



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**



Alcaldía de Medellín

MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

6a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en Delineantes de Arquitectura e Ingeniería Y Construcción Sostenible
3al 11 de Noviembre de 2015

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CONSUMO DE AGUA SUBTERRANEA EN PROYECTOS CONSTRUCTIVOS.

CASO DE ESTUDIO: CENTRO COMERCIAL DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN

**JULIÁN ANDRÉS MÚNERA ZAPATA
CAROLINA CASTAÑO ZAPATA**

IDEA:

Utilizar agua subterránea encontrada en el proceso de excavación para disminuir el consumo de agua potable en proyectos constructivos en el municipio de Medellín.

TEMA:

Construcción Sostenible, Administración de la construcción, uso eficiente de recursos naturales

PROBLEMA:

El consumo de agua potable en actividades de la construcción que no requieren necesariamente agua potable.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el potencial de reemplazo de agua potable por agua subterránea en un proyecto constructivo en el municipio de Medellín.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Cuantificar el consumo de agua potable para ser reemplazada por el potencial de agua subterránea existente en un proyecto constructivo (caso de estudio) en el municipio de Medellín.
- Caracterizar las actividades que no requieran agua potable en actividades de la construcción, caso de estudio Centro Comercial.
- Analizar los impactos ambientales y económicos en el uso de aguas subterráneas en actividades de la construcción, caso de estudio Centro Comercial.

Cuantificar el consumo de agua potable para ser reemplazada por el potencial de agua subterránea existente en un proyecto constructivo (caso de estudio) en el municipio de Medellín.

Se tiene en cuenta la siguiente información:

- Volúmenes excavados en pilas.
- Verificación del nivel freático a partir del monitoreo de las pilas de recarga durante el periodo de excavación.
- El número de pilas excavadas y vaciadas por día.
- Volumen de pila y profundidad del nivel freático, para el cálculo del agua extraída de la pila.
- Cuantificación de volúmenes de agua por día, por mes y por el periodo de excavación.

RESULTADOS

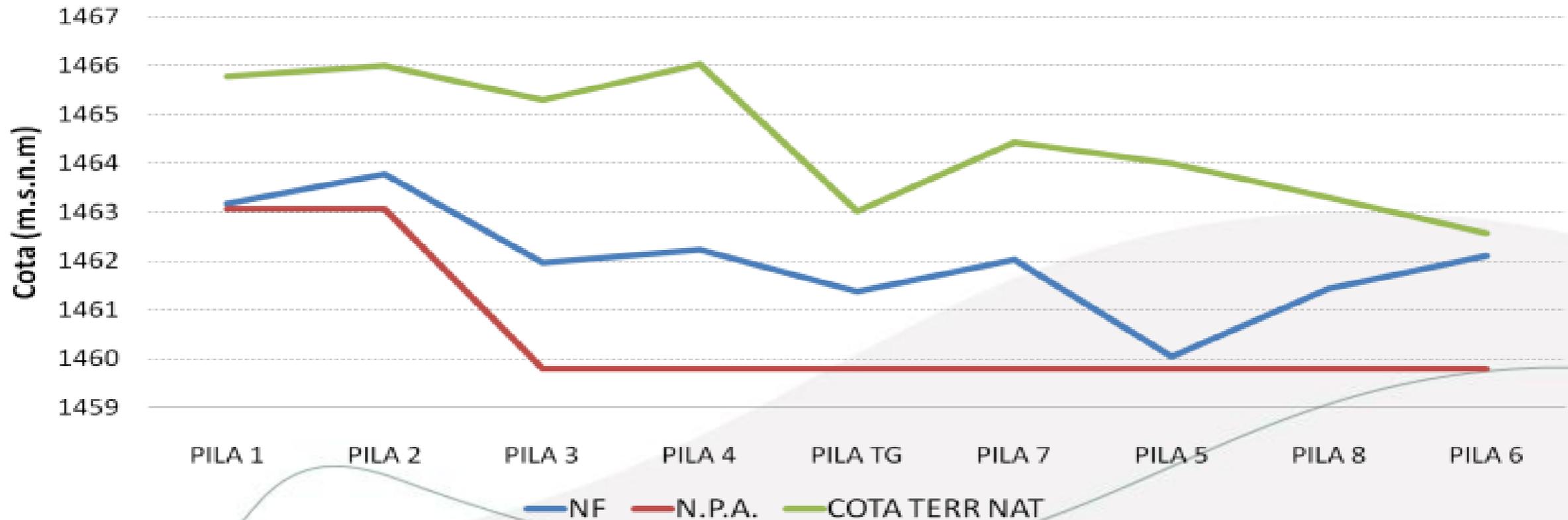


Figura 1. Comparación entre los niveles freático, de piso acabado y del terreno para cada una de las pilas de recarga (Hernandez, 2014)

- Al estar nivel freático por encima del nivel de piso acabado del sótano del proyecto, tanto las pilas como el suelo, estaba saturadas en su totalidad, lo cual hace posible utilizar la totalidad de la pila como “contenedor” de agua potencialmente utilizable para reemplazar el agua potable en algunas actividades o usos en el proyecto.

RESULTADOS

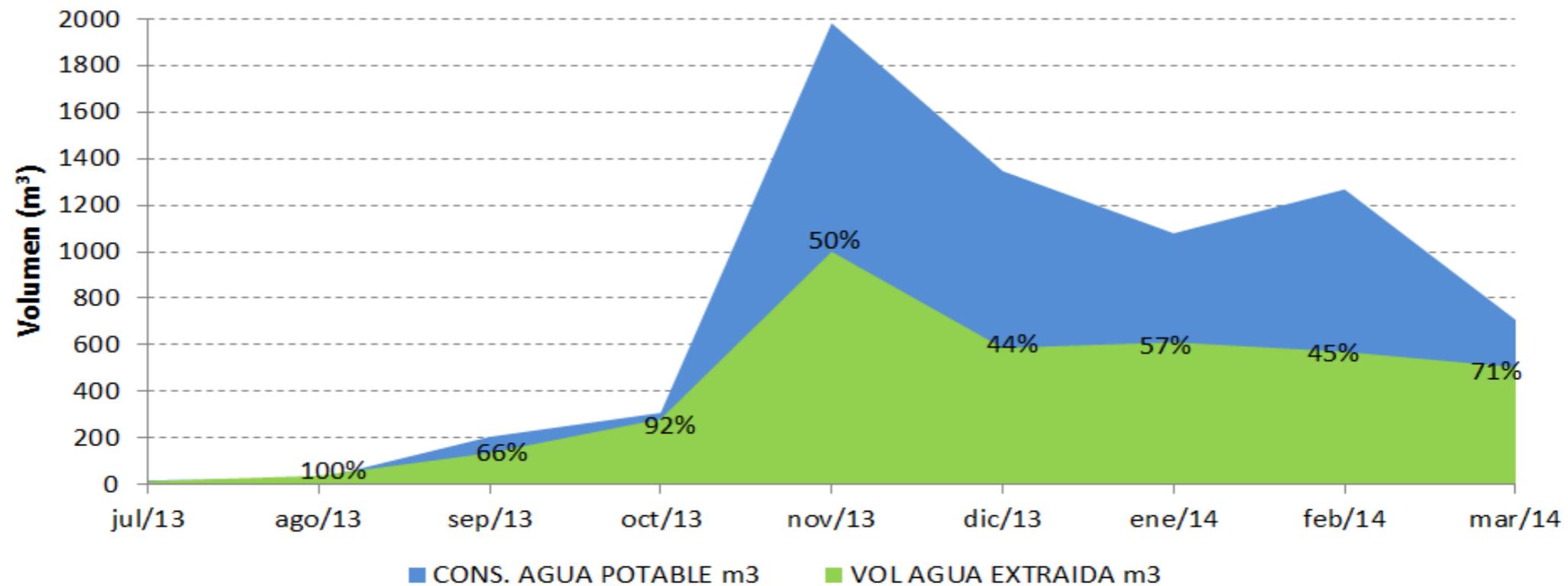


Figura 2. Volumen de agua extraído de las pilas comparado con el volumen de agua potable consumida (Fuente propia).

- Entre los meses de julio y octubre del 2013, el consumo de agua potable y el volumen extraído de las pilas fueron similares, dado a que había una máquina piloteadora. En la medida en que se agregaban más máquinas al proceso de excavación el consumo de agua aumento directamente, como se observa entre los meses de octubre 2013 y marzo 2014.

❖ RESULTADOS

MES	VOL AGUA EXTRAIDA m ³	CONS. AGUA POTABLE m ³	POTENCIAL REEMPLAZO
jul./13	13,39	17	79%
ago/13	36,93	24	100%
sep/13	134,88	204	66%
oct/13	280,93	307	92%
nov/13	1000,78	1983	50%
dic/13	586,28	1347	44%
ene/14	610,44	1079	57%
feb/14	569,78	1268	45%
mar/14	502,97	707	71%
TOTAL PERIODO			67%

Tabla 1. Volumen de agua extraído de las pilas , volumen de agua potable consumida y potencial de reemplazo(Fuente propia).

- Haciendo uso del potencial de recarga entre los meses de julio 2013 y marzo de 2014 se podría obtener un ahorro hasta de 67% en el consumo de agua potable del proyecto.

Caracterizar las actividades que no requieran agua potable para disminuir el consumo de ésta en los proyectos constructivos.

Para la respectiva caracterización se tienen en cuenta las actividades que se realizan paralelas a la excavación en la programación de obra o en la bitácora de la misma.

- Identificar las actividades que requieren agua potable.
- Evaluar el consumo de agua potable vs las actividades realizadas en obra.
- Calculo de la cantidad de agua de nivel freático para reemplazar el agua de EPM.
- Necesidades de almacenamiento en obra.
- Supuestos de la forma en la que se consume el agua potable en obra.

❖ RESULTADOS

MES	VOL AGUA EXTRAIDA m ³	CONS. AGUA POTABLE m ³	POTENCIAL REEMPLAZO (m ³)	AGUA INCORPORAD A m ³	Agua teórica (m ³)	EXCAVACION (m3)	CONSUMO AGUA POR EXCAVACION DE PILA (m ³)	CONSUMO TOTAL TEORICO (m ³)	USOS AGUA POTABLE (m ³)	USOS NO REQUIEREN AGUA POTABLE (m ³)
jul/13	13,39	17	79%	0,92	18	17	11,9	30	16,32	13
ago/13	36,93	24	100%	5,9	76	54	36,0	112	70,08	36
sep/13	134,88	204	66%	14,77	112	154	101,9	214	95,05	104
oct/13	280,93	307	92%	44,72	208	376	249,4	457	160,01	253
nov/13	1000,78	1983	50%	67,5	306	981	406,2	712	229,95	415
dic/13	586,28	1347	44%	116,32	363	1176	514,8	878	236,99	524
ene/14	610,44	1079	57%	129,75	376	1055	530,1	906	236,99	539
feb/14	569,78	1268	45%	126,39	349	710	470,7	819	215,12	478
mar/14	502,97	707	71%	93,8	337	670	444,0	781	236,99	451

Tabla 2. Volumen de agua en los diferentes usos y consumos (fuente propia)..

RESULTADOS

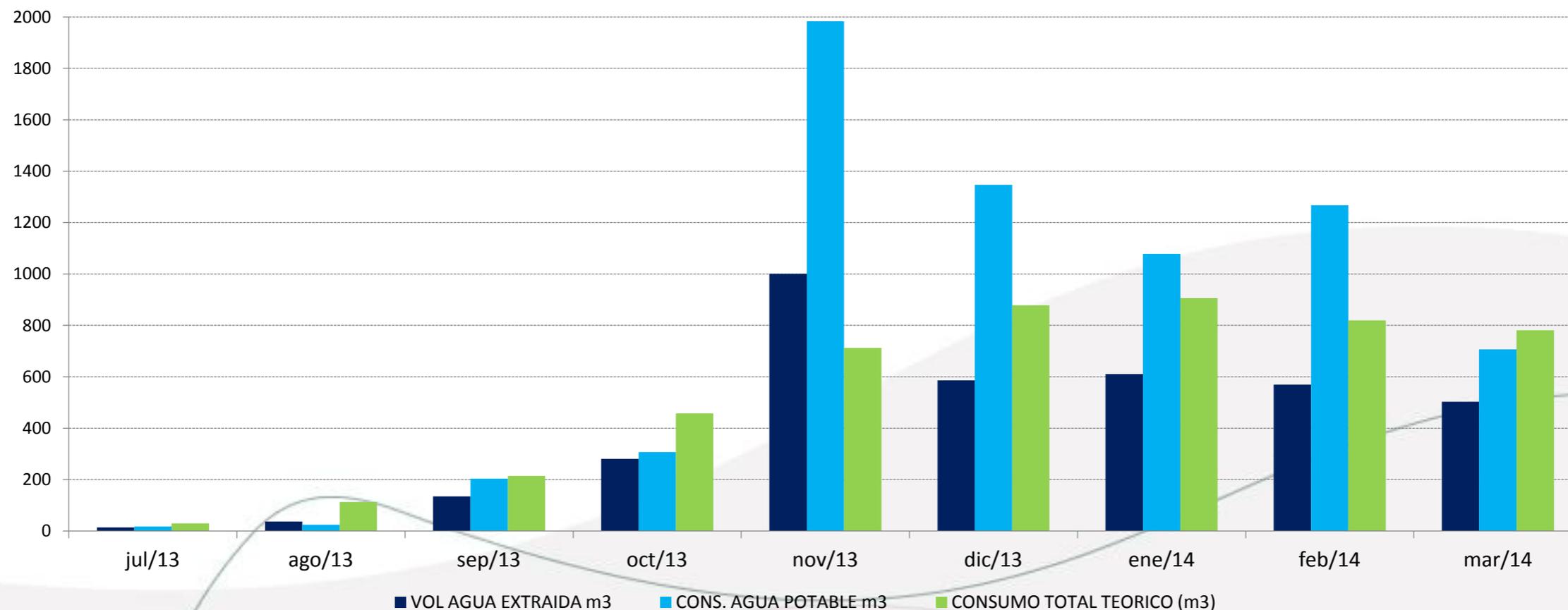


Figura 3. Relación volumen de agua extraída de la pila comparada con el consumo total teórico

- A partir del análisis de las dotaciones de agua tanto por persona, como los m² de restaurante y excavación por m³, se permiten observar la manera en la que el proyecto sobrepasa el límite de consumo según lo estipulado en las dotaciones estimadas para los diferentes usos y actividades a nivel general, a las cuales se hace referencia durante el periodo de excavación del proyecto.

RESULTADOS

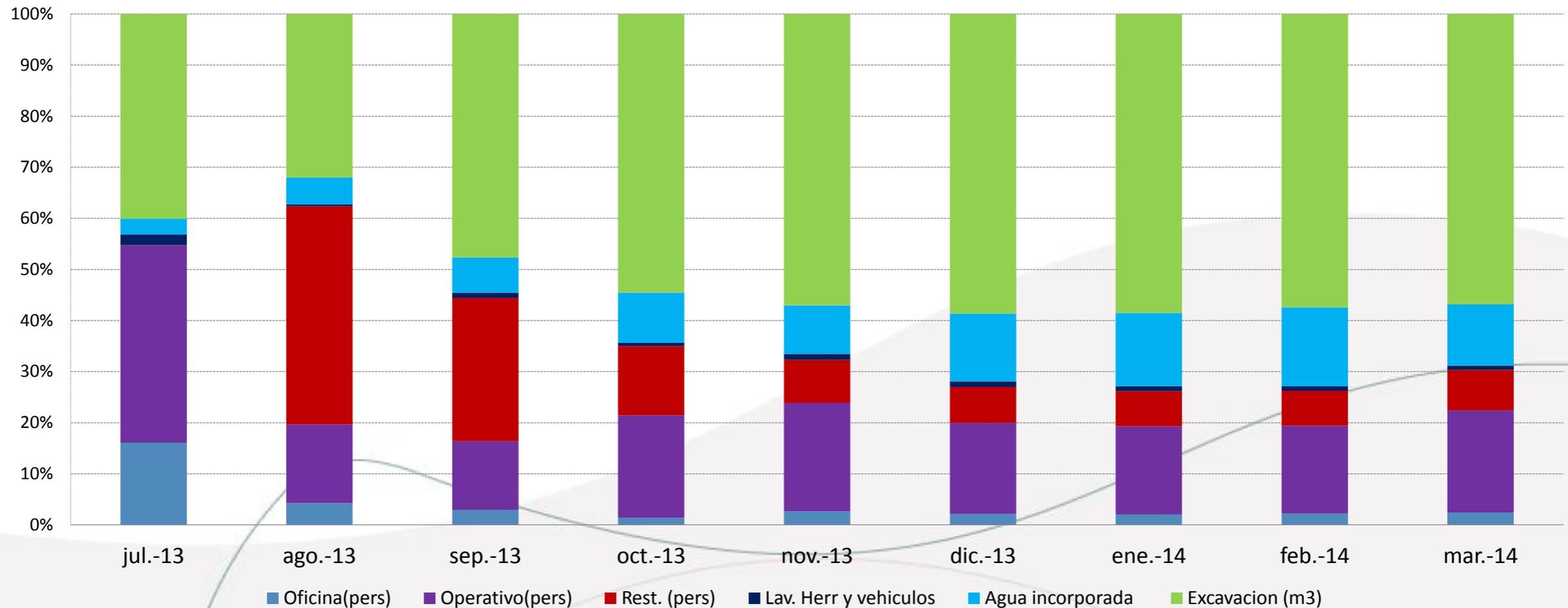


Figura 4. Porcentajes de consumo teórico de agua en actividades durante el periodo de excavación (Fuente propia)

•En relación a lo estimado en las dotaciones, podemos determinar la manera en la cual, a medida que avanza el proceso de excavación disminuye el porcentaje de consumo de agua potable en algunas actividades y usos que se realizan en el desarrollo del proyecto.

RESULTADOS

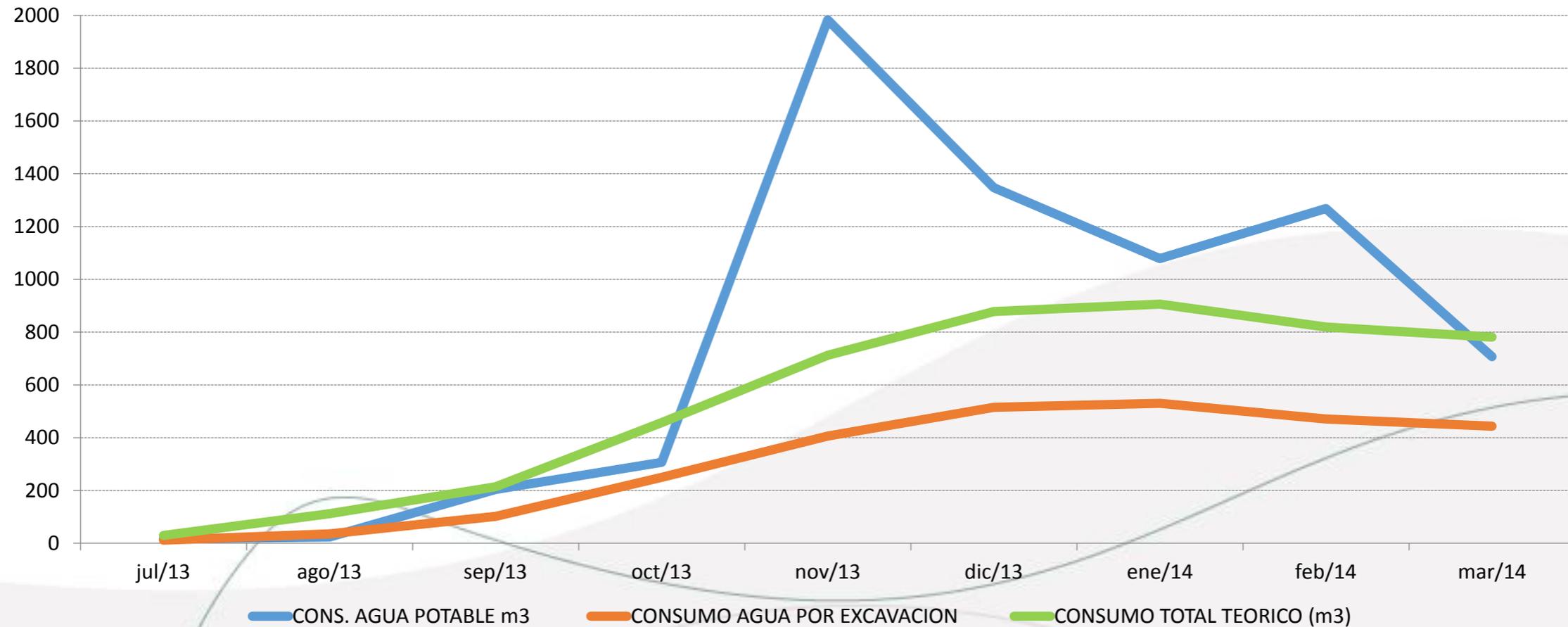


Figura 5. Relación consumo agua potable y consumo en periodo de excavación

- El proceso de excavación en gran parte es responsable de los altos consumos de agua potable en relación con otras actividades que consumen agua y se realizan simultáneamente en el periodo de excavación.

❖ RESULTADOS

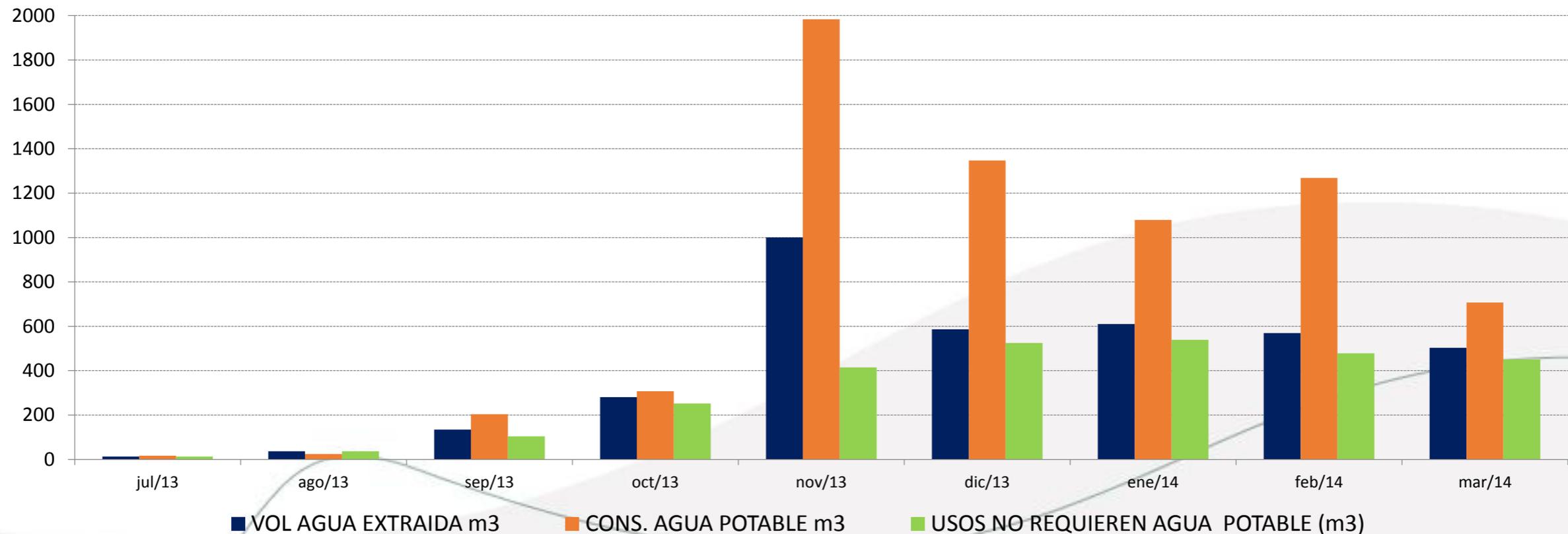


Figura 6. Relación volumen agua extraída con usos y actividades que no requieren agua potable

- Haciendo una relación del volumen de agua extraída con la caracterización de las actividades o usos que no requieren agua potable, se estima que es posible reemplazar ésta por agua de nivel freático y así disminuir el consumo.

Analizar los impactos ambientales y económicos que se presenta con el uso aguas subterráneas en un proyecto constructivo en el municipio de Medellín.

La valoración de los impactos ambientales se realiza con base a la *“GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN LA UEN METROPOLITANA AGUAS”*.

En la valoración de los impactos económicos se realiza la revisión de la *Ley 788 de 2002, 223 de 1995* y del *Estatuto Tributario*.

❖ RESULTADOS

	CONSUMO (m3)	% CONSUMO	(\$ COSTO
REQUIERE AGUA POTABLE	1497.50	30.5	1 708 922.01
NO REQUIERE AGUA POTABLE	3412.49	69.5	3 885 289.00
TOTAL AGUA POTABLE CONSUMIDA EN EL PERIODO DE EXCAVACION	4909.99	100	5 594 211.01
POTENCIAL DE REEMPLAZO POR SUBTERRANEA	3289.7	67	3 748 121.38

Tabla 3. .Consumo de agua potable de actividades que la requieren y no la requieren por m3, porcentaje y costo.

•Se realizan prácticas ambientales que no son documentadas, y por falta de información no se gestionan los beneficios tributarios que pueden ser aplicados en los proyectos que se ejecutan en nuestra ciudad, por lo cual es pertinente que se dé a conocer información que finalmente motivará el uso de prácticas ambientales y la difusión de las mismas, como se puede observar en la tabla 3, la cual contiene los metros cúbicos consumidos , el porcentaje de consumo y el potencial de reemplazo.

RESULTADOS

Aspecto	Impacto	Clase (C) -1, 1	Probabilidad (P) 1, 1.5, 2	Frecuencia (F) 1-5	Duración (D) 1-5	Severidad (S) 1-5	Extensión (E) 1-5	Evolución (Ev) 1-5	CALIFICACION	PRIORIDAD	Prioridad Acciones para el manejo
Consumo Oficina (pers)- Unidades Sanitarias - Lavamanos	Contaminación por vertimiento	-1	1	1	1	2	2	2	16	BAJA	Sensibilizaciones dirigidas a los grupos de interés que se considere pertinente, seguimiento y monitoreo.
	Reduccion de recurso hidrico	-1	1	1	1	2	2	2	16		
	Contaminacion del suelo por generacion de residuos	1	1	2	1	2	2	2	18		
	ASPECTO								16.67		
Consumo Operativo (pers) • Unidades sanitarias - lavamanos - Ducha	Contaminación por vertimiento	-1	1.5	4	3	3	2	2	42	MEDIA	Diseño e implementación de controles operacionales, seguimiento y monitoreo para evaluar su efectividad.
	Reduccion de recurso hidrico	-1	1.5	3	3	4	2	2	42		
	Contaminacion del suelo por generacion de residuos	1	1.5	3	3	3	2	2	39		
	ASPECTO								41		
Consumo Restaurantes • lavamanos - lavalosa - preparacion de alimentos	Contaminación por vertimiento	-1	2	5	3	3	2	2	60	MEDIA	Diseño e implementación de controles operacionales, seguimiento y monitoreo para evaluar su efectividad.
	Reduccion de recurso hidrico	-1	1.5	3	3	2	2	2	36		
	Contaminacion del suelo por generacion de residuos	-1	1	4	3	2	2	2	26		
	ASPECTO								40.67		
Consumo lavado de herramientas	Contaminación de las fuentes de agua	-1	2	3	4	4	3	3	68	ALTA	Diseño e implementación de programas o planes de gestión ambiental con objetivos y metas claramente definidos; teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la normatividad vigente.
	Contaminación por vertimiento	-1	2	3	4	3	3	3	64		
	Reduccion de recurso hidrico	-1	2	3	3	3	3	3	60		
	Contaminacion del suelo por generacion de residuos	-1	2	3	3	2	3	3	56		
ASPECTO								62			
Consumo Lavado de llantas	Contaminación de las fuentes de agua	-1	2	4	4	4	3	3	72	ALTA	Diseño e implementación de programas o planes de gestión ambiental con objetivos y metas claramente definidos; teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la normatividad vigente.
	Contaminación por vertimiento	-1	2	4	5	3	3	3	72		
	Reduccion de recurso hidrico	-1	2	4	3	3	3	3	64		
	Contaminacion del suelo por generacion de residuos	-1	2	3	3	2	3	3	56		
ASPECTO								66			
Consumo Excavación-Agua Incorporada en el proceso	Contaminación de las fuentes de agua	-1	2	4	4	4	3	4	76	ALTA	Diseño e implementación de programas o planes de gestión ambiental con objetivos y metas claramente definidos; teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la normatividad vigente.
	Contaminación por vertimiento	-1	2	5	4	3	3	4	76		
	Reduccion de recurso hidrico	-1	2	5	5	5	3	4	88		
	Contaminacion del suelo por generacion de residuos	-1	2	4	2	3	3	4	64		
ASPECTO								76			

Tabla 7. Valoración de impactos según Guía metodológica para la identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales en la UEN metropolitana aguas.

RESULTADOS

Los impactos que se generaron durante el periodo de excavación del proyecto muestran que el grado de prioridad corresponde:

- El consumo personal administrativo Oficina (pers.) en: Unidades Sanitarias – Lavamanos - Duchas tiene un impacto Bajo con un 16.7%, el cual se puede ser mitigado mediante sensibilizaciones dirigidas a los grupos de interés que se considere pertinente, seguimiento y monitoreo.
- El consumo Operativo (pers) en: Unidades sanitarias - lavamanos – Ducha y el Consumo del Restaurante Lavamanos – lavado de losa - Preparación de alimentos, su valoración permite priorizar en Media con un 33.3%, para la cual se recomienda es el Diseño e implementación de controles operacionales.

RESULTADOS

- El Consumo lavado de herramientas, Consumo Lavado de llantas y Consumo Excavación-Agua Incorporada en el proceso de excavación dan como resultado Prioridad Alta con un 50%, donde la recomendación es el diseño e implementación de programas o planes de gestión ambiental con objetivos y metas claramente definidos; teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la normatividad vigente, lo cual justifica dinámicas investigativas que permitan realizar una metodología para la optimización de los recursos hídricos en los proyectos de construcción.

RESULTADOS

- Las personas jurídicas que realicen directamente inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente, tendrán derecho a deducir anualmente de su renta el valor de dichas inversiones que hayan realizado en el respectivo año gravable, previa acreditación que efectúe la autoridad ambiental respectiva, en la cual deberán tenerse en cuenta los beneficios ambientales directos asociados a dichas inversiones.
- El valor a deducir por este concepto en ningún caso podrá ser superior al veinte por ciento (20%) de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión.

CONCLUSIONES

- Al estar el nivel freático por encima del nivel de piso acabado del sótano del proyecto, se evidencia que tanto las pilas como el suelo están saturados en su totalidad, lo cual hace posible utilizar la totalidad de la pila como “contenedor” de agua potencialmente utilizable para reemplazar el agua potable en algunas actividades o usos en el proyecto.
- Entre los meses de julio y octubre del 2013, el consumo de agua potable y el volumen extraído de las pilas fueron similares en un 15.17% (estando por encima el consumo de agua potable), ya que en el proceso de excavación solo se estaba empleando una máquina piloteadora. En la medida en que se agregaban más máquinas al proceso de excavación, llegándose a tener tres máquinas trabajando simultáneamente, el consumo de agua aumento directamente, como se observa entre los meses de noviembre de 2013 y marzo 2014.
- Haciendo uso del potencial de recarga entre los meses de julio 2013 y marzo de 2014 se podría obtener un ahorro hasta de 67% en el consumo de agua potable del proyecto.

CONCLUSIONES

- Por medio del cálculo se determinó el consumo de agua en el proceso de construcción para el periodo de análisis con base en la dotación de agua tanto por persona, como los m² de restaurante y excavación por volumen (m³) el proyecto sobrepasa los consumos teóricos calculados con las dotaciones estimadas para los diferentes usos y actividades a nivel general en las actividades de construcción.
- En relación a lo estimado en las dotaciones podemos determinar la manera en la cual, a medida que avanza el proceso de excavación disminuye el porcentaje de consumo de agua potable en algunas actividades y usos que se realizan en el desarrollo del proyecto, como lo son actividades que subieron sus porcentajes de consumo como la excavación que incremento de un 40% inicial a un 59%, el agua incorporada en el proceso con un aumento del 3% al 15%, la reducción del porcentaje de consumo en actividades como restaurante 43% al 8%, personal operativo del 39% al 17%, mientras el lavado de herramientas y equipos se sostiene con el 1% de consumo de todo el proceso.

CONCLUSIONES

- En el periodo comprendido entre julio de 2013 y marzo de 2014, la excavación en gran parte es el responsable de los altos consumos de agua potable en relación con otras actividades en las que se consume agua y se realizan simultáneamente en este periodo, con porcentajes de consumo de agua entre el 40% y el 59%.
- Al realizar una reducción del consumo de agua potable partiendo de un costo de \$ 5'594.211,01 por el uso de agua subterránea, se reduce el costo de en la facturación de acueducto en los servicios públicos, dado a que es agua que hace parte del mismo proceso constructivo en el \$ 3'748.121,38, que equivale al 67% .
- La implementación de iniciativas ambientales en los proyectos de construcción generan un 20% de descuento de la renta líquida, lo cual genera un beneficio económico tanto para los proyectos como para las empresas construcción.

CONCLUSIONES

- Contemplando las múltiples posibilidades con las cuales se pueden desarrollar los proyectos constructivos desde el punto de vista de la adquisición y disposición de los recursos, es necesario tener en cuenta que el manejo correcto de recursos naturales como el agua dentro de los planes de gestión ambiental, no solo se van a ver reflejado en una construcción más limpia en cada uno de sus procesos, pues al manejar el agua correctamente dentro del proceso de ejecución independiente su procedencia, se están controlando la gran mayoría de los imprevistos que se puede presentar en el proceso, si no que también se dará una reducción significativa en el consumo de agua potable al ser reemplazada por agua subterránea en actividades o usos que no requieren agua potable, sabiendo que el agua es un recurso natural que es renovable pero limitado.

RECOMENDACIONES

- Es necesario asesorarse desde diferentes puntos de vista para el desarrollo este tipo de proyecto, dado a que algunos puede observar la parte de costo que afectar poco el presupuesto del proyecto, mientras otros las implicaciones ambientales y el impacto que se da al desperdiciar un recurso natural que es una riqueza como lo es el agua.
- Para la debida cuantificación del consumo de agua en las diferentes actividades y usos, es necesario instrumentar el proyecto con medidores de agua, con el fin de llegar a datos certeros y no trabajar con información teórica o estimativa, como fue el caso de este proyecto siempre dio por debajo.
- No esta demás en insistir con sensibilizaciones acerca de la reducción de consumo de agua potable utilizando alternativas sostenibles en las empresas constructoras, creando así una cultura ambiental y generando un ahorro en costos.
- Es pertinente realizar la evaluación de impactos con el fin de valorar cada uno de los mismos, para de esta madera darle el valor que requiere las iniciativas ambientales en obra y los proyectos de investigación.

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PARQUES Y ESCENARIOS PÚBLICOS DE BOGOTÁ D.C. (2 de Marzo de 2015). Obtenido de http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=2527&Itemid=1894
- Ambiente, S. D. (25 de Abril de 2011). RESOLUCIÓN 2397 DE 2011. RESOLUCIÓN 2397 DE 2011. Bogota, D.C, Cundinamarca, Colombia: Alcaldía de Bogota .
- Botasso, H. G., & Fensel, E. A. (2004). PROYECTO PARA EL USO SISTEMÁTICO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, DEMOLICIÓN Y PROCESOS INDUSTRIALES. CONAMET/SAM. La Plata, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- Castaño, J., Rodríguez, R., Lasso, L., Gómez, A., & Ocampo, M. (Octubre-Diciembre de 2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá perspectivas y limitantes. Tecnura, 121-129.
- Delgado, C. C. (4,5 y 6 de Diciembre de 2012). MANUAL DE MANEJO DE RESIDUOS DE. Obtenido de http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=9501675e-042c-46b4-90c9-639f6cd07598&groupId=664482.
- E.S.P., E. P. (2012). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE. Medellín: EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.
- Gómez, A., & Farias, M. (2012). Comportamiento físico-mecánico de un residuo de construcción y demolición en la estructura de pavimento. XXVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (págs. 0-8). Brasilia: SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA A.C.
- Ihobe S.A. (2009). Manual de Directrices, para el uso de Áridos Reciclados en Obras Públicas de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Ihobe S.A. (2011). Usos de áridos reciclados mixtos procedentes de Residuos de Construcción y Demolición. País Vasco: Ihobe S.A. .

BIBLIOGRAFIA

- IPCC. (2007). Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007, IPCC .
- Lahoud, G. O. (2004). La importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para la defensa nacional. Antioquia. Buenos Aires - Argentina: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Madrid, C. d. (25 de Febrero de 2015). Comunidad de Madrid. Obtenido de http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_InfPractica_FA&cid=1114179113325&pagename=ComunidadMadrid/Estructura&pv=1132042819760#Definicion_RCD
- Medina R., C. A., & Bedoya M., C. M. (2013). Concreto Confeccionado con Aguas Lluvias. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Hacienda. (2015). Estatuto Tributario. Santa Fé de Bogotá: Congreso de la Republica.
- Rodríguez, A. L. (2008). Gestión de RCD y su repercusión en el desarrollo sostenible. Residuos Revista Técnica, 48-61.
- Rodríguez, R. (2008). El agua como un recurso que condiciona el Desarrollo Sustentable. En R. Rodríguez, Gestión y Tratamiento de Agua Subterránea. (pág. 3). Buenos Aires - Argentina: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N. - Argentina.
- Romero, E. (Julio de 2006). UHU. Recuperado el 13 de Febrero de 2015, de <http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf>.
- MELGUIZO B., Samuel. Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de abasto en las edificaciones. Centro de Publicaciones Universidad Nacional Medellín 1994. Quinta edición, primera parte, pág. 165, 318-326.
- ACEVEDO A., Antonio Caso. Manual de Hidráulica. Prensa Técnica S.A. Mexico 1976. Págs. 482-485.
- Manual técnico del agua. SAE depuración de agua degremunt.

BIBLIOGRAFIA

- SÁNCHEZ SAN ROMÁN, Francisco Javier. Departamento De Geología Universidad De Salamanca. España. Conceptos Fundamentales de Hidrogeología. Pág. 1.
- MARTINEZ NAVARRETE, Carlos. GARCÍA GARCÍA, Álvaro. Publicaciones Del Instituto Geológico Y Minero De España. Serie: Hidrología y aguas subterráneas N°10. Perímetros De Protección Para Captaciones De Agua Subterránea Destinada Al Consumo Humano. Metodología Y Aplicación Al Territorio. Instituto Geológico Y Minero De España. Ministerio De Ciencia Y Tecnología. España. Pág., 139.
- Juan Antonio López Geta. Juan María Fornés Azcoiti. Gerardo Ramos González. Fermín Villarroya Gil. Las Aguas Subterráneas. Un Recurso Natural Del Subsuelo. Instituto Geológico Y Minero De España. Ministerio De Educación, Cultura Y Deporte. Fundación Marcelino Botín. España. 2001. Pág., 12, 15, 20, 21, 22.



GRACIAS

Organizadora y Compiladora del Evento
Olgalicia Palmett Plata
Noviembre de 2015



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA



Alcaldía de Medellín

