



UNIVERSIDAD  
**MAYOR**

para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias

---

**CONSTRUCCIÓN  
CIVIL**

---

**DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE CONSUMEN  
AGUA POTABLE EN ETAPA DE TERMINACIONES: CASO DE ESTUDIO  
OBRA EL BLANCO**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Raúl Ignacio Torres Almonacid

Profesor Guía:

Claudia Rojo Mellado

Fecha:

Agosto 2020

Santiago, Chile

## **CONTENIDOS**

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	0
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	1
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>2. ESCENARIO HÍDRICO EN CHILE</b> .....	9
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	11
3.1 DESCRIPCIÓN CASO ESTUDIO .....	12
<b>4. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN</b> .....	14
4.1 Consumo de agua (teórica) en materiales.....	17
<b>4.1.1 Partidas de departamentos</b> .....	18
<b>4.1.2 Partidas de espacios comunes</b> .....	18
<b>4.1.3 Partidas de obras complementarias</b> .....	18
<b>4.2 Consumo agua pruebas de artefactos sanitarios</b> .....	20
<b>4.2.1 Termos</b> .....	20
<b>4.2.2 Tinas</b> .....	21
<b>4.2.3 Lavaplatos</b> .....	21
<b>4.2.4 Lavamanos</b> .....	21
<b>4.2.5 Inodoros</b> .....	21
4.3 Consumo agua pruebas de impermeabilización .....	22
<b>4.3.1 Zonas húmedas</b> .....	23
<b>4.3.2 Cubiertas</b> .....	28
<b>4.3.3 Losas expuestas a la intemperie en 1° piso</b> .....	31
<b>4.3.4 Estanques de agua</b> .....	36
4.4 Consumo teórico de agua usuarios .....	38
4.5 Otros consumos .....	39
<b>4.5.1 Consumo agua indirecta</b> .....	39
<b>4.5.2 Consumo agua directa</b> .....	40
4.6 Consumo real de caso de estudio .....	42
<b>5. ANALISIS DE RESULTADOS</b> .....	44
5.1 Consumo de agua (teórica) en materiales.....	44
5.2 Consumo agua pruebas de servicio .....	47

<b>5.2.1</b>	<b>Análisis pruebas de artefactos.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Análisis pruebas de impermeabilización.....</b>	<b>49</b>
5.3	Análisis de consumo hídrico de usuarios .....	52
5.4	Análisis de otras estimaciones.....	54
5.5	Análisis consumo real caso estudio.....	55
<b>5.5.1</b>	<b>Análisis consumos totales .....</b>	<b>56</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>

SOLO USO ACADÉMICO

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano general de arquitectura nivel de terreno .....	12
Figura 2: Render proyecto “Aura” .....	13
Figura 3: Esquema de actividades.....	15
Figura 4: Estratigrafía cocina y baño .....	23
Figura 5: Estratigrafía terrazas .....	24
Figura 6: Áreas impermeabilizadas departamento tipo B1 .....	24
Figura 7: Áreas impermeabilizadas departamentos tipo A1 .....	25
Figura 8: Áreas impermeabilizadas departamento tipo H1 .....	25
Figura 9: Corte elevación departamento 804 .....	26
Figura 10: Estratigrafía Sala de basura y lavandería.....	26
Figura 11: Área de impermeabilización lavandería .....	27
Figura 12: Área de impermeabilización sala de basura 1 .....	27
Figura 13: Área de impermeabilización sala de basura 2 .....	28
Figura 14: Estratigrafía de cubierta.....	29
Figura 15: Áreas impermeabilizadas cubierta.....	29
Figura 16: Corte impermeabilización cubierta edificio Torre A.....	30
Figura 17: Corte impermeabilización cubierta edificio Torre B (arquitectura) .....	30
Figura 18: Elevación sur impermeabilización cubierta.....	30
Figura 19: Impermeabilización cubiertas externas .....	31
Figura 20: Estratigrafía de jardineras .....	32
Figura 21: Áreas impermeabilizadas jardineras .....	32
Figura 22: Prueba estanqueidad jardineras .....	33
Figura 23: Estratigrafía de zonas de tránsito vehicular.....	34
Figura 24: Impermeabilización área 1 y 2 zonas de tránsito vehicular.....	34
Figura 25: Impermeabilización sector tránsito vehicular.....	35
Figura 26: Estratigrafía de estanques de agua.....	36
Figura 27: Impermeabilización estanques de agua potable.....	37

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Tarifas promedio de agua potable en Chile .....	10
Tabla 2: Consumo hídrico materiales .....	45
Tabla 3: Consumo de agua pruebas artefactos sanitarios.....	47
Tabla 4: Consumo de agua de pruebas de impermeabilización .....	49
Tabla 5: Consumos teóricos de agua de pruebas efectivas de impermeabilización.....	49
Tabla 6: Consumos totales por tipo de prueba de servicio .....	51
Tabla 7: Consumos totales mensuales usuario.....	52
Tabla 8: Consumo camiones hormigón.....	54
Tabla 9: Consumo piscina.....	54
Tabla 10: Detalle consumo caso estudio.....	55
Tabla 11: Resumen de consumos totales por tipo en caso estudio .....	56

SOLO USO ACADÉMICO

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Curva S proyecto El Blanco.....	8
Gráfico 2: Ponderación de materiales .....	45
Gráfico 3: Relación peso y consumo de cantidades totales .....	46
Gráfico 4: Ponderación consumo de agua pruebas artefactos sanitarios .....	48
Gráfico 5: Comparativo pruebas de impermeabilización.....	50
Gráfico 6: Ponderaciones por tipo de prueba de servicio .....	51
Gráfico 7: Consumos de agua mensuales usuarios .....	53
Gráfico 8: Consumos mensuales usuarios .....	56

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO

*“A mi familia, y a todos los que me acompañaron en este proceso para que pudiera ser logrado”*

## **AGREDECIMIENTOS**

Esta investigación y los resultados de la misma se deben en gran parte a la enorme voluntad, preocupación y a los sólidos conocimientos de mi tutora Claudia Rojo, además de la incondicional ayuda de María Jesús y de todo el equipo de la Obra El Blanco.

Además, agradecer a mi familia por su gran preocupación y colaboración en mi bienestar para proveer de un óptimo y normal desarrollo de esta investigación.

SOLO USO ACADÉMICO

## **RESUMEN**

Actualmente, Chile se ha caracterizado por ser un país que está en constante crecimiento económico, donde se ve acompañado de grandes desafíos que se tienen que detectar y enfrentar de tal manera que este no se vea entorpecido por consecuencias directas e indirectas de la misma. De esta forma, una de las grandes consecuencias que ha traído el desarrollo económico y los diferentes sistemas que la componen a nivel mundial, ha sido el cambio climático, una de las mayores amenazas que está enfrentando la humanidad (Mora *et al.*, 2018).

Dentro de los síntomas que expone el cambio climático, Chile en términos de superficie a nivel país presenta aproximadamente un 21,7% con algún grado de riesgo de desertificación (leve, moderado, y grave), cuyas cifras corresponden a 16.379.342 hectáreas, afectando en estos términos a una población de 6.816.661 habitantes pertenecientes a 156 comunas (SudAustral Consulting SpA, 2016)

Es por esto que el camino que se debe seguir, para un óptimo y sustentable desarrollo económico, relacionado directamente con una mejor calidad de vida de la población, es de priorizar el cuidado de los recursos limitados y, por tanto, fomentar el uso eficiente de estos. Dado esto, se ve la necesidad de detectar dentro de todos los procesos involucrados en la producción de bienes y servicios, aquellos usos ineficientes de los recursos naturales a nivel país.

El rubro de la construcción considerándose como el termómetro de la economía en Chile, tiende a ser uno de los sectores que se caracteriza por generar un alto impacto al medio ambiente. Es por esto que, en esta investigación, se detectó la necesidad de hacer un seguimiento de las actividades dentro de una obra de edificación en altura con destino habitacional, en una región del país que ya presenta comunas declaradas y decretadas con escasez hídrica. Además, poniendo énfasis de que actualmente no está dentro de la idiosincrasia o costumbre por parte de ninguno de los actores involucrados dentro del rubro de la construcción, el hecho de ser eficientes con este bien tan vital y escaso, y menos aún, no existe una noción clara de las cantidades de agua utilizadas en cada uno de los procesos y en su totalidad para construir una edificación.

Específicamente, se hará una identificación de la gran mayoría de faenas y procesos en etapa de terminaciones que involucren cierto grado de consumo de agua para su realización en un caso estudio seleccionado. Esto, con la finalidad de entregar metodologías, procedimientos, criterios y formas de cálculo para una posterior entrega de datos y análisis de resultados teóricos en base al consumo de agua. Esto se aplicará en dicha etapa, donde involucra una gran cantidad de actividades o faenas, mano de obra, materiales, pruebas de calidad, y, por tanto, una cantidad importante de recursos. De tal forma, que el análisis formulado a través de un desglose de consumos de diferentes faenas constructivas o procesos dentro de una obra de construcción, permita proveer de una visión más clara y amplia de los consumos hídricos en edificación en altura para la etapa mencionada.

## **SUMMARY**

Currently, Chile has been characterized as a country that is in constant economic growth, where it is accompanied by great challenges that have to be detected and faced in such a way that it is not hindered by its direct and indirect consequences. In this way, one of the great consequences that economic development has brought and the different systems that compose it worldwide, has been climate change, one of the greatest threats that humanity is facing (Mora et al., 2018).

Among the symptoms that climate change exposes, Chile in terms of area at the country level presents approximately 21.7% with some degree of risk of desertification (mild, moderate, and severe), whose digit correspond to 16,379,342 hectares, affecting in these terms a population of 6,816,661 inhabitants belonging to 156 communes (SudAustral Consulting SpA, 2016) That is why the path that we must follow, for an optimal and sustainable economic development, directly related to a better quality of life for the population, is to prioritize the care of limited resources and, therefore, promote the efficient use of these. Given this, we find ourselves in the need to detect within all the processes involved in the production of goods and services, those inefficient uses of natural resources at the country level.

The construction category, being considered as the thermometer of the economy in Chile, tends to be one of the sectors characterized by generating a high impact on the environment.

That is why, in this investigation, the need to monitor activities within a high-rise building with a residential destination was detected, in a region of the country that already has declared and decreed communes with water shortages. In addition, emphasizing that currently it is not within the idiosyncrasy or custom on the part of any of the actors involved in the field of construction, the fact of being efficient with this so vital and scarce good, and even less, there is no clear notion of the amounts of water used in each of the processes and in its entirety to construct a building.

Specifically, an identification will be made of the vast majority of tasks and processes in the completion stage that involve a certain degree of water consumption for their execution in a selected case study. This, in order to deliver methodologies, procedures, criteria and calculation methods for a subsequent delivery of data and analysis of theoretical results based on water consumption. This will be applied at this stage, where it involves a large number of activities or tasks, labor, materials, quality tests, and therefore, a significant amount of resources. In such a way, that the analysis formulated through a breakdown of consumption of different construction tasks or processes within a construction site, allows us to provide a clearer and broader vision of water consumption in high-rise buildings for the mentioned stage.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ya es un tema recurrente y en constante estudio e investigación la situación hídrica que se está viviendo a nivel mundial. A pesar de que el 70% de la superficie del planeta es agua, solo el 2,5% corresponde a agua fresca o dulce (acuíferos, lago, ríos, glaciares etc.), y únicamente el 0,62% es apta para el consumo humano, agrícola e industria (Shiklomanov y Rodda, 2003), realidad que nos demuestra la escasez de este bien tan vital para el ser humano.

Dentro de las proyecciones formuladas por la OCDE (2012) indican que el 40% de la población mundial vive en cuencas hidrográficas bajo estrés hídrico y que la demanda del agua se incrementará en un 55% para el año 2050, y para este mismo año se espera que 240 millones de personas sigan aún sin acceso al agua potable y que 1.400 millones tampoco al saneamiento básico.

“Entre 2011 y 2050 se espera que la población mundial aumente un 33%, pasando de 7.000 millones a 9.300 millones de habitantes”(citado en Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2016, p. 20). En este mismo periodo la demanda de alimentos aumentará un 60% (Alexandratos y Bruinsma, 2012).

En el mundo, alrededor de 3 de cada 10 personas, o 2.100 millones de personas, carecen de acceso a agua potable y disponible en el hogar. Mientras que 6 de cada 10, o 4.500 millones, carecen de un saneamiento seguro (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017).

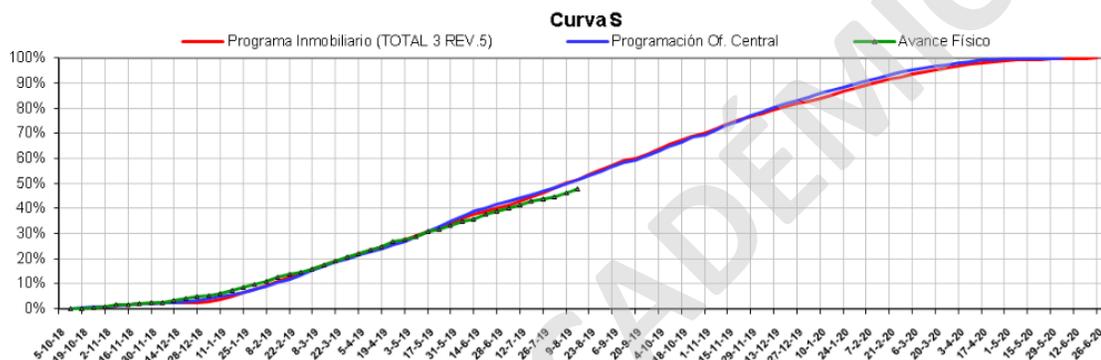
A esto se le suma que la 5ª evaluación realizada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) prevé que, “...por cada grado de aumento de la temperatura global, aproximadamente el 7% de la población mundial estará expuesta a una disminución de los recursos hídricos renovables de al menos el 20%” (Escenarios hídricos 2030, 2018).

Dadas estas proyecciones e investigaciones que se tiene sobre el recurso hídrico mundial y así mismo, un escenario actual y futuro con grandes debilidades y desafíos para la humanidad, nos da a entender que en la actualidad como civilización debemos necesariamente comenzar a detectar las falencias y errores que han estado cometiendo, para así, cambiar estas costumbres y cultura debido a la falta de gestión hídrica que nos ha traído incalculables efectos negativos. Por tanto, es nuestro deber como nuevos profesionales de la construcción, detectar en nuestro rubro todas aquellas fallas y debilidades que se vienen arrastrando a través de varias generaciones en un sector que en nuestro país se ha ido quedando atrás en materia de innovación, desarrollo tecnológico y creatividad en pos de una mejora continua de los procesos, y así del impacto ambiental que se genera producto de una obra de construcción. Es importante destacar, que la información que se entregará nos permitirá tener una visión más amplia de los consumos hídricos en la construcción y a la vez específica dentro de un caso de estudio (Obra El Blanco). Ello en una etapa de un proyecto de construcción que implica variadas partidas, materiales y actividades, además de una gran cantidad de recursos, cuyos resultados

pueden ser aplicados para evidenciar la realidad en obra en base a la utilización hídrica en cada faena de esta etapa.

Esta estimación fue estudiada y analizada en un margen de tiempo de un año, desde el comienzo de la etapa de terminaciones del proyecto, en abril de 2019, hasta abril de 2020, cuya fecha fue designada en base a la Curva S programada definiendo un avance total del proyecto de un 98,2%.

Gráfico 1: Curva S proyecto El Blanco



Fuente: Constructora Lo Campino, 2019

Por lo tanto, dentro del rango de 13 meses mencionado, se hará una identificación y posterior presentación de todas aquellas actividades, procesos, y faenas de construcción que tengan algún grado de consumo hídrico para su materialización. De las cuales, se demostrará la causa de su consumo y en ocasiones la estimación teórica supuesta y empleada en obra. Dicha estimación teórica supuesta, indica todos aquellos consumos que teóricamente se debiesen haber incurrido en base a las características del proyecto y su materialización. Luego de esto se expondrá la variedad de cifras calculadas en base a las metodologías previamente detalladas, y así, explicitar estas estimaciones para cada actividad con sus respectivas ponderaciones y comparaciones para que de tal forma se visualicen los consumos específicos y generales detectados en el caso estudio.

En los siguientes capítulos, se detallarán en primer lugar las diferentes cifras y repercusiones que ha traído la escasez hídrica en Chile, mencionados en el Capítulo 2. Luego en el siguiente capítulo se dará a conocer el planteamiento del problema de la investigación realizada. A continuación de esto, se hará una descripción de todas aquellas características que componen el caso estudio investigado. Seguido de esto, en el Capítulo 4 se dará a conocer la metodología desarrollada para la estimación de los diferentes consumos hídricos para las actividades identificadas en el proyecto a estudiar y, para finalizar se hará un desglose de las cifras y cantidades resultadas en las correspondientes actividades, faenas y procesos detectados en caso estudio.

## **2. ESCENARIO HÍDRICO EN CHILE**

Hace ya un tiempo Chile ha estado sometido bajo diferentes investigaciones y estudios que dan cuenta de la actualidad y un posible futuro bastante negativo en el ámbito hídrico, considerándose este bien vital como infaltable y crucial para el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida de la población. Por este motivo se encienden las alarmas a nivel nacional por otro impedimento para seguir progresando social y económicamente sumado a la seguidilla de crisis que se están viviendo en el país y en el mundo. A pesar de las grandes reservas de agua, Chile presenta importantes cifras que revelan una realidad histórica de la gestión inestable de este bien, debido a la aplicación de políticas públicas insuficientes para el progresivo desarrollo económico que se ha presentado en las últimas décadas (Banco Mundial, 2020).

La brecha hídrica<sup>1</sup> presente en Chile tiene un promedio de 82,6 m<sup>3</sup>/s a nivel nacional, y se proyecta que para el año 2030 aumentará a 149 m<sup>3</sup> /s (PNRH<sup>2</sup>, 2015). Actualmente, a lo largo de los 4.200 km del país, hay un 40% de las comunas declaradas bajo decreto de escasez hídrica, cuya población afectada suma una totalidad de 1.057.404 de habitantes. (Dirección general de aguas, 2020). Estas acciones dan cuenta del sentido de urgencia por parte del estado de Chile de poder generar medidas y control sobre el recurso hídrico a nivel país. Sumado a esto, producto del cambio climático, se estima que Chile continental está dentro de la región del mundo que puede tener un riesgo extremo de sequía bajo un escenario de un aumento de 4°C a fines de este siglo (Banco mundial, 2014). Ello repercutirá en el continuo derretimiento de la gran cadena de glaciares presente a lo largo del país, siendo esta la fuente hídrica principal para abastecer a la gran mayoría de la población chilena, provocando así, que la formación de estos sea más lenta o menor que la captación hídrica debido a la alta demanda hídrica.

Además, el estado de Chile tiene costos fijos de más de 4,5 millones de dólares mensuales en solo proveer camiones aljibes para abastecer a más de 400.000 personas en 13 de las 16 regiones que componen el país (PNRH). Otra referencia que da a entender los presentes altos gastos que se incurren con un aumento progresivo para mitigar las consecuencias del cambio climático, que no solamente ha desencadenado la escasez hídrica, sino que la degradación e intervención fatídica de la flora, fauna y ecosistemas a lo largo y ancho del territorio chileno. Esta problemática a nivel nacional abarca una superficie del 72% de las tierras del país con diferentes grados de sequía (leve, moderado, grave) correspondiente a 55 millones de hectáreas aproximadamente, afectando con un grado de riesgo a una población de 16 millones de habitantes equivalente al 90% del total país. Siendo la población de la Región Metropolitana la más afectada por sequía en categoría grave con

---

<sup>1</sup> Brecha Hídrica: Indicador que muestra la relación entre la demanda potencial de agua y la oferta hídrica disponible en las fuentes de abastecimiento. (Fundación Chile)

<sup>2</sup> PNRH: Política nacional para los recursos hídricos.

6.7 millones de habitantes, seguido de la región de Valparaíso con 1.7 millones de habitantes (SudAustral Consulting SpA, 2016).

Además, dentro de los valores en pesos chilenos por m<sup>3</sup> que presentan las empresas sanitarias en los lugares extremos del país, y específicamente en la ciudad y comuna donde se emplaza el caso estudio, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Tarifas promedio de agua potable en Chile

<b>Ciudad</b>	<b>Punta Arenas</b>	<b>Santiago (La Florida)</b>	<b>Arica</b>
Valor [\$/m <sup>3</sup> ]	774	372,6	974,440

*Fuente: Aguas del Altiplano, Aguas Magallanes y Aguas Andinas*

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Dado el escenario planteado anteriormente, se pretende analizar un caso de estudio con el fin de evaluar cómo se presenta el consumo de agua potable en las diferentes actividades asociadas a la etapa de terminaciones.

Para ello la pregunta de investigación planteada es:

**¿Qué actividades influyen mayormente en el consumo de agua potable en la construcción de una edificación residencial en altura, en la etapa de terminaciones en Santiago?,**

Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación será:

Determinar aquellas actividades principales que más influyen en el consumo de agua potable en la construcción de una edificación residencial en altura, en etapa de terminaciones, en Santiago.

Para cumplir con el objetivo general, se considerarán en un rango de 13 meses en la etapa a evaluar, una identificación y posterior presentación de todas aquellas actividades, procesos, y faenas de construcción que tengan algún grado de consumo de agua potable para su materialización. De tal manera, recopilar la mayor información posible que nos dé a conocer acerca del consumo de agua total de la obra en la etapa mencionada.

En cuanto a los objetivos específicos a trabajar radican principalmente en:

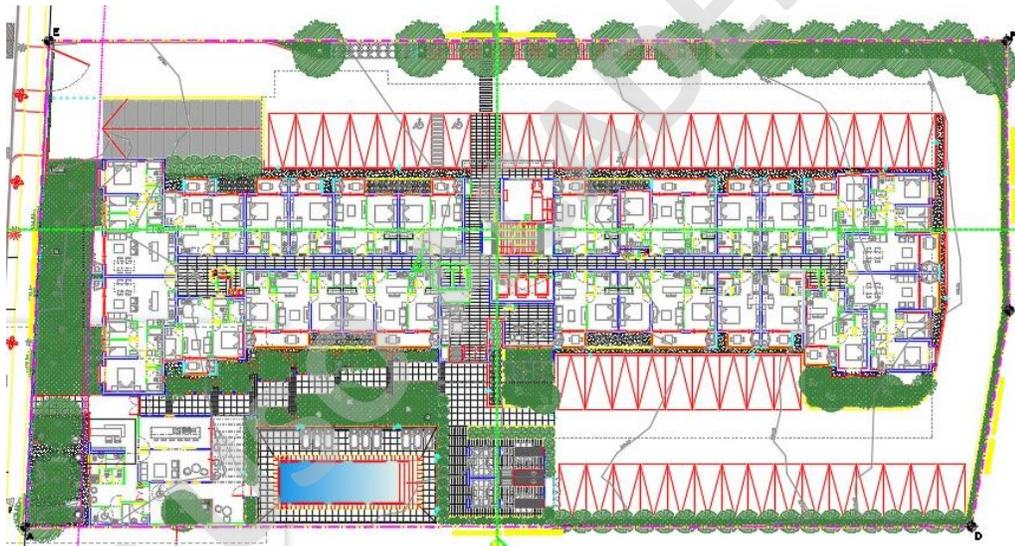
- Reconocer, mostrar y definir las actividades que consumen agua potable en caso estudio en la etapa de terminaciones de la obra en estudio
- Calcular y/o estimar el consumo de agua potable teórico de las actividades identificadas en caso estudio.
- Contrastar las actividades principales de consumo de agua potable en etapa de terminaciones en caso estudio.

### 3.1 DESCRIPCIÓN CASO ESTUDIO

El proyecto está ubicado en la calle El Blanco N° 58, La Florida, en la zona Z-AM del Plan Regulador, Región Metropolitana, Chile. El proyecto denominado como “proyecto Aura” y conocido en obra como “El Blanco”, es un edificio de tipo condominio destinado a vivienda que se encuentra emplazado en una superficie de 4.032 m<sup>2</sup>.

Corresponde a una edificación en altura compuesta por dos torres (A y B), que consta de 8 niveles sobre nivel de terreno, conformado por 190 departamentos y 1 subterráneo (95 estacionamientos vendibles, 14 estacionamientos de visitas y 65 bodegas) e incluye sala multiuso, salón gourmet, quincho, lavandería, gimnasio y piscina. El edificio tiene proyectada una superficie total construida bajo terreno de 2.083,94 m<sup>2</sup>, sobre terreno de 9.030,45 m<sup>2</sup>, que suman una totalidad de 11.114,39 m<sup>2</sup>.

Figura 1: Plano general de arquitectura nivel de terreno



*Fuente: Planos obra El Blanco, Constructora Lo Campino*

En cuanto a la obra gruesa hay comprometido un volumen de 12.447 m<sup>3</sup> aproximado, con un presupuesto de 58.357 UF. En cuanto a terminaciones el presupuesto según contrato suma una totalidad de 82.378 UF.

Las partidas del proyecto en terminaciones para departamentos se dividen en 4 fases que van desde la terminación más gruesa (fase 1) a la terminación más fina (fase 4). La fase 1 se consideraba la fase más crítica, con duración promedio estimada de 105 días, esta fase se subdivide en 28 partidas, de las cuales 11 se consideraban críticas para los plazos del proyecto, tales como: descarachado, tabique 2° cara, enlucido de yeso, impermeabilización de baños, terrazas y cocina, instalación de tinajas, ventanas y puertas, cerámica de muro y piso. Dentro de las obras complementarias, las partidas críticas con más incidencia en los plazos del proyecto se encuentran las obras del subterráneo, tales

como, las dos salas de basura y sala de presurización con duración estimada de 192 días para la primera, y de 203 días para la última. Es importante destacar que los plazos mencionados son en base a las proyecciones y programa del proyecto, por diferentes causas estos plazos sufrieron variaciones importantes, por tanto, no son las reales.

Figura 2: Render proyecto “Aura”



*Fuente: Inmobiliaria “Inmobilia”*

#### **4. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN**

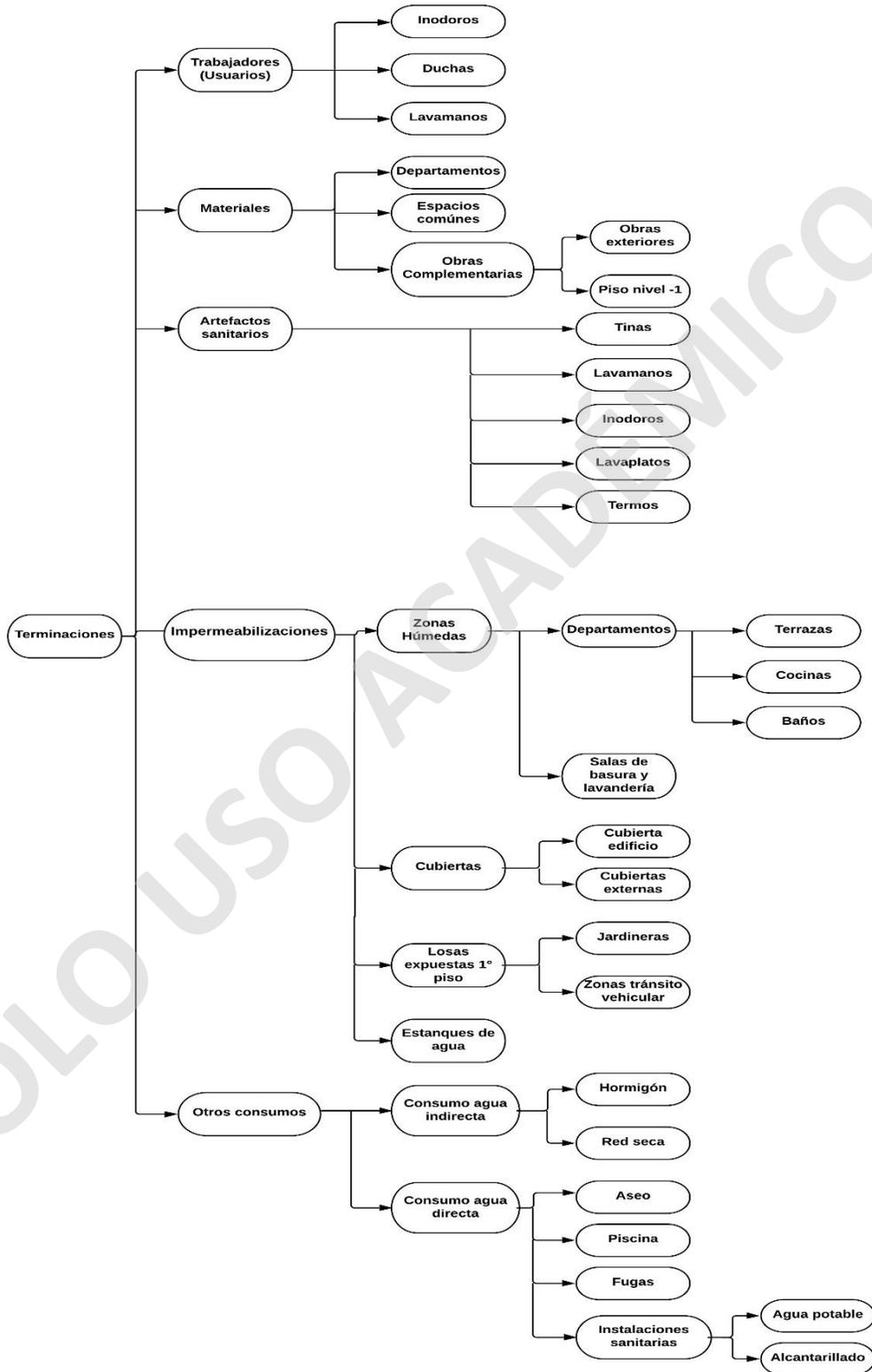
Las diferentes consideraciones y métodos que se formularon para desarrollar la estimación del consumo de agua en la Obra El Blanco involucraron la identificación de 5 actividades principales y generales que necesitaran agua para llevarse a cabo. Tales como:

- 4.1** Consumo (teórico) en materiales.
- 4.2** Consumo (teórico) en pruebas de artefactos sanitarios.
- 4.3** Consumo (teórico) en pruebas de impermeabilización.
- 4.4** Consumo (teórico) en usuarios.
- 4.5** Otras estimaciones.

A continuación, en la Figura 3 se presenta un esquema con las diferentes actividades y procesos identificados en esta investigación.

SOLO USO ACADÉMICO

Figura 3: Esquema de actividades



Fuente: Elaboración propia

Dichas actividades fueron consideradas como críticas e incidentes para la estimación de los consumos de agua y además dentro de cada actividad, se identificaron subactividades que fueron seleccionadas de la misma forma que las actividades principales, dado a que esta estimación se realizó en base a la premisa de que puede haber otras actividades no consideradas en dicha investigación y que por tanto se tomó en cuenta solo las más relevantes como las “consumidores críticos”, siendo esta las que tienen más peso o se llevan la ponderación más relevante de consumo hídrico en esta etapa del proyecto.

Dado esto, para cada una de las actividades, la metodología a realizar y los criterios a considerar para la estimación de su consumo son independientes unas de otras. Es importante destacar que debido a la dificultad para discernir e identificar aquellas actividades que efectivamente consumieron agua, en el análisis de resultados formulado, nos dan a conocer un conjunto de estimaciones teóricas. Por otro lado, no existen actualmente formas establecidas para realizar los cálculos de los consumos de agua en obras de construcción, es por esto que la metodología desarrollada a continuación es exclusiva para este caso estudio en dicha etapa constructiva.

Para realizar las diferentes estimaciones se tuvo que recurrir directamente a las cubicaciones, planos, solicitudes de materiales, las especificaciones técnicas del proyecto, fichas técnicas de los diferentes proveedores involucrados, y en ocasiones a personal directo de la obra. Por lo tanto, en este capítulo se da a conocer solo los procedimientos, metodología y criterios utilizados para la estimación del consumo de agua de las diferentes actividades detalladas a continuación, donde el Capítulo 5 del presente informe, indica los resultados, cifras, comparaciones y análisis de las estimaciones calculadas.

#### **4.1 Consumo de agua (teórica) en materiales**

La estimación del consumo de agua utilizado para las dosificaciones y mezcla del material es teórica, debido a que en la realidad la cuantificación de lo consumido, y por tanto, el agua utilizada en terreno por parte de los trabajadores para la elaboración de un adhesivo, mortero, estuco, aglomerante, hormigón, etc. es compleja e inexacta para su estimación real debido a las diferentes variables involucradas en la faena a realizar, tales como, clima, temperatura, pérdidas de material, criterio del trabajador, herramientas de medición o mezcla con las que contaba el trabajador, entre otras. Además, dentro de la metodología mencionada a continuación considera la estimación del uso de agua en materiales que solo se necesita para su preparación o mezcla del material propiamente tal, por tanto, no considera ciertos materiales que en su faena si utilizan agua, pero no para la mezcla, sino que, para la preparación de superficies, humectación, acabados o limpieza de herramientas, tales como impermeabilizaciones en baños, cocinas, terrazas, etc.; martelina para fachadas, entre otros.

En primer lugar, se recurrió a los registros que lleva la oficina de Bodega o Pañol de todos los pedidos de materiales realizados desde abril de 2019 (comienzo de terminaciones). Por tanto, se hizo una selección para identificar cada uno de los materiales que utilizaran agua directa o agua consumida en obra (in situ), ya que en la actualidad existe una oferta de gran variedad de materiales fabricados para ser usados en obra sin necesidad de mezclar con agua, siendo esta, catalogada como agua consumida indirecta que no está considerada en los cálculos de este capítulo. Luego, de esta selección de materiales consumidores de agua directa, se solicitaron cada una de las órdenes de compras realizadas de estos materiales, donde además se verificaba que las cubicaciones del proyecto se correlacionaran directamente con las cantidades solicitadas de material, realizando también los descuentos correspondientes de las cantidades de material para la devolución a su proveedor.

Luego de generar un listado de los materiales, se tuvo que recurrir a las fichas técnicas de cada uno de estos, extraídos directamente de sus proveedores o fabricantes, ya sea por vía telefónica o en el sitio web de la misma. Una vez recopilada las dosificaciones de aguas requeridas y recomendadas por parte del fabricante, se hizo un registro de todos los datos de cada material en una planilla de Microsoft Excel, ya sea, las cantidades totales por material en base a las órdenes de compras ya mencionadas y las dosificaciones de agua correspondientes. Estas últimas fueron diferenciadas dentro de un rango de error, es decir, se utilizó el volumen de agua mínimo y máximo recomendado por el fabricante dada las diferentes variables que se puedan presentar en obra, por lo tanto se hizo una doble estimación para cada material, es importante destacar que el análisis realizado en el Capítulo 5 de este informe, incorpora las dosificaciones más desfavorables para los cálculos finales, es decir, la dosificación más alta es la que se utilizó para cada uno de los materiales.

Por último, se tiene la sumatoria calculada de los consumos, o más bien las dosificaciones de agua de los materiales solicitados y posteriormente utilizados para las diferentes faenas de terminaciones del edificio.

Es importante destacar, que esta estimación es la base para determinar el consumo de agua en diferentes partidas y actividades, dado a que cada material es utilizado en las faenas que están incluidas en las planificaciones semanales de la obra. En los siguientes subcapítulos se nombran en orden según lo planificado las diferentes faenas involucradas en el proyecto.

#### **4.1.1 Partidas de departamentos**

Comprende todas aquellas partidas o faenas húmedas de terminaciones que se materializan en el interior de los 190 departamentos que involucra el proyecto, tales como:

- Tapado de tensores.
- Remate de rasgos de puertas y ventanas.
- Remate de albañilería de terraza.
- Retape de instalaciones.
- Instalación cerámica piso terrazas.
- Fajeado de yeso de losas y muros.
- Cerámica de muros y pisos de baños y cocinas.
- Pasticem de cielo y muros de terrazas.
- Atraque y remate de yesos de puertas y ventanas.
- Afinado de pisos de dormitorios.

#### **4.1.2 Partidas de espacios comunes**

Comprende a todas aquellas partidas o faenas húmedas de terminaciones que se materializan en todos los recintos comunes, ya sean, de pasillos y escaleras, tales como:

- Enlucido de yeso de cielos y muros.
- Pavimentos cerámicos (fragüe y juntas de dilatación).
- Guardapolvos cerámicos.

#### **4.1.3 Partidas de obras complementarias**

Comprende a todas las partidas o faenas húmedas de terminaciones correspondientes a las obras exteriores y en el piso nivel -1 del edificio. A continuación, se detalla todas aquellas partidas identificadas como consumidoras de agua para cada sector anteriormente mencionado.

#### **4.1.3.1 Obras exteriores**

Correspondientes a las obras realizadas en quincho, gimnasio, hall de acceso de conserjería, sala multiuso, salón gourmet, baños zona de conserjería, conserjería, enfermería, hall de acceso del edificio, una bodega en primer piso, terraza sector piscina, y piscina, tales como:

- Instalación de porcelanatos, baldosas y cerámicas de muro y piso (incluido fragüe).
- Sobre losas.
- Yesos de losa y muros.
- Sello de pasadas.
- Estuco de fachada.

#### **4.1.3.2 Piso nivel -1**

Correspondientes a las faenas realizadas en estacionamientos de autos y de bicicletas de propietarios, en las dos salas de basura, sala de bombas, sala eléctrica, lavandería y sala de generador del edificio, tales como:

- Reparación de muros.
- Enlucido de yesos de cielos y muros.
- Sello de pasadas.
- Remate de rasgos.
- Sobre losa de hormigón liviano.
- Baldosas (incluido fragüe).

## **4.2 Consumo agua pruebas de artefactos sanitarios**

Las pruebas de artefactos sanitarios, consiste en una actividad que cumple una función crucial en términos de medir la calidad de la obra o más bien el trabajo que se está realizando para la materialización del proyecto. Generalmente estas pruebas son una actividad realizada por partes externas a la obra, cuya realización debe ser previamente planificada de tal forma que las condiciones así lo permitan, y así no entorpezca el normal desarrollo de cualquier faena de la obra. Dado esto, se identificaron 5 pruebas de artefactos incidentes en los consumos de la obra, tales como:

- Pruebas de termos.
- Pruebas de tinas.
- Pruebas de lavaplatos.
- Pruebas de lavamanos.
- Pruebas de inodoros.

Estas pruebas comenzaban una vez recibido el aviso para la entrega de los artefactos instalados y listos para usar, cuyo principal objetivo es de verificar si existe una posible filtración, rotura o mal funcionamiento en su conjunto. Es importante destacar que, dentro del análisis de estas pruebas, presentado en el apartado 5.2.1 de este informe, el seguimiento realizado al medidor de agua potable del edificio, por tanto, el rango de tiempo registrado por consumo de agua de la obra no tiene relación directa con el periodo o rango de tiempo en el que se realizó efectivamente la prueba de artefactos sanitarios. Debido a diferentes razones, el proyecto sufrió seguidos retrasos, por lo que dicha actividad tuvo desfases con el registro del medidor de agua potable de la obra, este último dado a conocer en el punto 5.5 del presente informe.

Es importante destacar que se realizó un cálculo estimativo y no real de consumo de agua para todas aquellas pruebas de artefactos mencionadas en este capítulo, considerando solo una prueba efectiva para cada uno de estos, y sin considerar repeticiones de las pruebas o las posibles variables que puedan haber hecho que el consumo real haya sido mayor.

Esta estimación se realizó en base a los siguientes criterios de cálculo de consumo de agua:

### **4.2.1 Termos**

Se hizo la cuantía del artefacto que se necesitaba para los 190 departamentos del edificio, extraídos de las cubicaciones realizadas por la obra, luego se hizo la sumatoria de la capacidad de litros de dos tipos de termo que contempla el proyecto, con capacidades de 100 y 150 litros de agua. Dentro de este cálculo, que involucra la estimación de uso de agua para una prueba que constaba de llenar los termos hasta que se calentara el agua y verificar el flujo y correcto funcionamiento hasta la salida de este por las griferías de los departamentos.

#### **4.2.2 Tinas**

El proyecto considera tinas de acero esmaltado con dimensiones de 140 x 70 cm, diseño único emplazado solo en los departamentos, en la que se comenzó con la cuantía de estas extraídas directamente de las cubicaciones internas de la obra, luego se recurrió a la ficha técnica del proveedor y fabricante del producto extraído directamente el sitio web, donde se verifica la capacidad de litros hasta el rebalse de la tina, cuyo nivel corresponde hasta donde se realiza la prueba del artefacto.

#### **4.2.3 Lavaplatos**

Dentro de las pruebas, que se efectuaban en los lavaplatos de las 193 cocinas que contempla el proyecto, cuya cuantía se extrajo de las cubicaciones internas de la obra, en este caso se hizo el cálculo volumétrico dada las dimensiones de los dos tipos de cubetas de acero inoxidable, cuyo diseño rectangular, si bien no es geométrico y posee curvas en sus esquinas, la estimación tiende a ser estimativa o teórica y no exacta. Estas cubetas de acero se encontraban en diferentes recintos del edificio, tales como, en los 190 departamentos, quincho, kitchenette de conserjería y salón gourmet, cuyo nivel de agua estimado se midieron desde la entrada del desagüe hasta el rebalse de la cubeta.

#### **4.2.4 Lavamanos**

Al igual que los métodos anteriores, se recurrió a las cubicaciones realizadas por obra y correlacionándola directamente con los pedidos del material, una vez registrado las cantidades e identificado los tipos de este artefacto para el proyecto, ya sea para departamentos, para baños comunes, baño conserje y para la sala de basura, se recurrió al contactarse con proveedor vía teléfono, que nos indica la capacidad de agua que tiene el lavamanos al nivel de rebalse.

#### **4.2.5 Inodoros**

Nuevamente se recurrió a las cubicaciones internas de la obra y correlacionado con las cantidades solicitadas de material, se procedió a verificar la ficha técnica de los WC y sus correspondientes capacidades de agua para los estanques de los diferentes inodoros que involucra el proyecto, ya sea, en los 261 baños de los departamentos, baño de conserje y baños comunes. Cabe destacar que, dentro de la totalidad proyectada de este producto para el edificio, se incorporó una doble estimación en los resultados finales, para un tipo de WC que incorpora tecnología de ahorro de agua para descarga de agua de sólidos y líquidos, por lo que en terreno, según registro de inspección técnica, se hizo una prueba de las dos descargas, para el caso de sólidos que utilizaba 6 litros y 4,1 litros para líquidos en cada descarga.

### **4.3 Consumo agua pruebas de impermeabilización**

Al igual que las pruebas de artefactos sanitarios, esta actividad es formalizada generalmente por personal externo a la obra, para de tal manera llevar una supervisión y un seguimiento de la materialización correcta de ésta. Es decir, procurando mantener una supervisión óptima de la calidad de los procesos dentro del proyecto. En esta prueba, debido a que no existe una ley o norma que regule el efectivo procedimiento de esta actividad, tiende a ser variable para cada uno de los proyectos, dependiendo del criterio que se opte por el personal involucrado o las exigencias que solicitan los diferentes mandantes o empresas dedicadas a la inspección técnica. Es por esto, que esta estimación del consumo de agua de las pruebas de estanqueidad o impermeabilización son exclusivas para esta obra, ya que se contempla un único procedimiento y criterio optado y exigido por la propia inspección técnica y mandante del proyecto.

Dentro de este cálculo, se hizo uno teórico y uno efectivo realizado en obra, el primero corresponde a una estimación hecha en base a todos los sectores del edificio que involucran una materialización de este sistema de impermeabilización, y el segundo corresponde a todas aquellas pruebas que efectivamente se realizaron. Por tanto, se comenzó identificando cada sector dentro del edificio que involucraban este sistema, cuya función consiste en impedir la permeabilidad del agua a través de una estructura, esta identificación se hizo directamente a través de los planos del edificio.

Luego se continuó con la cubicación de la superficie en m<sup>2</sup> de todos y cada uno de los sectores del edificio en la que se proyectó la materialización de este sistema. Además, las alturas o los niveles definidos para el cálculo volumétrico de agua, fueron en base a lo informado por el inspector técnico de la obra, y en ocasiones a las especificaciones técnicas del proyecto que recomendaban 3 centímetros de altura durante 24 horas.

Dado esto se hizo selección grupal en base a las especificaciones técnicas del proyecto en los sectores y recintos que involucran este sistema constructivo, tales como:

- Zonas húmedas: correspondiente a los sectores de departamentos del piso 1° al 8° (terrazas, baños y cocinas), y en subterráneo, las salas de basura y lavandería del edificio.
- Cubiertas: Correspondientes a la del edificio y a las cubiertas externas del edificio.
- Losas expuestas a la intemperie 1° piso: correspondientes a los sectores de jardinera y zonas de tránsito vehicular.
- Estanques de agua potable: Correspondiente a los sectores de los estanques para acopio de agua del edificio en subterráneo.

Es importante destacar que estas estimaciones no contabilizan las posibles repeticiones de las pruebas, debido a filtraciones detectadas en terreno, posibles evaporaciones y rellenos de agua, entre otras variables que se hayan podido presentar. Además, en el análisis del punto 5.2.2 se hace la estimación y cálculo para dichas pruebas de servicio.

Dentro del criterio de la inspección técnica y la inmobiliaria en un acuerdo con la constructora del proyecto se tomaron las siguientes consideraciones por sector:

#### 4.3.1 Zonas húmedas

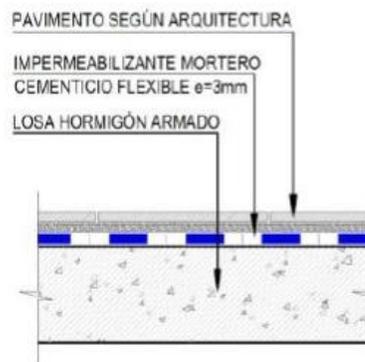
En los siguientes puntos, se hará una descripción más clara de estas zonas desarrolladas en las especificaciones técnicas del proyecto, cuyas áreas están expuestas a humedad por lo que requiere la materialización de este sistema para una posterior prueba de servicio.

##### 4.3.1.1 Departamentos

En los 190 departamentos que contempla el proyecto, este recinto involucra los sectores de terrazas, cocinas y baños. Según registro en obra por parte del inspector técnico, en terrazas se hizo esta prueba de servicio para solo 27 departamentos en todo el edificio, que por convención se llenaban las terrazas con alturas entre 1” y 2,5”, por lo que para el cálculo teórico y para el efectivo realizado, se estableció una altura promedio de ambas alturas mencionadas para todas las terrazas. En cuanto al sector de las cocinas y baños no se realizó ninguna prueba para ningún departamento, pero para el cálculo teórico se consideró la altura promedio definida en terrazas. Dado esto y aludiendo a lo mencionado anteriormente, no existe norma que regule las características de estas pruebas de servicio y los lugares donde deban llevarse a cabo. No obstante, la corporación de desarrollo tecnológico (CDT), presenta manuales de recomendación para la recepción de instalaciones sanitarias domiciliarias, donde sugiere, al menos 5 pruebas de funcionamiento para cada artefacto.

Es importante destacar, que lo exigido en especificación técnica del proyecto para las zonas húmedas a impermeabilizar, tales como los recintos de las terrazas, cocinas y baños de los departamentos, consideraba las siguientes estratigrafías:

Figura 4: Estratigrafía cocina y baño



Fuente: EETT Edificio El Blanco

Figura 5: Estratigrafía terrazas



Fuente: EETT Edificio El Blanco

En cuanto a los sectores y superficies a impermeabilizar definidos en los detalles de arquitectura propuestos en el proyecto para los diferentes tipos de departamentos, se señalan en las áreas achuradas de las Figuras 6, 7 y 8:

Figura 6: Áreas impermeabilizadas departamento tipo B1



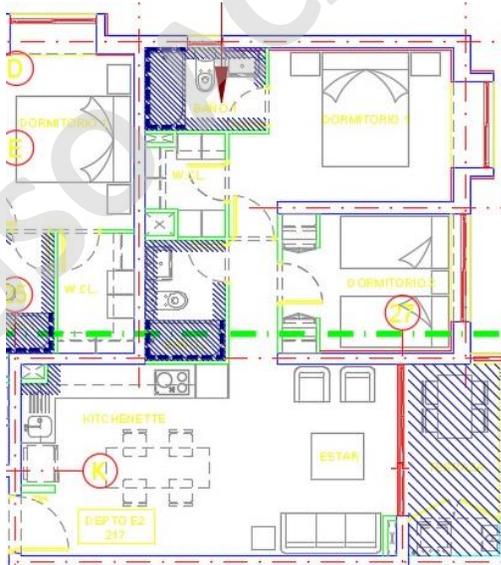
Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 7: Áreas impermeabilizadas departamentos tipo A1



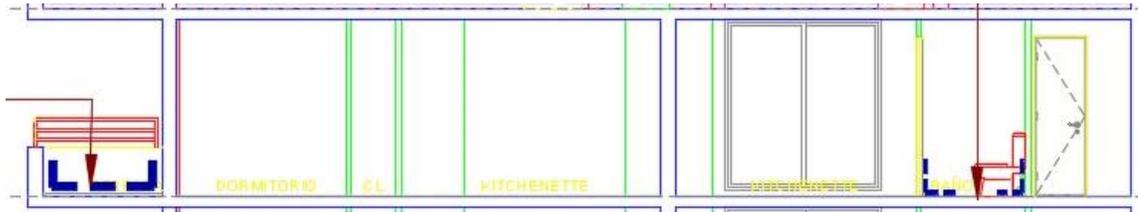
Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 8: Áreas impermeabilizadas departamento tipo H1



Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 9: Corte elevación departamento 804

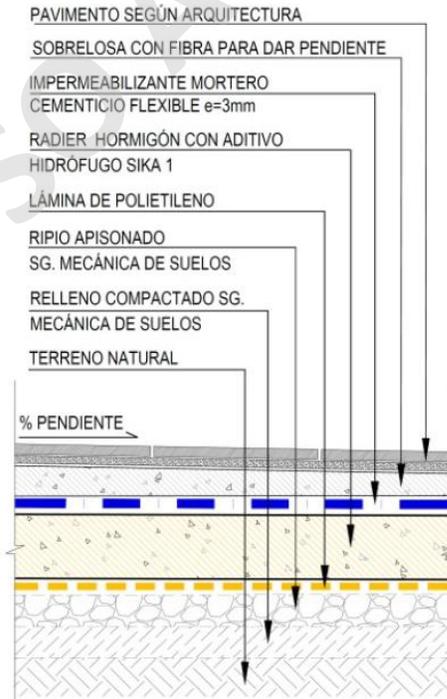


Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

#### 4.3.1.2 Salas de basura y lavandería

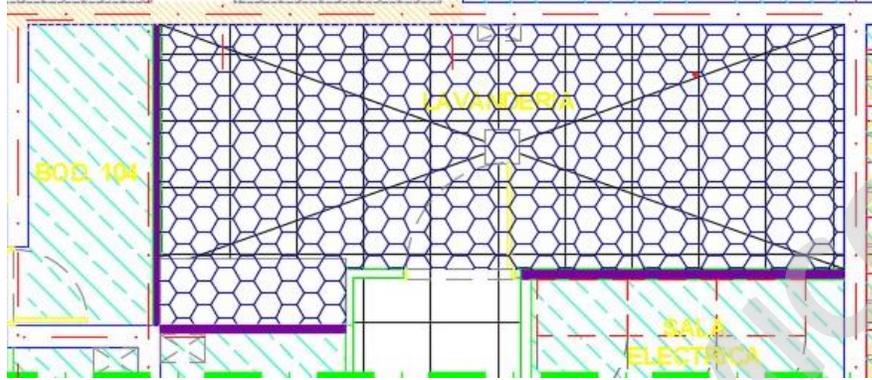
Estos recintos ubicados en el nivel -1 del edificio, según lo informado por inspección técnica, no se hizo solicitud de las pruebas para estos recintos, por lo que se contabiliza solo en el análisis del total de las áreas impermeabilizadas demostradas en la Tabla 3, en la Figura 10 se muestran la estratigrafía en común para las dos salas de basura y la lavandería proyectada por arquitectos.

Figura 10: Estratigrafía Sala de basura y lavandería



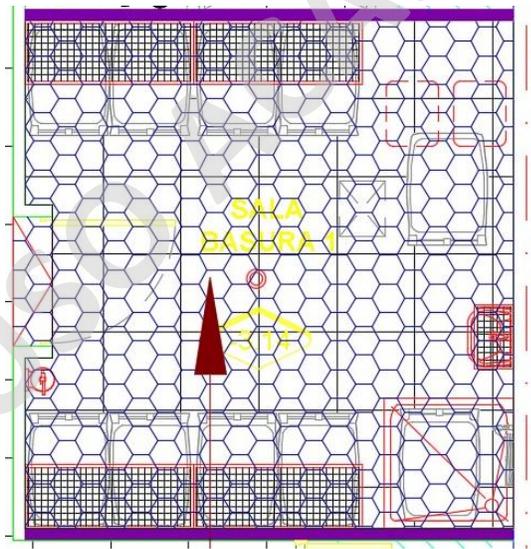
Fuente: EETT Edificio El Blanco

Figura 11: Área de impermeabilización lavandería



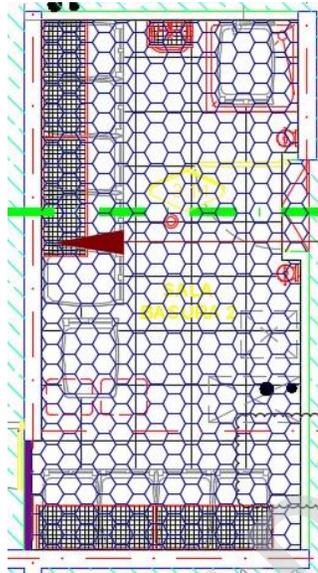
Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 12: Área de impermeabilización sala de basura 1



Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 13: Área de impermeabilización sala de basura 2



*Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco*

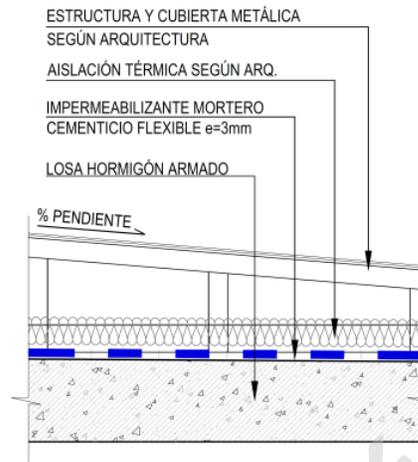
### 4.3.2 Cubiertas

A continuación, se presenta una descripción de las cubiertas del proyecto que fueron sometidas a pruebas de impermeabilización. Para mayor comprensión, se entregan los detalles constructivos y las geometrías de estas, en base a las especificaciones técnicas y planos del proyecto.

#### 4.3.2.1 Cubierta edificio

En este sector de la techumbre del edificio se hizo prueba de estanqueidad, cuya altura fue definida por profesional a cargo, donde las dimensiones extraídas de los planos del edificio, en su estimación, no considera las posibles repeticiones de las pruebas debido a filtraciones detectadas en terreno, posibles evaporaciones y rellenos de agua, entre otras variables que se hayan podido presentar. En la Figura 14 se muestra la estratigrafía proyecta por arquitectos.

Figura 14: Estratigrafía de cubierta



Fuente: EETT Edificio El Blanco

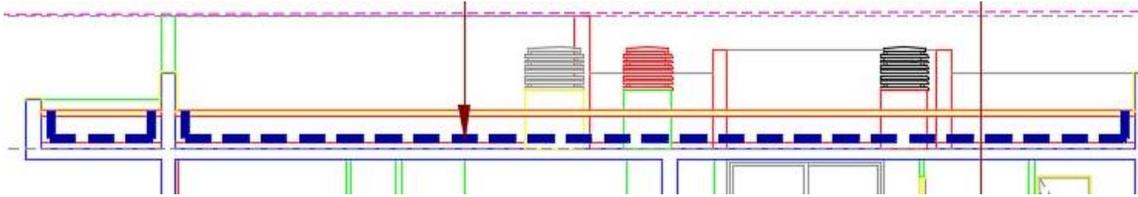
En la Figura 15, se da a conocer el plano de detalles de las áreas impermeabilizadas de la techumbre y/o cubierta del edificio, cuyas pruebas de servicio fueron realizadas en su totalidad.

Figura 15: Áreas impermeabilizadas cubierta



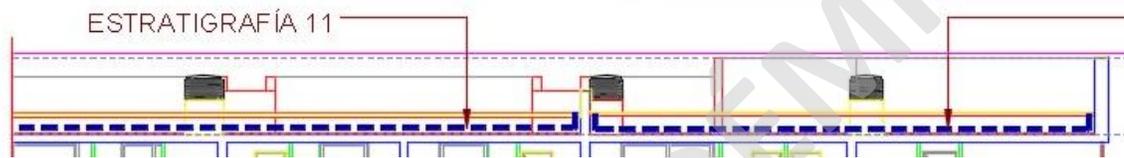
Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 16: Corte impermeabilización cubierta edificio Torre A



Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 17: Corte impermeabilización cubierta edificio Torre B (arquitectura)



Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

Figura 18: Elevación sur impermeabilización cubierta

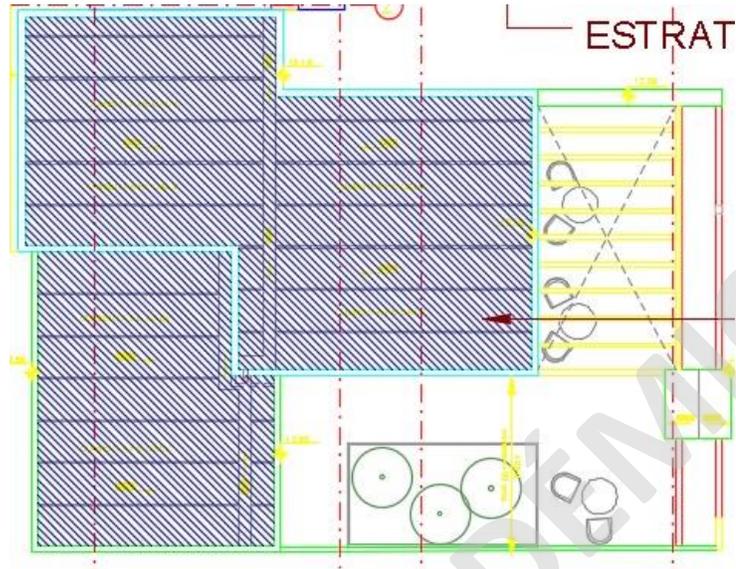


Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

#### 4.3.2.2 Cubiertas externas

Esta impermeabilización corresponde al sector de las cubiertas de salón gourmet, conserjería (hall de conserjería edificio), enfermería y sala multiuso, cuya edificación es independiente a la estructura del edificio por lo que también se proyecta una estructura de techumbre y una impermeabilización de esta, por lo que se recurrió a una prueba de servicio de este sistema. La altura o límite de agua realizada en esta prueba fue informada directamente por profesional a cargo. Además, en base a las especificaciones técnicas del proyecto, el detalle de estratigrafía corresponde al mismo de la techumbre del edificio demostrado en la Figura 14. En la Figura 19 se dan a conocer las áreas impermeabilizadas proyectadas para este sector.

Figura 19: Impermeabilización cubiertas externas



*Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco*

### 4.3.3 Losas expuestas a la intemperie en 1° piso

En este punto se hará descripción de cada una de estas zonas ubicadas en nivel de terreno o primer piso del edificio, donde se expondrán los detalles constructivos y geometrías de esta, en base a las especificaciones técnicas y planos del proyecto.

#### 4.3.3.1 Jardineras

El edificio contempla jardineras de hormigón armado estructuradas a nivel de terreno, cuyos sectores impermeabilizados sobre la losa superior del nivel -1 del edificio contemplaba 3 áreas diferentes, en la que se cubicó las superficies directamente del plano del edificio. Es importante destacar que estas estructuras llevan una doble capa de impermeabilización, por tanto, según criterio de la obra se realiza una doble prueba de estanqueidad para las dos capas que se materializaron en este sistema. En la Figura 20 se da a conocer las estratigrafías proyectadas en las especificaciones técnicas del proyecto.

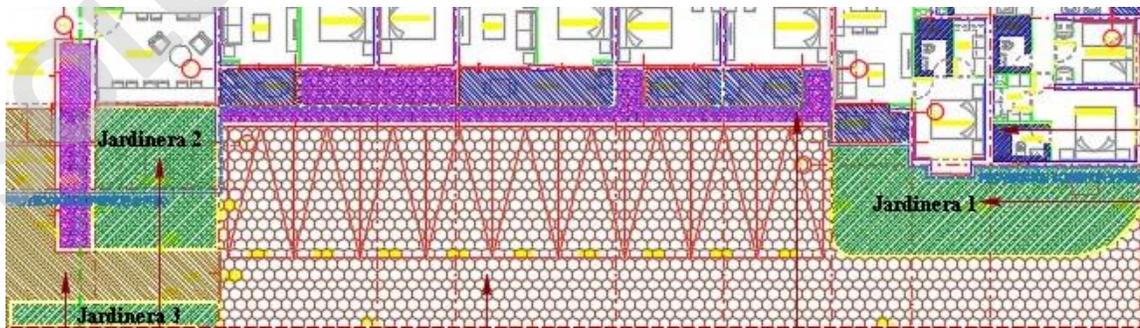
Figura 20: Estratigrafía de jardineras



Fuente: EETT Edificio El Blanco

En la figura 21 se exponen las 3 áreas correspondientes a las jardineras proyectadas en la obra.

Figura 21: Áreas impermeabilizadas jardineras



Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

En la Figura 22 se puede apreciar el llenado de la impermeabilización con cierre perimetral o diques para efectuar la prueba de servicio en el sector de las afueras del hall de acceso del edificio en recintos de las jardineras.

Figura 22: Prueba estanqueidad jardineras



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.3.3.2 Zonas de tránsito vehicular**

Este sector ubicado sobre la losa superior del subterráneo del edificio, donde el sistema estructurado con membranas de impermeabilización requirió de pruebas de agua, donde en su perímetro se estructuran “diques” para contener el agua en el recinto impermeabilizado. Este recinto contemplo una altura definida, cuya información fue extraída directamente del profesional a cargo. En la Figura 23 se puede apreciar la estratigrafía proyecta para dicho sector.

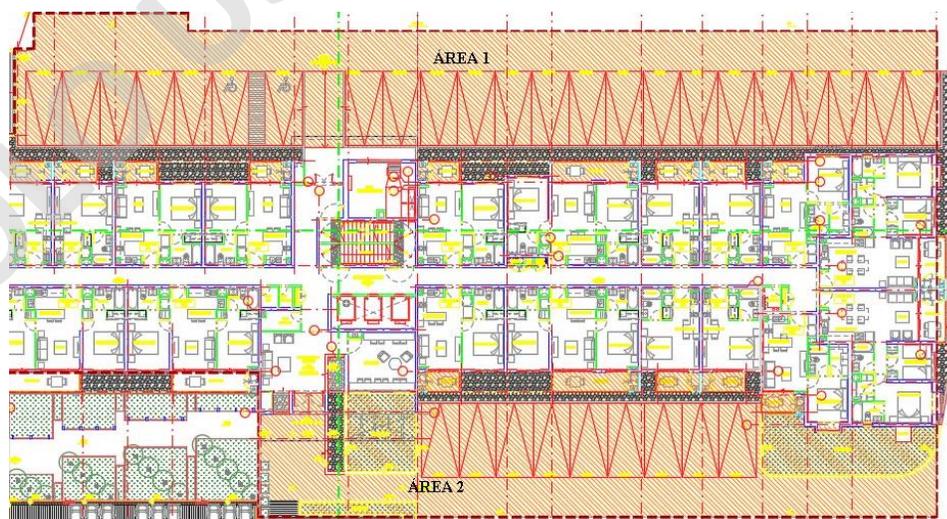
Figura 23: Estratigrafía de zonas de tránsito vehicular



Fuente: EETT Edificio El Blanco

En la Figura 24 se muestran 2 áreas achuradas, en la parte superior e inferior de esta, cuyas zonas corresponden a las áreas donde se materializa este sistema de impermeabilización.

Figura 24: Impermeabilización área 1 y 2 zonas de tránsito vehicular



Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco

En la Figura 25 se puede apreciar el momento de la realización de las pruebas de estanqueidad en los recintos de tránsito vehicular con duración de 24 horas para comprobar posibles filtraciones hacia el nivel -1 del edificio.

Figura 25: Impermeabilización sector tránsito vehicular

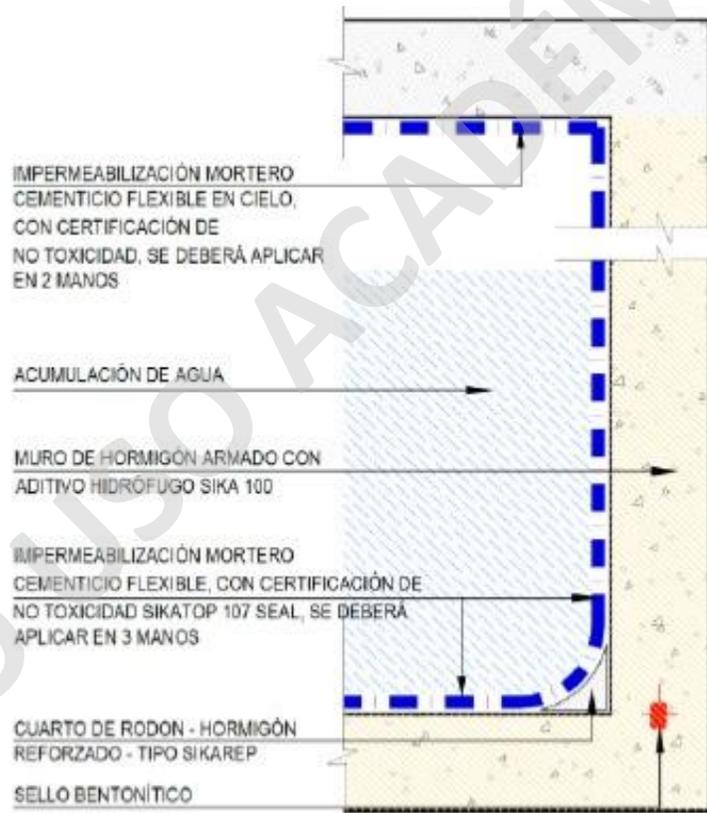


*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3.4 Estanques de agua

El edificio constaba de dos estanques de agua para acopio y abastecimiento del edificio, cuyas pruebas se realizaron hasta el nivel de rebalse con una altura de 1.80 metros. Esta estimación se llevó a cabo en base al cálculo geométrico hecho en plano, cuyas dimensiones en común para ambos abarcaban una superficie de 13.25 m<sup>2</sup>. Es importante mencionar que el agua contenida en los estanques no correspondía a la que abastecía el edificio, debido a que se generó un sistema aparte de abastecimiento mientras se materializaba dicho recinto. La estratigrafía proyectada por arquitectura se muestra en la Figura 26.

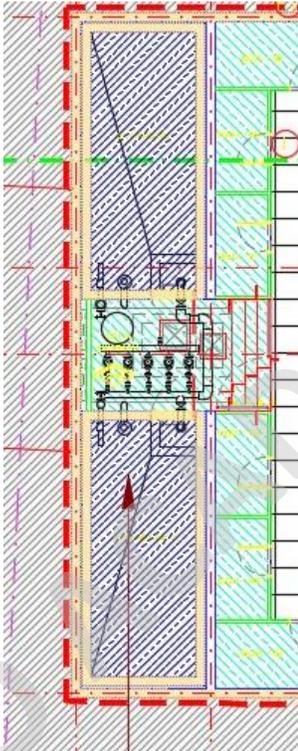
Figura 26: Estratigrafía de estanques de agua



Fuente: EETT Edificio El Blanco

En la Figura 27, se da a conocer la impermeabilización en base a los planos de arquitectura proyectados para este sistema a ambos lados contiguos de la sala de bombas del edificio.

Figura 27: Impermeabilización estanques de agua potable



*Fuente: Planos de impermeabilizaciones, El Blanco*

#### **4.4 Consumo teórico de agua usuarios**

En el presente informe se define el consumo de agua de usuarios a la estimación que se realizó por concepto de aquella agua que usa todo el personal de la obra, ya sea, destinada para consumo humano, higiene, aseo personal y cualquier otra necesidad que recurran todos los trabajadores para uso propio. Esta estimación se calculó en base al decreto n° 594 del Ministerio de Salud de Chile, donde el artículo n° 14 expone que en los lugares de trabajo con sistema propio de abastecimiento debe mantener una dotación mínima de 100 litros de agua por cada trabajador y por día. Bajo esta premisa, se recurrió a definir la cantidad de trabajadores diarios que recurrían a la obra, ya sea la mano de obra directa e indirecta como los subcontratos, es decir, todo el personal asistente diario en la obra. Esta información fue extraída directamente del área administrativa de la obra en la que a través del historial de asistencia se desprenden las cantidades diarias, semanales y mensuales de trabajadores asistentes al lugar de trabajo, por tanto, el cálculo de consumo hídrico fue en base a la cantidad de asistencia de estos periodos y no a la cantidad de mano de obra total del proyecto.

Es por esta razón, que la estimación realizada en este capítulo es teórica ya que no involucra ningún factor adicional por diferentes posibles variables o situaciones que hayan producido que el consumo de agua real por cada trabajador haya sido mayor o menor al propuesto de 100 litros diarios. Tal como se mencionó anteriormente, el historial de asistencia estudiado en este capítulo se realizó en el rango de abril de 2019 y abril de 2020 (13 meses).

## **4.5 Otros consumos**

Dentro la gran variedad de actividades que se presentan en una obra de construcción, la mayor parte de ellas requiere agua para su realización, ya sea de manera directa e indirecta, dado esto último, este capítulo da a conocer alguna de las faenas reconocidas en esta investigación como críticas de consumo de agua directa que algunas solo se nombraran, debido a su complejidad para realizar una estimación aproximada, además de algunas actividades consumidoras de agua indirecta. Es importante destacar que el hecho de que sea una estimación, este informe involucra la mayor cantidad de partidas detectadas como consumidoras de agua, por lo que no se hace mención y consideración de la totalidad real de estas.

### **4.5.1 Consumo agua indirecta**

Dentro todas las faenas que involucran agua indirecta, gran parte de estas corresponden al uso de materiales que dentro de su elaboración por parte del fabricante se utilizó una importante cantidad de agua y sumado a esto, en obra se hace una gran solicitud de estos materiales por requerimientos propios del proyecto, resultando ser un material y así una actividad crítica por ser altamente consumidora de agua, es por esto que se hizo consideración en esta estimación y además haciendo una distinción entre en estimación y solo a una mención de estos.

#### **4.5.1.1 Estimación hormigón**

Corresponde a todos los camiones de hormigón requeridos en obra para materializar o estructurar la obra gruesa de las obras exteriores del proyecto, tales como, quinchos, sala enfermería, sala multiuso, hall de conserjería, kitchenette de conserjería, piscina, entre otras. Para la realización de este cálculo, se recurrió directamente al registro de las guías de despacho entregadas por proveedor a la obra, por lo tanto, se hizo la sumatoria de las cantidades de cada guía. Además, se hacía revisión de las fechas de estas últimas, de tal manera que se correlacionaran con las fechas de programación de estas faenas y, por tanto, el período real de edificación de las obras exteriores. Luego de esto, se recurrió directamente a extraer de las fichas técnicas de los tipos de hormigones solicitados, y así chequear las dosificaciones de agua de estos para verificar el real consumo de agua del material. Es importante destacar que dicha actividad materializada en el rango de tiempo que el presente informe consideró para las estimaciones totales de consumo hídrico utilizó el factor de dosificación más desfavorable (mayor) para el cálculo final estimativo. Por tanto, este consumo involucra el uso de agua solo para las dosificaciones y no para el curado realizado en obra.

#### **4.5.1.2 Estimación prueba red seca**

Otra actividad identificada corresponde a la prueba de la red seca del edificio, cuya labor se ve involucrada por personal de bomberos de la comuna. Esta prueba regida por normativa debido a la certificación entregada por Bomberos de Chile consiste en la conexión directa de un camión de bombero a la red seca del edificio, y así inyectar agua a presión cuya cantidad fue extraída del medidor incorporado en el camión. Es por esto, que se considera agua consumida indirecta debido a que no es agua utilizada de la red propia de agua potable del edificio, ya que es agua transportada y proveída por la compañía de bomberos a cargo.

#### **4.5.2 Consumo agua directa**

Dentro de las actividades consideradas en este capítulo, mencionaremos algunas actividades que por diferentes variables no se puede hacer una estimación cercana a la real sobre el consumo hídrico de esta, además se hará mención de una actividad que si se pudieron estimar y se consideran dentro del análisis del Capítulo 5 del presente informe.

##### **4.5.2.1 Aseo**

En la etapa final de terminaciones existen algunas actividades claves y necesarias para la entrega óptima del edificio a su mandate, correspondientes al aseo. En obra se hace diferencia de aseo fino y grueso dentro del edificio, además se encuentra el aseo general de la obra cuya función es la de estar diariamente realizando esta actividad higiénica de manera constante en el entorno donde se realiza alguna faena constructiva ya sea en el interior como en el exterior del edificio. Tales como, riego del terreno, aseo de instalaciones de faena y sectores de uso por personal de la obra (baños, oficinas, casino, etc.), aseo fino y grueso dentro de los departamentos y espacios comunes, lavado de herramientas, entre otras.

Por lo tanto, debido a su compleja estimación y dada las diferentes variables que se pueden presentar en el uso del agua por obreras y obreros en el día a día, solo se hará consideración de esta actividad detectada en el informe, no así en el cálculo total estimado de consumos de agua.

##### **4.5.2.2 Piscina**

Dentro de esta estimación es importante incorporar el uso de agua en la piscina del edificio, debido a que una vez que se terminó la materialización de esa estructura, tanto su obra gruesa como su terminación fina, se hace el llenado de esta de tal manera que por factores climáticos no se vea degradada o erosionada tanto su estructura como la terminación de esta (pintura). Por lo tanto, su estimación se realizó en base a una cubicación volumétrica en los planos de detalles de la única piscina del proyecto, considerando en el análisis de la estimación solo el llenado de una vez, realizado en el rango de tiempo estipulado en esta investigación, además esta no incorpora ningún factor

extra por posibles rellenos de agua que se hayan incurrido por pérdidas de evaporación y de otras variables.

#### **4.5.2.3 Pruebas instalaciones sanitarias**

Dentro de las diferentes pruebas que se llevan a cabo en esta etapa del proyecto, se incluye las pruebas de agua potable y alcantarillado, en la que se recurre a hacer pruebas en lugares desfavorable y comprobar así las presiones de agua proyectadas, tanto en la red vertical del edificio, como en los ramales horizontales estructurados en los diferentes pisos del edificio.

En esta prueba solo haremos mención de esta debido a que por falta de información no se pudo recurrir a la estimación cercana de la cantidad de agua que se utilizó, debido a que se hace compleja por las diferentes variables y criterios que se puedan presentar en la realización de esta prueba de servicio. Por el mismo motivo no se pudo recurrir a la cantidad de repeticiones y en los diferentes tramos propuestos que se ejecutaron para los dos tipos de pruebas mencionados. Es por esto, que estas pruebas son incidentes en los consumos de agua de la obra, principalmente por los tramos que se definen en terreno para llevarla a cabo, y sumado a las repeticiones de llenado para los diferentes tramos cuyas dimensiones varían, hace que la estimación de este consumo sea aún más compleja.

Es importante destacar que estas pruebas de presión hidráulicas están bajo normativa en el reglamento de instalaciones domiciliarias y de agua potable y alcantarillado (RIDAA), además, se exigen cumplir con ciertos estándares de tal manera que estas instalaciones sean absolutamente impermeables a gases y líquidos y, por tanto, no se podrán poner a servicio mientras no sean sometidas a dichas pruebas, mencionados en los artículos n°102 y n°105.

#### **4.5.2.4 Fugas**

Dentro de los consumos que se incurren en una obra de construcción, se consideran también las diferentes fugas que se presentan constantemente en las instalaciones de faena o en instalaciones propias de la edificación. Debido a su complejidad para estimar, en este informe solo se hace mención de esta, debido a que esta fuente de consumo tiende a ser incidente en el consumo total de la obra. Además, en este caso estudio, no solo se identificó fugas en las instalaciones de faena, sino que además al interior del edificio específicamente en una terraza de un departamento, y por dificultades constructivas, no se recurrió a una rápida solución de esta fuga de la cañería en la parte interna de un muro en el recinto mencionado. En esta última, se tiene una estimación del periodo donde la fuga estaba activa, con duración aproximada de 1 mes, y una vez que diariamente se proveía de agua al edificio, esta comenzaba a expulsar agua de manera continua.

#### **4.6 Consumo real de caso de estudio**

Esta estimación se realizó en base al consumo registrado en el medidor de agua potable de la obra estudiada. El registro se llevó a cabo extrayendo las boletas emitidas desde abril de 2019 hasta abril de 2020, por parte de la empresa sanitaria Aguas Andinas S.A, directamente de su sitio web. Este seguimiento realizado, constó de hacer revisión detallada de cada una de las boletas generadas y recibidas por personal de la obra en el periodo mencionado. Luego de esto, se tuvo que realizar una doble cuantificación del total consumido en este rango de tiempo, debido a que, por razones que se desconocen, las lecturas de 7 meses de un total de 13 meses (rango de tiempo definido a evaluar), no se pudieron llevar a cabo. Es decir, de los 13 meses solo hubo 6 meses en los que se efectuaron las lecturas del medidor de la obra.

Debido a esto, y bajo legislación sanitaria, se contempla que eventualmente el prestador no pueda determinar el consumo efectivo de un cliente en particular, ello porque el medidor de agua potable no está accesible para ser leído, al momento que según el calendario de lecturas lo indica, u otras razones como por ejemplo, se encuentre deteriorado, destruido, detenido, empañado o simplemente ha sido retirado o sustraído, por lo que se hace un cobro definido por el promedio de los últimos 6 meses facturados o el promedio de los meses disponibles. (Decreto n°1199, MOP, Chile).

Sumado a esto, y al promedio que se hace mención, la empresa sanitaria debiese hacer un reajuste en las próximas boletas con los excesos cobrados o consumidos, el primero por parte de la empresa y el segundo por parte del usuario, exclusivo para cada caso.

Es importante destacar, que se hizo una verificación de que el medidor a evaluar fuese el único en uso en obra, por lo menos en el periodo estudiado. Resultando que el medidor registrado, correspondía al que originalmente tenía el terreno previo a la materialización y construcción del proyecto. Dado esto, los cobros mensuales realizados en los periodos en donde no se realizó lectura, correspondientes al promedio de los últimos 6 meses asociados al medidor, fue designado bajo un promedio de consumos de un desconocido usuario anterior a la obra, ya que en marzo de 2019 se comenzó a hacer uso único y efectivo del medidor mencionado.

Una vez aclarado lo mencionado anteriormente, se hizo un registro del consumo facturado y otro del detalle de consumo presentado en cada una de las boletas. En este último, se hace mención de la lectura actual del mes a medir y de la lectura anterior realizada, siendo la diferencia entre ambas, el consumo real del periodo y, por tanto, lo que se debiese facturar.

Tal como se mencionó anteriormente, el promedio de los 6 meses facturados o disponibles fue aplicado para 7 meses segmentados en periodos discontinuos de distinta magnitud. Es por esto, que se hizo una sumatoria en base a lo facturado y otra en base a la lectura acumulada del medidor desde el periodo inicial propuesto. Debido a motivos que se desconocen, en ningún periodo se hizo ajustes por parte de la empresa sanitaria de lo facturado con lo realmente consumido por parte de la obra. Es por esto, que se hace dicha distinción. En el Capítulo 5 del presente informe se entregan los datos analizados en el rango propuesto para el consumo real del único medidor usado de la obra en el periodo propuesto.

SOLO USO ACADÉMICO

## **5. ANALISIS DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se entregarán todas aquellas cifras, estimaciones y cálculos realizados para cada una de las actividades identificadas y seleccionadas, de tal manera, de presentar un análisis de los resultados obtenidos con comparaciones y apoyo gráfico.

### **5.1 Consumo de agua (teórica) en materiales**

En este punto se hará mención del análisis de los consumos involucrados de manera exclusiva para esta actividad. Dado esto, se seleccionaron 4 grupos generales de materiales, de tal manera que estos se componen por los diferentes materiales requeridos para las faenas mencionadas en el punto 4.1 del presente informe, tales como:

- Morteros de cemento y estucos: Morteros finos para maquillaje, morteros estuco exterior normal, mortero estuco exterior adilisto, morteros de pega albañilería, ente otros.
- Adhesivos fragües para cerámica: Bekron DA, Bekron AC, Befrague gris, Befrague blanco, adhesivos pocerlanato flex Weber, etc.
- Yesos varios: Yeso espuma y yeso fino.
- Aglomerantes y hormigones varios: Termoplac base coat, niveladores de piso en base a cemento, Sika latex, Ponte estuco, Rugasol, cementos especiales, Sikarep, pegamentos poligyp, demoldantes de madera, entre otros.

En la Tabla 2 se indica la cantidad total de material en toneladas, el consumo de agua en m<sup>3</sup> en una tonelada de material y el consumo total de agua en m<sup>3</sup>.

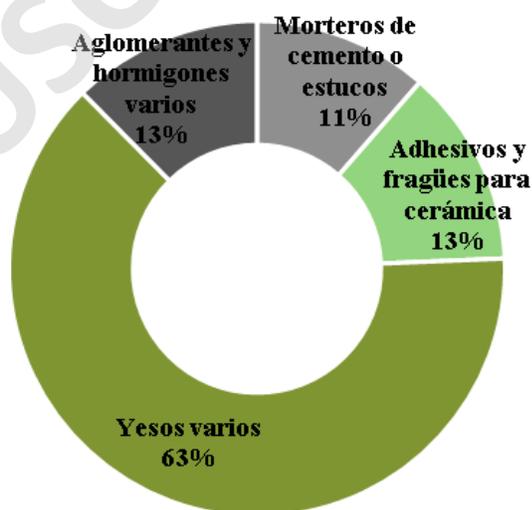
Tabla 2: Consumo hídrico materiales

<b>Material</b>	<b>Peso [Ton]</b>	<b>Consumo [m³/Ton]</b>	<b>Consumo [m³]</b>
Morteros de cemento o estucos	214	0,21	46
Adhesivos y fragües para cerámica	183	0,28	52
Yesos varios	397	0,64	253
Aglomerantes y hormigones varios	388	0,13	50
<b>Total =</b>	<b>1.182</b>		<b>400</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El Gráfico 2 representa la ponderación de los consumos de agua totales para cada grupo de materiales seleccionados.

Gráfico 2: Ponderación de materiales

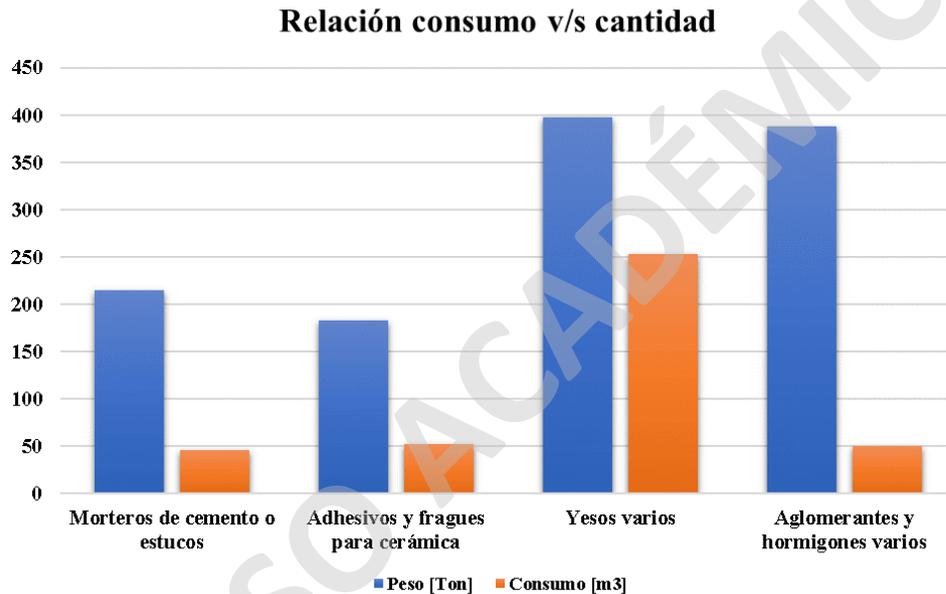


*Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico anterior se puede apreciar que, para el grupo de yesos, corresponde a los materiales que más consumen agua tanto como para las cantidades de material incurridos en obra, como para las dosificaciones requeridas y sugeridas por fabricantes de los materiales agrupados.

El Gráfico 3 presentado a continuación, muestra una relación directa de los consumos totales de agua teórico con las cantidades totales de material solicitado para cada uno de los grupos seleccionados.

Gráfico 3: Relación peso y consumo de cantidades totales



*Fuente: Elaboración propia*

Dado esto, se muestra que para el grupo morteros de cemento o estuco, corresponden a los de más bajo requerimiento de agua o de bajo consumo en sus dosificaciones, siendo el grupo de materiales de yesos los que registran el más alto consumo en las dosificaciones en base a las fichas técnicas del fabricante.

## **5.2 Consumo agua pruebas de servicio**

En el siguiente punto se hará mención de las diferentes pruebas de servicio que se realizan en esta etapa del proyecto, tal como se mencionó en el Capítulo 4, además se hará incorporación de las pruebas de red seca para hacer una directa relación de los consumos para las diferentes pruebas de servicio.

### **5.2.1 Análisis pruebas de artefactos**

Tal como se mencionó en el punto 4.2 del presente informe, estas pruebas de artefactos consumieron agua fuera y dentro del rango o periodo de estimación del informe, ya que, por diferentes causas, estas pruebas sufrieron retrasos en su realización. Los presentes gráficos indican las ponderaciones para las pruebas de los diferentes artefactos sanitarios de los 266 baños (261 para departamentos y 5 en espacios comunes) que contempla el proyecto. En la Tabla 3 se muestra el detalle de las cantidades de artefactos requeridos para el proyecto y el volumen teórico de agua consumido total en m<sup>3</sup>.

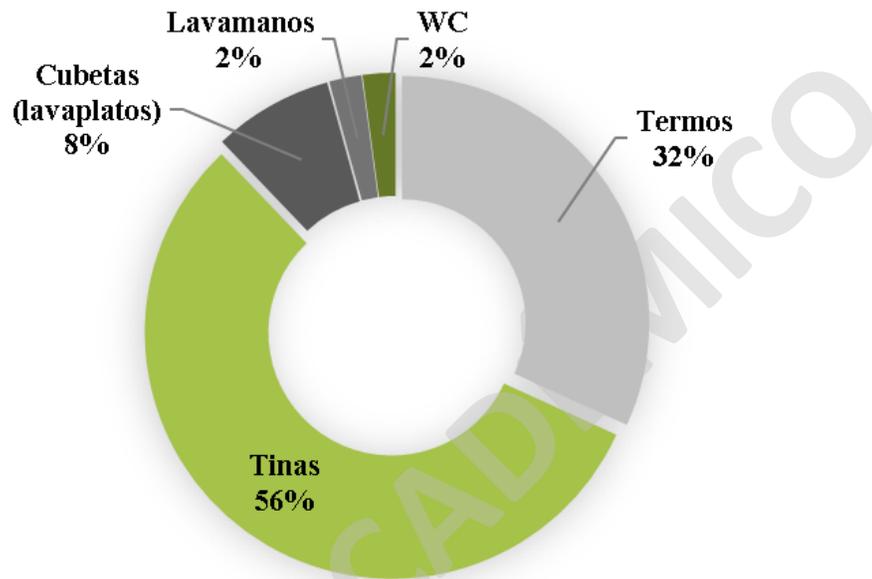
Tabla 3: Consumo de agua pruebas artefactos sanitarios

<b>Artefacto</b>	<b>Cantidades (Un)</b>	<b>Consumo Total [m<sup>3</sup>]</b>
Termos	190	23,7
Tinas	261	41,8
Cubetas (lavaplatos)	194	5,9
Lavamanos	263	1,6
WC	266	1,6
<b>Totales =</b>	<b>1.174</b>	<b>74,5</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 4 se muestra las ponderaciones de los consumos de agua totales para las pruebas de los diferentes artefactos definidos.

Gráfico 4: Ponderación consumo de agua pruebas artefactos sanitarios



*Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico anterior se puede apreciar que, para las pruebas de servicio en tinas, corresponden a las que más consumen agua para llevarse a cabo, esto, principalmente por las dimensiones y el llenado que se requiere hacer, obteniendo la ponderación equivalente a más de la mitad del agua consumida para todas las pruebas realizadas en caso estudio.

### 5.2.2 Análisis pruebas de impermeabilización

Tal como se mencionó en el punto 4.3 del presente informe, este análisis involucró la selección de dos estimaciones finales para los diferentes grupos de pruebas de servicio del sistema en mención.

Con respecto al cálculo y estimación teórica de las pruebas para la totalidad de los recintos impermeabilizados proyectados en los grupos anteriormente mencionados, se detallan en la Tabla 4, donde se muestran las cantidades de superficies totales impermeabilizadas de cada grupo y las cantidades estimadas de agua para cada superficie en m<sup>3</sup>.

Tabla 4: Consumo de agua de pruebas de impermeabilización

<b>Recinto</b>	<b>Superficies [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Consumos totales [m<sup>3</sup>]</b>
Zonas húmedas	1358	59
Cubiertas	1293	65
Losas expuestas 1° piso	797	43
Estanques Agua Potable	27	48
<b>Totales</b>	<b>3475</b>	<b>215</b>

*Fuente: Elaboración propia*

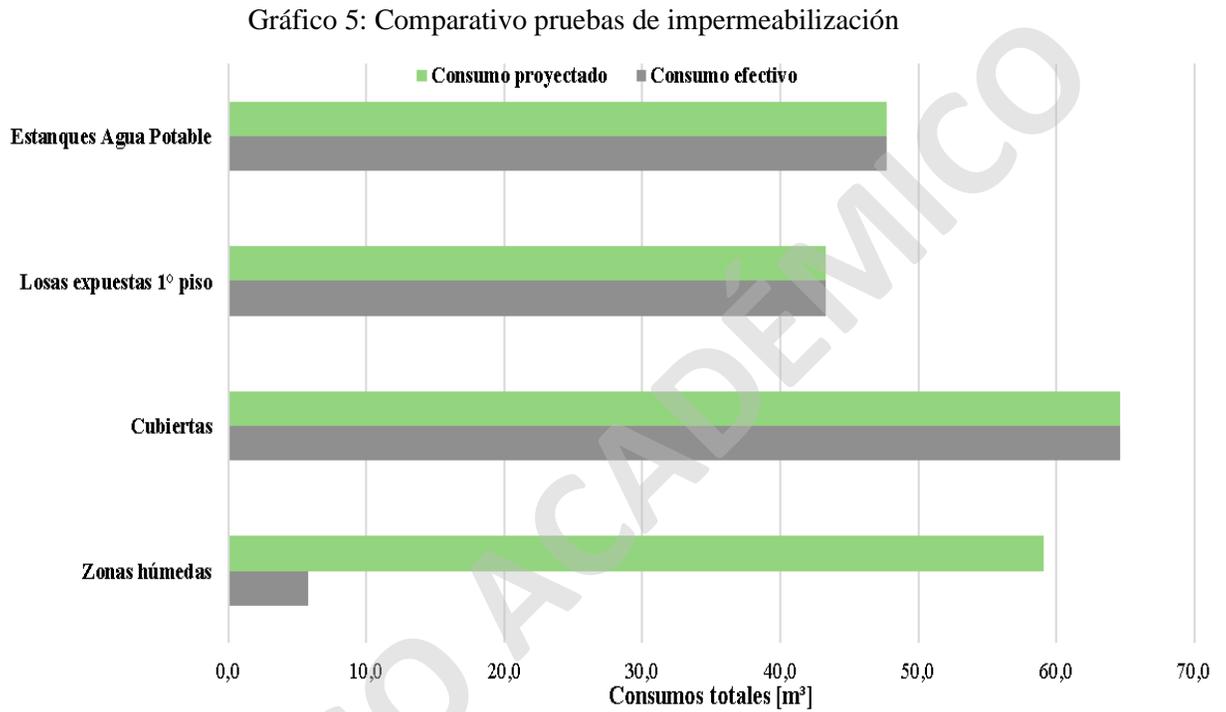
En cuanto al cálculo y estimación de los consumos de pruebas efectivamente realizadas en obra, según lo informado por inspección técnica, solo hubo una variación en las zonas húmedas mencionadas en el punto 4.3.1. En la Tabla 5 se da a conocer las superficies totales donde se realizaron las pruebas de cada recinto impermeabilizado, las cantidades estimadas de agua para cada superficie en m<sup>3</sup> y la ponderación o ranking para cada recinto del total de las áreas en donde se realizaron dichas pruebas de servicio.

Tabla 5: Consumos teóricos de agua de pruebas efectivas de impermeabilización

<b>Recinto</b>	<b>Superficies [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Consumos totales [m<sup>3</sup>]</b>
Zonas húmedas	132	6
Cubiertas	1293	65
Losas expuestas 1° piso	797	43
Estanques Agua Potable	27	48
<b>Totales</b>	<b>2249</b>	<b>161</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 5 se aprecia la comparación directa y, por tanto, la diferencia de los consumos resultados de las pruebas de impermeabilización efectivas realizadas (consumo efectivo) en obra, con las pruebas proyectadas en base al cálculo geométrico (consumo proyectado) de todas las áreas impermeabilizadas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se evidencia que las zonas húmedas corresponden a las áreas donde según criterio de obra se omitió realizar pruebas de la totalidad de áreas impermeabilizadas. Por tanto, corresponde al sector donde menos se consumió agua potable en obra.

La Tabla 6 muestra las cantidades teóricas totales de consumos de agua para las diferentes pruebas efectivamente realizadas en caso estudio.

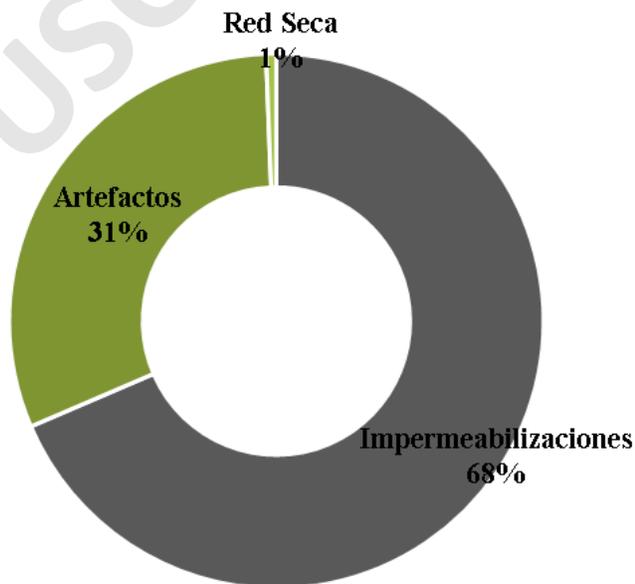
Tabla 6: Consumos totales por tipo de prueba de servicio

Tipo de prueba	Consumos totales [m <sup>3</sup> ]
Impermeabilización	161
Artefactos	74
Red Seca	2
<b>TOTALES</b>	<b>237</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 6 se muestran las ponderaciones en base al consumo hídrico total para las diferentes pruebas de servicio seleccionadas. En cuanto a las pruebas de impermeabilización se usó el cálculo de las pruebas efectivas realizadas en obra. Además, se puede apreciar que las pruebas de impermeabilización o de sello corresponde a la actividad que teóricamente más consume en el caso estudio. Siendo la prueba de instalación de red seca la que consume menor cantidad de agua casi insignificante para el resto de las pruebas.

Gráfico 6: Ponderaciones por tipo de prueba de servicio



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.3 Análisis de consumo hídrico de usuarios

Tal como se mencionó en el punto 4.4 del presente informe, se hizo un cálculo estimativo para los consumos de agua para todo el personal de la obra, bajo el supuesto que todo el personal de la obra recurría a la misma cantidad de agua propuesta diaria durante su jornada laboral. Por lo que en la Tabla 7, se muestra las cantidades totales de mano de obra mensual, el cálculo estimativo de consumos de agua para las diferentes asistencias totales de la mano de obra y sus correspondientes ponderaciones mensuales en base a la asistencia mensual.

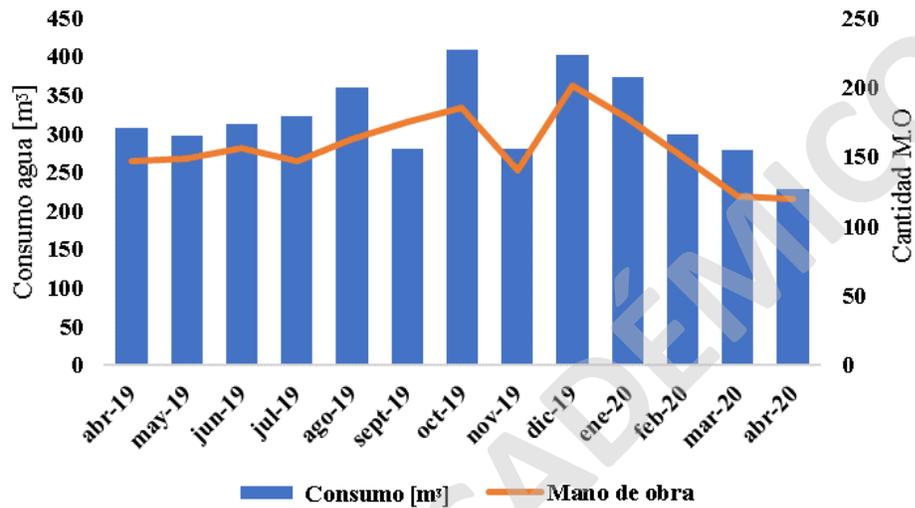
Tabla 7: Consumos totales mensuales usuario

<b>Mes</b>	<b>Cantidad M.O</b>	<b>Total consumo [m³]</b>
abr-19	147	308
may-19	149	298
jun-19	156	313
jul-19	147	323
ago-19	163	359
sept-19	175	281
oct-19	186	409
nov-19	140	281
dic-19	201	403
ene-20	178	374
feb-20	149	299
mar-20	122	280
abr-20	120	228
<b>TOTALES =</b>	<b>2034</b>	<b>4155</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 7, se muestra el consumo de agua mensual para la cantidad de mano de obra con la que contó el proyecto en los meses propuestos.

Gráfico 7: Consumos de agua mensuales usuarios



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, se puede apreciar que, en el periodo evaluado, para los diferentes meses, la obra sufrió diferentes variaciones en base a las cantidades de mano de obra según los requerimientos propios de esta.

#### 5.4 Análisis de otras estimaciones

Tal como se mencionó en el punto 4.5, se presentaron diferentes actividades que involucraron agua directa e indirecta de la obra, por lo que este cálculo estimativo consideró para las actividades consumidoras de agua indirecta, la estimación de las dosificaciones de agua de los camiones de hormigón mencionadas en el punto 4.5.1.1, y para las actividades consumidoras de agua directa, se menciona el cálculo realizado para el llenado de la piscina del edificio mencionado en el punto 4.5.2.2 del presente informe.

En la Tabla 8 se muestran las cantidades de m<sup>3</sup> totales de hormigón solicitados para la obra, y su respectivo consumo de agua en m<sup>3</sup> en base a las dosificaciones para el único tipo de hormigón solicitado.

Tabla 8: Consumo camiones hormigón

	Volumen total [m <sup>3</sup> ]	Consumo agua [m <sup>3</sup> ]
<b>Hormigón HB30(90) 20-10</b>	136	28

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 9 se da a conocer el área total de la piscina en m<sup>2</sup> y el volumen de agua que se requiere para su llenado en m<sup>3</sup>

Tabla 9: Consumo piscina

	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Consumo agua [m <sup>3</sup> ]
<b>Piscina</b>	52	78

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.5 Análisis consumo real caso estudio

Tal como se mencionó en el punto 4.6, esta estimación se realizó en base a dos cálculos presentados. En la Tabla 10 se detallan mensualmente, las cantidades facturadas por parte de la empresa sanitaria, las lecturas efectivamente realizadas en cada mes, el rango de cada periodo (donde el comienzo y el fin del periodo corresponde al mes donde se realizaron las lecturas), las cantidades acumuladas de las lecturas realizadas en medidor de agua potable, las cantidades cobradas en el periodo mencionado, y el margen correspondiente a la diferencia de las lecturas acumuladas del medidor con el consumo cobrado por parte de la empresa sanitaria.

Tabla 10: Detalle consumo caso estudio

Fecha	Facturado Boleta [m <sup>3</sup> ]	Lecturas medidor [m <sup>3</sup> ]	Rango del periodo [m <sup>3</sup> ]	Acumulado MAP [m <sup>3</sup> ]	Consumo cobrado [m <sup>3</sup> ]	Margen [m <sup>3</sup> ]
mar-19		188				
abr-19	21		5 marzo - 3 mayo	1519	202	1317
may-19	181	1707				
jun-19	243	1950	3 mayo - 3 junio	243	243	0
jul-19	60					
ago-19	60	-	3 junio - 2 octubre	1230	240	990
sept-19	60	-				
oct-19	60	3180				
nov-19	55	3235	2 octubre- 2 Noviembre	55	55	0
dic-19	68	-	2 noviembre - 3 enero	744	220	524
ene-20	152	3979				
feb-20	158	4137	3 enero - 31 enero	158	158	0
mar-20	93	-	-		93	-93
abr-20	93	-	-		93	-93
<b>Totales</b>	<b>1304</b>			<b>3949</b>	<b>1304</b>	<b>2645</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Es importante destacar que, en los últimos dos meses del periodo evaluado, nuevamente la lectura del medidor no pudo ser realizada, por lo que se facturó el promedio los meses disponibles y/o facturados. Dado esto, no se pudo recurrir a el consumo real extraído de las lecturas efectivas realizadas, de los dos últimos meses mencionados.

### 5.5.1 Análisis consumos totales

Este capítulo hace la recopilación de todos aquellos cálculos estimativos teóricos totales de las diferentes actividades o procesos definidos con anterioridad. En la Tabla 11 se detallan los consumos de agua potable totales para cada una de las actividades seleccionadas.

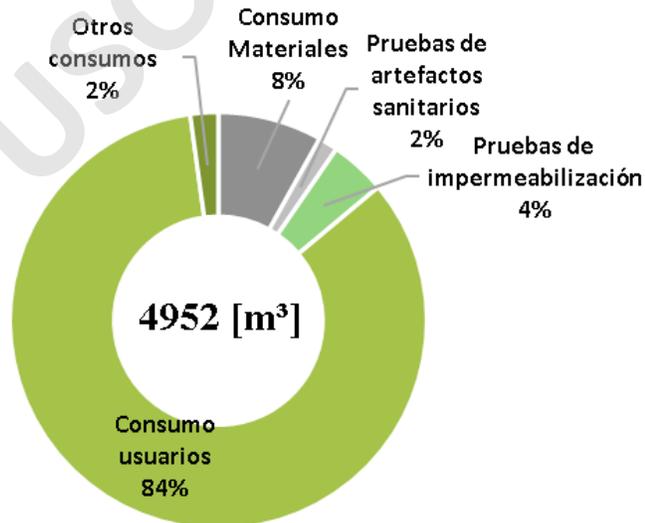
Tabla 11: Resumen de consumos totales por tipo en caso estudio

Tipo de consumo	Consumo [m <sup>3</sup> ]
Consumo Materiales	400
Pruebas de artefactos sanitarios	74
Pruebas de impermeabilización	215
Consumo usuarios	4155
Otros consumos	107

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 8, se muestran las ponderaciones para los diferentes tipos de consumos estipulados.

Gráfico 8: Consumos mensuales usuarios



*Fuente: Elaboración propia*

Por lo tanto, se puede determinar que el consumo de usuarios es el más influyente en los consumos totales de la obra, a pesar, de que el procedimiento de cálculo y los criterios empleados en este, se realizaron bajo una exigencia significativa. Esto debido a que tal como se mencionó anteriormente, se hizo un cálculo en base a las mismas cantidades de agua consumida o utilizada para todo el personal de la obra que asistía diariamente. Por lo tanto, debido a su exigencia, la ponderación final para este tipo de consumo, aun así, resulta ser una cifra bastante alta en comparación con las otras actividades, en el rango de tiempo evaluado.

SOLO USO ACADÉMICO

## **6. CONCLUSIONES**

Dado el escenario hídrico actual y el posible futuro mencionado en la investigación, con proyecciones negativas a nivel país, se genera un sentido de urgencia para mitigar este fuerte impacto. Además, en cuanto al contexto social, político y económico que vive el país desde fines de 2019, con una incertidumbre que se ha potenciado en conjunto a la crisis sanitaria que se vive a nivel mundial, constituyen una variabilidad de factores, problemas y situaciones que se deben mitigar y solucionar, de tal forma que el desarrollo de la población no se vea afectado y no fomente su retroceso.

Es por esto que, en esta investigación, busca dar los primeros pasos para generar, en el futuro, una gestión hídrica en etapa de construcción. Por lo que se considera relevante comenzar con la identificación de todas aquellas acciones, actividades y procesos que persiguen un propósito haciendo uso de agua para lograrlo. Bajo esta premisa, se dio paso para determinar y desarrollar el problema de esta investigación cuyo planteamiento fijó su objetivo general de identificar las principales actividades consumidoras de agua. De esta forma, poder visualizar de mejor manera la relevancia de las cantidades de agua empleadas, específicamente, en una obra de edificación en altura con destino habitacional, en etapa de terminaciones ubicada en la ciudad de Santiago. Dado esto, se puede concluir que, dentro de los esfuerzos empleados, para identificar dichas actividades, y así lograr una óptima extracción de información de la obra, para la determinación de los consumos empleados en las diferentes actividades estipuladas, cuyos esfuerzos se reconocen como un logro aceptable. Si bien, es importante destacar que, por diferentes variables, tales como la crisis sanitaria, social, económica y política que se vive actualmente en el país, esta información pudo ser más completa. Las actividades donde hubo mayor dificultad para adquirir información fueron, principalmente las de instalaciones sanitarias (agua potable y alcantarillado). Ello debido a que no se pudo obtener información fidedigna en las cantidades de pruebas efectivamente ejecutadas, y además de la dificultad que surgió para recurrir personalmente a la obra para mayor recopilación de datos. Por otra parte, hubo dificultades para la contabilización registrada en medidor de agua potable con respecto al consumo real de la obra. Sumado a esto, se pudo concluir que, dentro del rubro de la construcción y específicamente en una etapa de una obra, se hace difícil llevar a cabo lo mencionado anteriormente, a menos que se tome una determinación dentro de esta para poder realizarlo. Es decir, si se adoptara en las obras de construcción la costumbre de gestionar la información recopilada dadas a conocer en la metodología del presente proyecto de investigación, generaría una mayor facilidad para identificar y conocer las cantidades volumétricas de agua incurridas en las diferentes actividades o procesos constructivos. Es por esto, que surge la necesidad de buscar la forma de medir el consumo en obra.

Otra de las dificultades presentadas para la elaboración de esta estimación, radica en la poca certeza de los consumos de agua potable informados por parte de la empresa sanitaria que, al fin y al cabo, corresponden a los consumos hídricos totales de la obra evaluada. La

empresa sanitaria, por razones que se desconocen, no pudo obtener la lectura real del medidor de agua potable de algunos meses, resultando que se hicieran cobros muy por debajo a lo que realmente consumía esta obra. Esto a causa de que las boletas emitidas por la empresa sanitaria, en los meses donde no hubo lectura, se definían por cantidades promedios de los últimos 6 meses disponibles, tal como lo promulga la normativa mencionada en capítulo 4.6. Es importante señalar que, en variadas ocasiones se hicieron llamados telefónicos a la empresa sanitaria, esto para ratificar el ajuste de las cantidades consumidas de los meses donde no se pudo realizar lectura, en las cantidades cobradas de los meses donde si se realizó lectura, todo esto, dado el seguimiento de las boletas realizado en el rango definido de los 13 meses. Como respuesta por parte de empresa sanitaria, se obtuvo que hubo un exceso no ratificado, por lo que la empresa asumía posibles filtraciones en las instalaciones, en otras de las llamadas, simplemente no tenían más información de lo que pudo haber pasado.

Esta situación sugiere una posible falla que podría ser recurrente con diferentes usuarios a nivel nacional. Esto también puede repercutir directamente por un bajo incentivo a través del ámbito monetario para promover la eficiencia hídrica dentro de los procesos involucrados para los diferentes usuarios, en el rubro de la construcción. Cabe destacar, y tal como se mencionó en el capítulo 2 del presente informe, el valor del m<sup>3</sup> de agua potable, resulta no ser tan elevado, por lo que la incidencia del gasto mensual en consumo de agua potable es muy bajo para un presupuesto de una obra de construcción, casi irrelevante si se compara con las cantidades que se generan en la compra de bienes y servicios por parte de la empresa constructora. En cuanto a la zona sur de Chile, específicamente, en la ciudad de Punta Arenas, el precio promedio aproximado es de 0,027 UF por m<sup>3</sup>, mientras que, al norte del país, en la ciudad de Arica, el precio promedio aproximado es de 0,034 UF el m<sup>3</sup>, mientras que en la comuna donde se emplaza el caso estudio, el precio promedio aproximado es de 0,013 UF el m<sup>3</sup>. En cuanto al caso estudio, en el rango de los 13 meses propuestos, la obra no superó un gasto total de 39,94 UF, resultando ser un valor bastante bajo para el presupuesto de etapa de terminaciones con suma de 82.378 UF, mencionado en el punto 3.1 del presente informe.

Además, el hecho de no contar con el consumo total real, dadas las dificultades de la empresa para registrar dichos volúmenes, impidió que los cálculos estimativos de las actividades propuestas generadas y demostradas en el análisis de resultados del presente informe, se relacionaran con el consumo registrado en medidor de agua potable del edificio. Esto provocó que dicho análisis, no pudiera entregar información aún más completa para producir aseveraciones más importantes en cuanto a los consumos de agua potable en el caso estudio.

En cuanto a los valores obtenidos, se puede concluir que el consumo por parte de los usuarios (trabajadores), corresponde al más significativo dentro de todas las actividades seleccionadas en caso estudio, concentrando las  $\frac{3}{4}$  partes del consumo teórico estimativo en caso estudio. Esto debido a que la normativa obliga al empleador a proveer de una cantidad de agua suficiente para realizar sus labores diarias. Además de ser regulada la

disposición obligatoria de agua para los trabajadores, la obra debe proveer de duchas para cada uno de sus trabajadores, representando un motivo más para incrementar los consumos de agua potable en obra.

Cabe destacar que, dentro de todos los ítems de consumos seleccionados, así como el consumo de usuarios, las pruebas de artefactos sanitarios, de impermeabilizaciones, de red seca, de instalaciones sanitarias y el consumo de llenado de la piscina del edificio, constituyen a las actividades cuya agua consumida generalmente se devuelve a la red pública. No obstante, en las actividades tales como aseo y la utilizada en materiales, esta agua consumida simplemente se evapora o se incorpora al ambiente.

Como conclusión general, se puede reconocer que se logró en gran parte distinguir aquellas actividades y/o faenas constructivas que demandaran agua potable en la etapa de terminaciones en el caso estudio estipulado. Además, el cálculo teórico estimativo de las actividades propuestas se logró notablemente. Y en cuanto al contraste de las actividades mencionadas, resultaron tener un notorio y óptimo resultado obtenido de los cálculos y estimaciones realizadas dada la previa investigación incurrida en etapa de terminaciones en el mencionado caso estudio.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aguas Andinas (2020, 01 enero). *Tarifas de agua potable y servicios de alcantarillado*.  
<https://www.aguasandinas.cl/documents/20450/52092/Tarifas%20Aguas%20Andinas%20Vigentes>

Aguas del Altiplano (2020, 10 abril). *Valores de nuevas tarifas aguas del altiplano*.  
[http://www.aguasdeltiplano.cl/recursos-ada/Tarifas/tarifas\\_ADA\\_10\\_Abril\\_2020.pdf](http://www.aguasdeltiplano.cl/recursos-ada/Tarifas/tarifas_ADA_10_Abril_2020.pdf)

Aguas Magallanes (2020, 07 febrero). *Valores de nuevas tarifas Aguas Magallanes*.  
[http://www.aguasmagallanes.cl/recursos-ama/Tarifas/Tarifas\\_AMA\\_Febrero2020.pdf](http://www.aguasmagallanes.cl/recursos-ama/Tarifas/Tarifas_AMA_Febrero2020.pdf)

Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*.

Banco Mundial (2014). *Turn down the heat: confronting the new climate normal*. World Bank Publications.

Banco Mundial. (2020, 16 abril). *Chile Panorama general*. World Bank.  
<https://www.bancomundial.org/es/country/chile/overview>

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2015, enero). *Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015*.  
[https://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos\\_hidricos.pdf](https://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf)

Ministerio de Salud. (2000, 29 abril). *DTO-594 29-ABR-2000 MINISTERIO DE SALUD*.  
Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional.  
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>

Ministerio de Obras Públicas. (2002, 25 enero). *Reglamento de instalaciones domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado*. Proyecto Sanitario - Agua Potable y Alcantarillado. <https://www.proyectosanitario.cl/ridaa/>

Ministerio de Obras Públicas. (2005, 9 noviembre). *DTO-1199 09-NOV-2005 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS*. Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional. <https://www.leychile.cl/Navegar/?idNorma=243794>

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO; SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO. (2015, 1 marzo). *DTO-83 03-SEP-2015 MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO, SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO*. Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1081185#meses0>

Mora, C., Spirandelli, D., Franklin, E. C., Lynham, J., Kantar, M. B., Miles, W., ... & Barba, E. W. (2018). *Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions*. *Nature Climate Change*, 8(12), 1062-1071.

Organización Mundial de la Salud. (2017, 12 julio). *2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro*. WHO. <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico- OCDE. (2012). *Environmental outlook to 2050: The consequences of inaction*. París, Publicaciones de la OCDE. Disponible en URL: [http:// dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en](http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en)

ONU, P. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*.

Sud-Austral consulting SpA. (2016, junio). *ACTUALIZACIÓN DE CIFRAS Y MAPAS DE DESERTIFICACIÓN; DEGRADACIÓN DE LA TIERRA Y SEQUÍA EN CHILE A NIVEL DE COMUNAS.*

[https://www.researchgate.net/profile/Patricio\\_Emanuelli/publication/311910528\\_ACTUALIZACION\\_DE\\_CIFRAS\\_Y\\_MAPAS\\_DE\\_DESERTIFICACION\\_DEGRADACION\\_DE\\_LA\\_TIERRA\\_Y\\_SEQUIA\\_EN\\_CHILE\\_A\\_NIVEL\\_DE\\_COMUNAS/links/5861a55508ae329d61ff3577/ACTUALIZACION-DE-CIFRAS-Y-MAPAS-DE-DESERTIFICACION-DEGRADACION-DE-LA-TIERRA-Y-SEQUIA-EN-CHILE-A-NIVEL-DE-COMUNAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Patricio_Emanuelli/publication/311910528_ACTUALIZACION_DE_CIFRAS_Y_MAPAS_DE_DESERTIFICACION_DEGRADACION_DE_LA_TIERRA_Y_SEQUIA_EN_CHILE_A_NIVEL_DE_COMUNAS/links/5861a55508ae329d61ff3577/ACTUALIZACION-DE-CIFRAS-Y-MAPAS-DE-DESERTIFICACION-DEGRADACION-DE-LA-TIERRA-Y-SEQUIA-EN-CHILE-A-NIVEL-DE-COMUNAS.pdf)

Shiklomanov, I. A., & Rodda, J. C. (2003). *World water resources at the beginning of the 21st century*. International hydrology series.