que almacenen agua, sean prácticos y no gasten mucho espacio ayudando a no utilizar tantos recursos.

3 Metodología

A continuación, para el desarrollo del trabajo de Optimización y seguimiento de agua subterránea en los proyectos de construcción con pilas profundas y niveles freáticos altos, se describen las diferentes fases y seguimiento en la ejecución de la propuesta:

3.1. Evaluación de la necesidad de tanques, pozos, desarenadores, además de análisis de las actividades en las que podrían utilizarse.

El punto de partida es la obtención y revisión del material bibliográfico necesario, este fue tomado de los mismos documentos que había generado la empresa constructora del proyecto (CONVEL) y los cuales llegaban a manos de interventoría para ser analizados en el desarrollo de la propuesta. En esto se podía evidenciar como iba a ser el desarrollo de las excavaciones, planos iniciales de estas y el orden de ejecución, identificando los mejores procesos y lugares para la implementación de la propuesta en el proyecto. Para el análisis de las actividades donde podría drenarse y utilizarse agua se identificó el estudio de suelos, en este se evidenciaba el nivel freático del lugar, por lo que se verificaba en donde era mejor iniciar excavaciones de pilas y del lote.

3.2. Revisión de información, asignación de cuadrillas de bombeo y definición de lugares estratégicos de recolección de agua.

Es importante organizar la información, en este punto ya había reconocimiento de la obra, por lo que se hacía más fácil planear lugares que fueran estratégicos para no ser cambiados y poder utilizarse constantemente para la captación posible de agua, además, y ya con las excavaciones en proceso se observó gran cantidad de captación de agua por lo que rápidamente se comenzaron diseños y posteriormente obras de estos mismos. Se aprovechó las redes sanitarias existentes para enviar el exceso de agua al sistema de alcantarillados, esto ayudo en el mejoramiento de procesos ya que en un principio el agua saliente se dejaba en el mismo lote donde se estaba trabajando, presentado una gran dificultad para los trabajadores y maquinaria del lugar. Se vio que era viable la implementación de cuadrillas de bombeo, estas estaban encargadas de utilizar las bombas en las pilas y drenar el agua de ellas, a dichas cuadrillas se les indico los lugares a los que debía ir el agua

captada, todo esto fue con ayuda del maestro de obra quien organizaba y estaba pendiente de la utilización de los espacios dotados anteriormente.

3.3. Preparación de la información, y constante análisis de procesos posteriores en el proyecto.

Se hizo una organización y depuración de la información obtenida, esto con el aprendizaje de que hay procesos que pueden ir cambiando a medida que avanza la obra; en esta etapa se definieron obras complementarias y de la mano del anterior paso de metodología se decidió organizar mejor las entradas y salidas de vehículos en el proyecto. En este proceso se observó la viabilidad de hacer un lavadero de llantas con desarenadores y bombas sumergibles. En base a los objetivos planteados no fue algo muy elaborado y que gastara muchos recursos, pero si muy útil, lo cual dejo en evidencia la importancia de la observación y análisis de como en obra pueden agilizarse procesos y además optimizar recursos útiles. Los lavaderos de llantas en la obra son los accesos vehiculares de ésta. Los vehículos que han sido contaminados con el material que se tenga en los suelos, al salir de la obra deben ser lavados, con el objetivo de no ensuciar las calles ya que son causantes de accidentes (la salida de volquetas representaba un promedio de 40 volquetas por día), en estos lavaderos pudo diseñarse un sistema que facilite la reutilización de la misma agua de lavado, que con ayuda de un desarenador y la utilización de una bomba, se sacaba el agua y se realizaba la limpieza de las llantas y vehículos, cumpliendo el ciclo y al final volviendo el agua al mismo pozo. Todo lo anterior nos hace pensar en la importancia de mejorar y optimizar los procesos en aquellas actividades que tienen que ver con el manejo del agua y poder aprovecharla de una manera más razonable. Mientras avanzaban las excavaciones, se iban realizando los vaciados de pilas y de más elementos del proyecto; por lo que en la marcha se decide implementar en la obra, la planta de concretos, en esta, gracias a que también se contaba con espacio suficiente para realizar un desarenador, se planteó el objetivo de lavar la bomba impulsadora de concreto, ya que se utilizaba a diario por los requerimientos de la obra y el gasto de agua para su lavado era elevado.

3.4. Procesamiento de la información.

El procesamiento de la información se realizó con el objetivo de planear más modelos utilizables en la obra y en otros proyectos, también pensándose posibles lugares de implementación. El lavadero de llantas fue una muy buena muestra para sobre cómo utilizar el agua drenada y de hecho ser esta misma reutilizada, fue una cuestión sobre todo cualitativa, se observó facilidad y rapidez de construcción, utilización de pocos recursos de la misma obra que iban a ser desperdiciados, además de que la bomba facilitó el lavado de los vehículos debido a que era mucho el caudal de agua que llevaba a través de las mangueras, y lo hacía mucho más rápido que con hidro lavadora que era la utilizada en un principio y exigía mucho gasto de agua potable lo que se iba a traducir a un gran gasto económico.

3.5. Acompañamiento en campo de todos los pozos de recolección y desarenadores.

En campo se hacía constante acompañamiento a todos los pozos, canecas y lugares de recolección junto con los desarenadores, en estos acompañamientos se supervisaban varios aspectos, tales como: supervisión de que los desarenadores no estuvieran demasiado contaminados por los sedimentos que se iban quedando en la parte baja de las cajas de limpieza, por lo que se pedía un buen lavado de estos, quitándoles todo el material fino y lodos que se iban quedando, en estos recorridos se decidió implementar unas cajas de limpieza con telas utilizadas como filtros, en estas se recolectaba el material que estaba húmedo y salía de las limpiezas, además de que en el borde de la misma caja se veía como ésta iba dejando salir el agua, que directamente volvía al pozo del desarenador. Finalmente, el material quedaba ya seco en la caja y este era dispuesto en volquetas para luego ser llevado a los botaderos oficiales. También se revisaba y se hacía mantenimiento de los desagües, verificando que estuvieran cumpliendo su función correctamente, y finalmente se revisaban los pozos, cajas y canecas dispuestas para recolección, con el objetivo de mirar que, si se estuvieran utilizando constantemente, para no tener el agua retenida durante días y generar bichos dañinos al personal o también enfermedades.

4 Resultados

A continuación para representar la ubicación y división del proyecto se tiene en la Figura 1, la obra WAKE 2.0 ubicada en el poblado, viéndose con el número 1 la calle 10b, con el número 2 la carrera 36 y con el número 3 la calle 10A, en inicio la administración del proyecto planteo dos entradas, una por la calle 10b y otra por la calle 10A, pero solo se realizó la entrada por la calle 10b, esto se decidió debido a que la otra calle es principal y una muy concurrida de este sector del poblado, por lo que la salida y entrada de volquetas y otros vehículos entorpecería mucho el tránsito de la zona y el proyecto mismo estaba comprometido a no generar inconvenientes con la vecindad, esto fue uno de los motivos por los cuales se empezó a planear en la entrada de la calle 10b, un lavadero de llantas con la bomba sumergible y su buen caudal de agua buscando agilizar el tránsito rápido de los vehículos, la entrada se ubicó justamente donde está el cuadro con el número uno en la figura, pensando en el espacio de los vehículos para maniobrar y viéndose que era un lugar topográficamente ideal ya que allí era donde estaba una de las construcciones anteriores, y al hacer la demolición este lugar quedó plano y relativamente nivelado, cabe resaltar y se menciona que había mucho espacio de maniobra ya que en verde se encierra el lote y lo coloreado en verde indica que es área no construida o simplemente jardinerías, por lo que no estorbaría en el proceso constructivo que es la parte roja y donde se ubicarían las excavaciones y la estructura del proyecto; La figura en amarillo es representación de donde se ubica la planta de concretos, por lo que el desarenador planeado allí y mencionado en la metodología también tenía espacio suficiente para su desarrollo; finalmente se tienen unos cuadros más pequeños en blanco que fueron donde se instalaron los desagües.

Figura 1

Ubicación espacial de la obra



Así pues, y ya un poco más contextualizado el espacio de la obra se hace necesario mostrar una de las excavaciones de pila en la Figura 2, donde es posible observar como la excavación se llena de agua relativamente limpia, que al drenarse era utilizada en procesos como la mezcla de concretos para solado, vaciado de anillos de pilas y demás vaciados de elementos no estructurales, también para curado de algunos elementos constructivos o lavado de los mismos elementos de obra, esto fue importante, ya que dio muestra al proyecto de como almacenar el agua, estaba haciendo un cambio y además de que autoridades ambientales en sus recorridos, felicitaban a la obra por la recolección y manejo del agua en la misma.

Figura 2

Pila anillada con presencia de agua subterránea



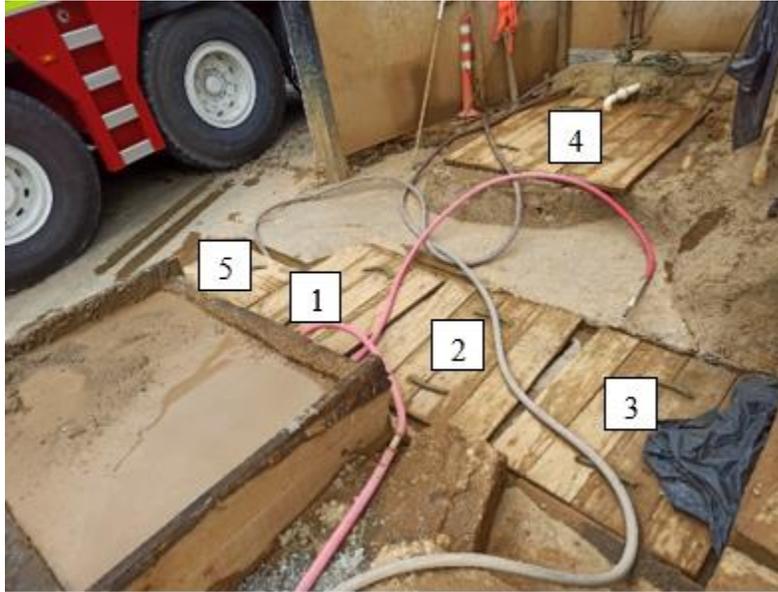
Ahora bien, se aborda la construcción de los elementos necesarios para el cuidado del agua en la obra, tal como se ve en la Figura 3, que corresponde al desarenador de la entrada del proyecto. Como primera medida se pensó un diseño en donde los sedimentos y lodos fueran quedando en la parte inferior de las cajas por lo que se decide construir 3 cajas (1, 2 y 3 en la figura), y un pozo (4 en la figura), esto en vista de todo el material de excavación que saldría del proyecto en volquetas y a la lluvia constante que se iba presentando, implicando mayor suciedad que se quedaba adherida a las llantas de los vehículos, se deciden cajas de 80 por 60 cm y 80 cm de profundidad, aumentando la altura de la tubería de una caja a otra para que así en el recorrido del agua, para que material grueso se sedimente suba solamente el agua como se mencionó anteriormente, finalmente para llegar lo más limpia posible al pozo con dimensiones de 120 cm diámetro y 200 cm de profundidad. El diseño no es complejo, se hizo de forma intuitiva y pensando en una rápida construcción debido a que el proyecto avanzaba en forma acelerada. El pozo se pensó de una gran profundidad, ya que el agua en este tenía que estar en constante nivel para que una bomba sumergible dentro de este pudiera mantener drenando y lavando así las volquetas en su constante entrada y salida (tiempo aproximado de lavado de volqueta: 6 a 11 minutos en día normal y, 9 a 15 minutos en días lluviosos), acto seguido, el agua de lavado volvía y entraba a las cajas por la parte donde se ve el vehículo en la figura y donde se ubica el número 5 que es una caja de 40 por 40 cm y 40 cm de profundidad. En conclusión, era un aspecto positivo porque se reutilizaba de manera constante el agua y aunque a veces había que reabastecer el pozo, no era problema porque se utilizaba el agua saliente de pilas o que había sido almacenada en canecas con anterioridad.

Los materiales utilizados para la construcción de cada elemento de la propuesta fueron sobrantes de la misma obra. En el caso de las cajas se utilizó emparrillado de hierro de ½" en cada cara, el acero no se escoge por una especificación o algo en específico si no con la idea de que simplemente aguante el empuje lateral; todo este acero fueron puntas sobrantes que iban cortándose en la obra y quedaban en el banco de despuntes, por lo que no sugirió un gasto extra para el proyecto ya que este acero no tendría otra utilidad por ser desperdicios. También las caras de las cajas o pozos fueron vaciadas con concreto sobrante de los carros transportadores de concreto. Las tapas de las cajas y demás como se ve en la Figura 3, fueron sobrantes de madera de los encofrados para

los anillos de las pilas, por lo que esto tampoco fue un gasto, ni un inconveniente en la realización de la propuesta.

Figura 3

Desarenador, lavadero de llantas del proyecto



Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, en la Figura 4, se puede ver la caja que se creó con motivo de limpieza de todo el lavadero de llantas, recordando que fue requerida debido a la cantidad de lodo saliente de la obra y el constante seguimiento y mantenimiento, la misma figura sirve para dar cuenta de cuando se secaba el material como se puede ver, tiene la tela funcionando como filtro y saliendo solo el agua, en cuanto a su limpieza, en ese mismo momento se procedía a realizarse y es por eso los elementos que se ven en la misma figura (coche y pala), la limpieza era rápida ya que el material se retiraba con facilidad, y era retirado de la obra junto con el material de las excavaciones.

Figura 4

Caja de limpieza de lodos con filtro de agua



Finalmente se tiene en la Figura 5, el lavado de una volqueta que era realizado por dos trabajadores, se decidió así por el maestro de obra con el fin de dar rápida salida a las volquetas ya que estaba siendo muy constante la entrada y salida de estas y favorecía a la rapidez de la construcción.

Figura 5

Proceso de lavado de llantas



En cuanto a uno de los usos que se le dio al agua extraída de pilas fue el de llenar la piscina de curado de cilindros del proyecto, puede verse agua muy limpia y utilizable, es por eso que se utiliza la Figura 6, como base de muestra de los usos que tenía esta agua, lo que la pone un poco turbia en la piscina, es simplemente cal que utilizan en la obra en el proceso de curado, pero es agua muy limpia, como extra, el agua de lluvia que se recolectaba también era usada para muchas cosas ya que también era agua muy limpia para diversos usos.

Figura 6

Utilización de agua extraída de las pilas en proceso de curado de cilindros



Finalmente, y para dar muestra de lo que se mencionó anteriormente respecto a los desagües que tenía la construcción anterior y que fueron utilizados para evacuar cuando se tuviera exceso de agua, la Figura 7, deja ver esto claramente, en donde se utilizó uno de los desagües de la piscina que hacía parte de la antigua construcción, este fue muy importante porque estaba en una parte central del proyecto y ayudaba a que llegara agua bombeada que no sería utilizada, con la premisa de haber controlado que no fueran aguas contaminadas e hicieran daño al medio ambiente en su recorrido. Uno de los aspectos que se trató, fue poner la rejilla que se ve en la imagen y además un filtro de tela interior para que el agua entre sin partículas de material grueso o con lodo, y así lograr que fuera agua limpia que llegara un poco mejor a los cauces correspondientes al desagüe.

Figura 7

Desagüe reacondicionado para ser usado en la obra



5 Conclusiones

El estudio previo de toda la información relacionada al proyecto es lo más importante para la planeación y correcta realización de este, al analizarse la información se tiene idea clara de como proceder y realizar ciertos procesos, además de lograr y dar solución a problemáticas que puedan preverse.

El análisis del estudio de suelos, otorgó ideas claras y precisas respecto al inicio de las excavaciones, y en que partes habría buena cantidad de agua para el uso en la obra, también pudiendo dar noción respecto a la ubicación de los puntos de recolección.

Los sitios propuestos para la implementación de las obras de recolección y tratamiento de agua fueron utilizados en su totalidad, además, claves en el desarrollo de las excavaciones, ejemplo de esto fue el buen funcionamiento del lavadero de llantas, que agilizo la salida de todos los vehículos, en especial, las volquetas que extraían el material de excavación de la obra.

Los diseños utilizados y construidos en el proyecto fueron ágiles, rápidos y de fácil construcción, los materiales utilizados en estos no fueron problema, y demostraron como la planeación y observación del proyecto, ayudó a utilizar materiales que se creían parte de los desechos.

Se concluye que la implementación y correcto funcionamiento de todo lo dicho en este trabajo requiere un correcto seguimiento en campo, ya que de esto dependerá el buen desarrollo de los elementos y también la misma generación de consciencia en las personas que se ubican en el proyecto.

La supervisión técnica de la obra es parte vital del desarrollo de un proyecto, parte de esta supervisión incluye el buen manejo de los recursos y materiales que están o se dan en la misma obra, asegurando el cumplimiento correcto de todas las actividades planteadas, es por esto que el seguimiento a todos los puntos implementados fue constante y dio resultados positivos para el proyecto. Los resultados fueron cualitativos, el seguimiento de entes de control ambiental en la obra fue positivo, generándose reportes y felicitaciones por el manejo del agua en el proyecto y del cuidado de los alrededores al mismo.

De manera personal tuve un gran crecimiento en el ámbito laboral gracias a la practica profesional como ingeniero civil; en mi papel como supervisor técnico aprendí muchas cosas en la realización de obras, destaco que en la obra WAKE 2.0 el compromiso fue total con el medio

ambiente, y aunque hay muchos aspectos que son difíciles de manejar por el rápido avance de las obras, es bueno tener en cuenta todos los procesos que se van llevando a cabo, es por esto que considero mi experiencia muy agradable y llena de mucho aprendizaje para mi como profesional.

Referencias

- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Alejandro Ramírez Cardona, D. (2012). *Sustainability: Actuality and necessity in the construction sector in colombia* (Issue 1).
- AIGUAPRES. (17 de enero de 2019). *Como funcionan las bombas sumergibles*.
<https://www.aiguapres.es/bombas-sumergiblesfuncionamiento/#:~:text=La%20bomba%20de%20agua%20sumergible,agua%20hacia%20afuera%20del%20pozo>
- Alberto, C., Montes, G., Carolina, A., Carranza -Subdirección, P., Nacional, R., Connie, C., Guerrero, A., Operativa, J.-D., Rojas, H. A., Operativa, S.-D., Echavarría, H., De Prevención, R.-S., De, A., Jaime, E., Plazas, M., Red, P.-S., & De Carreteras, N. (2016). *INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS PROCESO GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL MANUAL DE INTERVENTORÍA OBRA PÚBLICA*.
- Angelone, S., Garibay, M. T., & Cauhapé, M. (2006). *Geología y Geotecnia PERMEABILIDAD DE SUELOS*.
- World Green Building Council (WorldGBC), 2008. *Construction and WorldGBC to Collect Global Green Trends Data to Advance the Sharing of Green Information and Intelligence*. McGrawHill. New York